

П-1344

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

ТРУДЫ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКОЙ КОМИССИИ

Том V

**ПРОБЛЕМЫ
КАСПИЙСКОГО МОРЯ**



Издательство Академии наук СССР

Москва — 1959

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

ТРУДЫ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКОЙ КОМИССИИ

Том V

ПРОБЛЕМЫ
КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Сборник трудов океанографической комиссии Академии наук СССР

Вып. 1



Издательство Академии наук СССР
Москва — 1959

П-1344 — П-2495I

1959 | Океанографическая
т.5 | комиссия АН СССР
Труды

24 р.

П-2495I

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР
проф. Б. А. АПОЛЛОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
Н. И. КОЖИН, А. И. ДЗЕНС-ЛИТОВСКИЙ,
С. Н. БОБРОВ

24951
ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. Н. Киргачевой ССР

ПРЕДИСЛОВИЕ

Каспийское море издавна привлекало к себе исключительное внимание научных и практических работников. По «проблеме Каспийского моря» был проведен ряд совещаний; особенно интересным было совещание в Баку в июне 1951 г.

В связи со снижением к 1956 г. уровня моря на 2,5 м, принесшим громадный ущерб народному хозяйству, особенно рыбному, интерес к проблеме Каспия возрос еще более. В сентябре 1956 г. в Астрахани, одном из центров рыбной промышленности СССР, состоялось совещание, которое по числу участников и количеству докладов по проблеме Каспийского моря было наиболее обширным. Самыми острыми являлись вопросы прогнозов и регулирования уровня Каспийского моря.

По прогнозам уровня моря достигнуто единогласное мнение, что без учета хозяйственной деятельности человека климатические изменения с 1970 г., вероятно, будут благоприятными для Каспийского моря.

Указанное совещание наметило ряд мероприятий по проблеме Каспийского моря и признало необходимым для изучения этой сложной проблемы организовать специальный Институт Каспийского моря АН СССР.

Настоящий сборник составлен в основном из статей, написанных авторами на основе сделанных ими докладов на совещании 1956 г. Статьи охватывают большой круг вопросов и помогают достаточно ясно понять сложную картину колебаний уровня Каспийского моря и их сложное влияние на ряд важнейших отраслей народного хозяйства.

Работа эта проводилась по инициативе Отделения геолого-географических наук АН СССР, Океанографической комиссии АН СССР, Института океанологии АН СССР, Астраханского Облсполкома. Подготовка к изданию произведена секретарем Оргкомитета В. В. Галанц.

Б. А. Аполлов

Б. А. Аполлов

КАСПИЙСКАЯ ПРОБЛЕМА И ПУТИ ЕЕ РАЗРЕШЕНИЯ

I. ПОЛОЖЕНИЕ НА КАСПИИ

Каспийское море (известно более 50 его названий: Хвалынское, Бакинское, Хаварское и др.) издавна вызывало большой интерес как отечественных, так и зарубежных ученых; ему посвящен ряд ценных трудов. Особое внимание ученых привлекали к Каспийскому морю загадочные колебания его уровня, которые зависят прежде всего от климата в бассейне моря: высокий уровень связан с холодными годами, низкий — с теплыми.

Несмотря на значительное число трудов, посвященных Каспийскому морю, за последние годы интерес к изучению его не только не пропал, но, наоборот, намного повысился. И в СССР, и в зарубежных странах появляются все новые и новые работы, проводятся обширные совещания, на которых горячо обсуждаются трудности, возникшие в связи со снижением уровня Каспийского моря, и намечаются мероприятия по облегчению создавшегося для различных отраслей народного хозяйства тяжелого положения на Каспии. Дело в том, что уровень моря за время с 1929 по 1957 г. уже упал на 2,5 м, нанеся нашему народному хозяйству миллиардные убытки. По прогнозу Б. А. Аполлова (ИОАН¹), Н. А. Белинского и Г. П. Калинина (ЦИП²), к 1970 г. уровень моря понизится еще на 1—2 м, что, конечно, нанесет еще больший ущерб народному хозяйству. Ожидаемое падение уровня моря резко изменит его режим и отрицательно отразится почти на всех отраслях народного хозяйства, связанных с морем: на рыбном хозяйстве Волго-Каспия, на водном транспорте, городском и портовом хозяйствах, сельском хозяйстве, нефтяной и химической отраслях промышленности.

1. Рыбное хозяйство

Падение уровня Каспийского моря особенно сильно сказалось на состоянии рыбного хозяйства, так как с падением уровня моря снизился улов рыбы (табл. 1).

Площадь Северного Каспия уже сократилась на 27 000 км²; недолов составил 2,3 млн. ц. Это уменьшение тем более показательное, что при значительном усовершенствовании техники лова количественно уловы снизились.

¹ Институт океанологии АН СССР.

² Центральный институт прогнозов.

Приведем высказывания некоторых ихтиологов. По свидетельству П. Г. Борисова и А. С. Богданова, обмелели выходные части рукавов Волги и образовались многочисленные новые култуки. Вследствие обмеления протоков в дельтах Волги и Урала стал затруднен ход рыбы на нерест в реки и дельты. Изменились места нереста и обитания рыб в дельтах и придельтовых пространствах. Большой приток пресных вод, в дельтах и придельтовых пространствах, являлся одним из основных факторов, обуславливающих высокую биологическую продуктивность главным образом Северного Каспия; ныне он упал.

Таблица 1

(По П. Г. Борисову и А. С. Богданову, 1956)

Годы	Уровень по максимальному футштоку, см	Площадь Северного Каспия, км ²	Улов, млн. ц
1930—1934	124	111 000	5,1
1930—1954	— 77	84 000	2,8 (без улова кильки)
1970 (50% обеспеченности)	—177	77 000	
1970 (95% обеспеченности)	—277	70 000	

К этому мнению присоединяется Н. П. Танасийчук: серьезные опасения (по опыту Азовского моря) вызывает вероятное уменьшение выноса в Северный Каспий детрита, который будет оседать в водохранилищах. Уменьшение выноса биогенов отразится на продукции планктона и бентоса.

По А. С. Пахомовой, в Северном Каспии за 20 лет вдвое сократилась площадь илистых грунтов и увеличилась карбонатность пород за счет биологического и химического факторов. Идет прогрессирующее вымывание илов, в частности, растительного детрита.

Сильно пострадали нерестилища в устьях рек Волги и Урала. По П. Г. Борисову и А. С. Богданову, уменьшение паводков повлекло за собой сокращение нерестово-выростной площади в верхней и средней частях дельты на 110—120 тыс. га, что составляет 14—15% основного нерестового фонда дельты Волги. В ближайшие годы речной сток и особенно количество воды в весеннее половодье еще больше уменьшатся в связи с заполнением крупнейших водохранилищ, создаваемых на реках, впадающих в Каспийское море. Это приведет к еще большему сокращению площади нерестилищ в дельтах рек.

Зарегулирование паводка Волги вызовет резкое сокращение площадей, заливаемых весной в дельте Волги, т. е. сильное уменьшение нерестилищ воблы, леща, сазана, судака и других полупроходных рыб.

По этому поводу Л. С. Бердичевский пишет, что зарегулирование стока впадающих в Каспийское море рек оказывает отрицательное влияние на все рыбное хозяйство бассейна. Сооружение плотин, изъятие части стока на заполнение водохранилищ и ирригацию приводят к нару-

шению (а в отдельных случаях и к полному прекращению) естественного нереста многих видов рыб.

Наряду с этим резко сокращается кормовая база промысловых рыб и ухудшаются условия их нагула в море. Серьезное влияние на состояние кормовой базы и условий нагула рыб оказывает понижение уровня моря: сокращаются наиболее продуктивные мелководные площади, уменьшаются глубины и объемы водных масс, повышается соленость северной части моря, изменяется и ухудшается качественный и количественный состав кормовой базы рыб.

А. Ф. Карпевич приводит две точки зрения гидрологов относительно будущей солености вод Северного Каспия: «Некоторые гидрологи (Г. Н. Зайцев и др.) предполагают значительное сокращение площадей этого водоема и осолонение его восточной части. При значительном падении уровня моря возможно образование на востоке небольшого и мелководного «Гурьевского моря» с высокой соленостью вод и слабым водообменом. Наоборот, западная часть Северного Каспия будет относительно сильнее промываться водами Волги. Иную точку зрения выдвинул К. И. Иванов, утверждающий, что при падении уровня Северного Каспия и сокращении мелководных районов — испарителей воды — восточная его часть останется опресненной».

А. Ф. Карпевич устанавливает ряд положений в отношении будущей фауны Каспийского моря при разной его солености. Этот автор считает, что в случае осолонения Северного Каспия и сокращения его объема уменьшатся площади распространения пресноводной (коловатки, клядоцера, хирономиды и др.) и отчасти солоноватоводной (некоторые миды, кумацел, моллюски — адакна, монодакна и др.) реликтовой фауны. Наоборот, осолонение благоприятно отразится на развитии морской фауны — средиземноморских вселенцах (кардиум, митилястер, перенды и др.). Пресноводная фауна может давать массовое развитие в воде соленостью не выше 4—5‰, солоноватоводная — от 2 до 15‰ и морская от 5—7 до 35‰ и выше.

Полное опреснение Северного Каспия приведет к распространению жесткой растительности, к заболачиванию мелководных районов, ухудшит газовый режим и почти полностью исключит возможность существования многих ценных солоноватоводных моллюсков, ракообразных и червей. В таком случае кормовые условия многих пород рыб ухудшатся, и при сохранении высокой численности воблы, леща и других пород возможно их измельчение.

Наиболее выгодным для рыбного хозяйства Северного Каспия является солевой режим в пределах от 1—2 до 10—11‰.

По вопросу осолонения или опреснения Северного Каспия либо отдельных его частей П. Г. Борисов и А. С. Богданов отмечают, что в 1945—1954 гг. сток рек Волги и Урала увеличился. Так как объем Северного Каспия был незначителен, происходило его быстрое опреснение, которое способствовало увеличению кормовой базы.

Осолонение Северного Каспия привело к вытеснению пресноводного комплекса животных, имеющего наибольшее значение в питании промысловых рыб. Пресноводный комплекс (в частности, моллюск дрейссена) начал отступать в прибрежную зону, солоноватоводные моллюски (в частности, моллюск кардиум) стали расселяться в местах, ранее занятых дрейссеной. Эти изменения также ухудшили кормовую базу, так как дрейссена — лучший объект питания, чем кардиум.

Мы полагаем, что соленость Северного Каспия можно будет регулировать; такого же мнения придерживается и С. В. Бруевич.

Очевидно, уменьшение уловов и снижение их качества произошли от следующих причин:

- сокращения площади Северного Каспия;
- сокращения в дельте Волги нерестовых площадей: на 60% обсохли восточные племени и на 50% западные (теперь нет залива «Синее море»), обсохли большие промысловые районы;
- уменьшения в дельте Волги судоходных фарватеров (к 1970 г. останутся 2—3 фарватера и то для судов с небольшой осадкой);
- переноса ряда селений преимущественно на Бахтемир, так как протоки, на которых они размещались, сделались несудоходными, а закрытие некоторых фарватеров немалого удлинило пути из дельты в море;
- затруднения хода рыбы в реки и обратного ската их в море (как следствие обмеления протоков и сооружения плотин и водохранилищ на Волге и связанного с этим уменьшения выноса планктона);
- повышения солености воды Северного Каспия, что привело к уменьшению кормовой базы и понижению качества уловов.

Между тем до сих пор нет общего генерального проекта реконструкции рыбного хозяйства, если не считать ведомственного проекта реконструкции только дельты Волги, не учитывающего интересов других отраслей народного хозяйства.

Для поддержания рыбных уловов даже на современном низком уровне потребуются большие капиталовложения, выражающиеся сотнями миллионов рублей.

2. Водный транспорт

Водный транспорт всегда чутко реагировал на изменения уровня Каспийского моря.

Ныне в работе речного транспорта намечилось определенное ухудшение:

- закрыт ряд фарватеров в дельте Волги;
- многие фарватеры стали доступны лишь в половодье;
- транспортировка осуществляется с перегрузкой грузов с одного судна на другое;
- большие дноуглубительные работы ведутся ниже Астрахани на Белинском и Лаганском каналах, на р. Урал, что стоит десятки миллионов рублей.

При дальнейшем падении уровня в дельте положение ухудшится еще более.

Для бесперебойной работы морского транспорта необходим постоянный, неизменный уровень. Падение же уровня ухудшило его работу:

- закрыт ряд портов в мелководных районах Каспия;
- обмелели многие порты Каспийского моря (Баку, Красноводск, Махачкала, о-ва Пешные и др.), что вызвало необходимость в больших дноуглубительных работах; то же можно сказать о Волго-Каспийском канале, на углубление которого ежегодно затрачивается 27—32 млн. руб.;
- более чем на 20 км удлинился путь по Волго-Каспийскому каналу: это относится и к пути судов из Астрахани к устью Урала;
- при падении уровня моря еще на 1—2 м для плавания в восточную часть Северного Каспия потребуются дноуглубительные работы стоимостью 30—50 млн. руб.;

— плавание по открытым каналам, где расположено несколько дноуглубительных снарядов, при большом волнении делается все более и более затруднительным.

3. Городское и портовое хозяйства

Бакинская бухта

При дальнейшем падении уровня на 1—2 м на эту же величину придется углублять все каналы и ковши.

Так как из строя вышел ряд доков, придется их или перестраивать, или заменять дорогими — плавучими; перестраивать придется и причалы.

В результате обсыхания берега и затапливания пляжа канализационными водами, т. е. заражения бухты и берега, намечено устройство второй набережной, причем согласно составленному техническому проекту затраты на это мероприятие составят 44 млн. руб.

Ввиду обсыхания водозабора ТЭЦ станет необходимым его переустройство, на что потребуется 3—5 млн. руб.

Кроме того, следует отметить, что уменьшается охлаждающее влияние вод бухты на температуру воздуха Баку.

Красноводский залив

Здесь положение значительно хуже, чем в Бакинском порту. Меньшие глубины Красноводского залива (по сравнению с Бакинской бухтой) привели к тому, что в порту обсохли обширные водные площади, а также подходы к ряду поселков и промыслов, расположенных на берегах.

Почти полностью обсохла бухта Соймонова, на берегах которой расположены крупные нефтеперерабатывающие заводы, требующие немалого количества холодной воды, а вследствие снижения уровня температура воды стала выше, что вызывает дополнительные расходы на ее охлаждение. Для подведения воды в бухту Соймонова необходимы капиталовложения порядка 30—50 млн. руб.

Удлинились каналы, увеличилось ремонтное черпанье в каналах и у причалов.

В Красноводске ухудшились климатические условия, так как объем воды в бухте сократился примерно на 30% и уменьшилось охлаждение воздуха.

При снижении уровня моря еще на 1—2 м условия в Красноводском заливе еще более ухудшатся. Попытку улучшить положение в заливе путем прорытия канала через косу нельзя признать удачной, так как канал будет быстро заноситься при входе, и его необходимо будет удлинять; кроме того, все равно придется перестраивать причалы, вести дноуглубительные работы в каналах, у причалов. Общая стоимость проектных работ — 300 млн. руб., причем проект не учитывает реконструкции бухты Соймонова.

Линия уреза отойдет от современной еще на 3—4 км.

То же можно сказать и о портах Махачкала, Бекташ и др.

4. Сельское хозяйство

В дельте Волги было развито полевое сельское хозяйство, садоводство, огородничество, животноводство. Ныне положение осложнилось из-за недостатка воды. В результате возникла необходимость в сооружении

ряда сложных оросительных и обводнительных систем стоимостью в несколько сот миллионов рублей.

Снижение уровня моря повлекло за собой и снижение уровня грунтовых вод, которые южнее Форта Шевченко питали обширные огороды, ныне заброшенные. В будущем, при падении уровня моря еще на 1—2 м, положение еще ухудшится. Необходимо создание общего плана реконструкции Прикаспийского с. х.

5. Нефтяное хозяйство

Для нефтяного хозяйства работа при переменном уровне (главным образом при его падении) весьма затруднительна:

— некоторые морские вышки труднодоступны как с суши, так и с моря;

— обсохли водозаборы нефтеперерабатывающих заводов;

— вследствие обмеления облегчились условия льдообразования: в Северном Каспии стали скапливаться более мощные льды, которые за последние пять лет дважды проникали до Апшерона, причинив здесь убытки в сумме не менее 100 млн. руб. При снижении уровня моря еще на 1—2 м положение значительно ухудшится. Предложений по борьбе со льдами пока не имеется.

Правда, снижение уровня Каспийского моря приведет к обсыханию обширных площадей и к уменьшению глубин у морских вышек, что может улучшить условия добычи нефти. Вопрос о влиянии уровня Каспийского моря на нефтяное хозяйство остается далеко не во всех отношениях ясным.

6. Химическая промышленность

Особо острым за последние годы стал вопрос добычи сульфата в заливе Кара-Богаз-Гол. Уменьшение стока в залив, происшедшее за счет снижения уровня Каспийского моря, неблагоприятно изменило состав его воды. Осложнилась технология процесса добычи сульфата. Добыча его уменьшилась, а стоимость увеличилась. В недалеком будущем залив должен полностью отшнуроваться от моря, что не только осложнит добычу сульфата, но не исключена также возможность засоления прилегающих пространств солью, которая будет выноситься ветром с поверхности обсохшего залива. В настоящее время сульфат получают из рассолов в пластах соли.

Однако при этом необходимо, чтобы в залив вода поступала в количестве 3—4 км³ в год. Каждый 1 км³ воды, поступающей в залив Кара-Богаз-Гол, снижает уровень моря на 0,25 см. В 1957 г. в залив должно поступить 8 км³, что поведет к снижению уровня Каспийского моря на 2 см. Необходимо регулирование стока.

Все сказанное выше приводит к выводу, что положение в отношении уровня Каспия тревожно. Необходимо какие-то крупные мероприятия, которые смогли бы приостановить, а затем и устранить все неблагоприятные последствия падения уровня по возможности для всех отраслей народного хозяйства, что вполне возможно.

II. СЕВЕРО-КАСПИЙСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ. ЕГО ЗНАЧЕНИЕ И СТОИМОСТЬ

1. Общие сведения

Ожидаемое к 1970 г. дальнейшее снижение уровня Каспийского моря еще на 1—2 м сильно изменит облик Каспийского моря, особенно северной части его, и нанесет нашему народному хозяйству убытки; поэтому издавна составлялись проекты по улучшению положения на Каспийском море. Большинство проектов предусматривалась переброска вод смежных бассейнов рек и морей, в первую очередь вод рек Севера. Однако по расчетам автора проекта Г. В. Дмитриева, в результате такой переброски при благоприятных условиях вода сможет быть подана в количестве 41 км³ только с 1970 г., а к этому времени Каспийскому морю при падении уровня моря еще на 1 м будет не хватать 1300 км³ воды. Если бы даже не было дальнейших потерь, то эти недостающие 1300 км³ можно было бы подать в течение 42 лет, т. е. к 2000 году, что не может устроить рыбное хозяйство.

Имелись проекты переброски вод Азовского и Черного морей, а также отчленения заливов Каспийского моря — Кайдак, Комсомолец, Кара-Богаз-Гол. Однако все эти проекты были признаны нецелесообразными. К тому же Кайдак и Комсомолец уже отшнуровались сами собой, остался только отмирающий залив Кара-Богаз-Гол.

Как же обстоит дело с проблемой улучшения положения на Каспийском море в настоящее время?

Анализируя создавшееся положение на Каспии и считая, что в ближайшее время подать извне достаточное количество воды для поддержания оптимального уровня всего моря невозможно, мы пришли к идее локального регулирования моря, стараясь по возможности наиболее комплексно удовлетворить все отрасли народного хозяйства, связанные с Каспием. Предлагается регулировать уровень не всего моря, а только той его части, где это будет найдено необходимым. Так, например, в будущем водному транспорту вход в Бакинскую и Красноводскую бухты, в заливы им. Кирова, Бекташский, Кайдакский будет затруднен; тяжелые условия создадутся также для плавания в северной части Каспийского моря; трудно доступными станут входы в реки Волгу и Урал и др. Если бы в этих местах удалось повысить уровень, притом по возможности недорогими мероприятиями, задача была бы решена.

Мы предлагаем соорудить дамбу (плотину), которая начиналась бы на 30 км ниже Каспийска, на западном берегу Северного Каспия, от одного из бугров Бэра, и далее протягивалась бы примерно на расстояние до 40 км на восток, к Волго-Каспийскому каналу. Отсюда до 64-го км с двух сторон канала мы предлагаем соорудить две дамбы. От 64-го километра дамба пойдет на восток до 255-го километра. Здесь также предполагается соорудить две плотины длиной около 28 км, примерно в юго-восточном направлении. Западная дамба повернет к о-ву Кулалы, а восточная подойдет к о-ву Морскому, на котором дамбы не будет. От южной оконечности о-ва Морского протянется плотина длиной 2 км. Отсюда дамба повернет на восток, к п-ву Долгому, и закончится на 375-м километре. Таким образом, общая протяженность дамбы составит 427 км.

Этот проект отличается наличием двух каналов; оба они запроектированы судоходными и рыбоходными. Кроме того, сооружение восточного

мы дадим не с исчерывающей полнотой, а лишь применительно к тем практическим задачам, которые возникли при составлении схемы Северо-Каспийского водохранилища.

б) Морфометрия Северо-Каспийского водохранилища

Площадь водного зеркала северной части Каспийского моря (при отметке 326 см) равна 111 тыс. км².

Приводим данные о водной поверхности Северного Каспия и Северо-каспийского водохранилища (в тыс. км²), причем за нулевую отметку принято 326 см по бакинскому футштоку.

Таблица 2

Отметка уровня моря от среднего многолетнего, м	Площадь			
	Северный Каспий (по Б. А. Аполлову)	Северо-Кас- пийского водохранили- ща (без дамбы)	между дамбой и южной грани- цей Северного Каспия	Северного Каспия при наличии дамбы *
1,24	126,0			
0,0	111,0	76,0	35,0	111,0
- 0,5	107,5	73,0	34,5	110,5
- 1,0	104,0	70,0	34,0	110,0
- 1,5	97,5	63,8	33,7	109,7
- 2,0	91,0	57,5	33,5	109,5
- 2,5	82,7	50,2	32,5	108,5
- 3,0	74,3	42,9	31,4	107,4
- 3,5	69,3	39,0	30,3	106,3
- 4,0	64,2	35,1	29,1	105,1
- 5,0	53,2	29,1	24,1	100,1
-10,0	13,8	8,0	5,8	81,8
-12,0	—	—	—	—
-23,0	0	—	0	—

* Числа этой колонки получаются суммированием постоянной площади Северо-Каспийского водохранилища (76 тыс. км²) с числами следующей колонки (при разном уровне моря).

Без Северо-Каспийского водохранилища при снижении уровня моря водная площадь Северного Каспия будет сильно уменьшаться и при снижении уровня моря на 2 м уменьшится в 2 раза (111 : 58,7). Водная площадь водохранилища всегда будет равна 76 тыс. км², а будет уменьшаться только площадь между дамбой и южной границей Северного Каспия: она сократится с 35,0 до 5,8 тыс. км². Вся акватория Северного Каспия при наличии дамбы будет меняться от 111,0 до 81,8 тыс. км², т. е. всего в 1,4 раза. При снижении уровня еще на 1 м (итого на 3,5 м) водная площадь Северного Каспия составит 106,3 тыс. км², т. е. сократится только на 4,7 тыс. км², или на 4,2%. Таким образом, при наличии дамбы площадь Северного Каспия от его принятой границы при снижении уровня моря останется почти неизменной, что, несомненно, будет иметь большое значение для рыбного хозяйства.

3. Дамба (плотина) Северо-Каспийского водохранилища

а) Основания для определения высоты дамбы

Высота дамбы определяется, исходя из нормального подпертого горизонта в верхнем бьефе водохранилища. В трудах Каспийской комиссии АН СССР как оптимальный был предложен уровень 1926 г., равный 263 см; принимаемый нами уровень в 289 см превышает его на 26 см.

Высота дамбы определяется: средним уровнем водохранилища — H_0 , нагоном воды — h_1 , высотой волны — h_2 , набеганием волны на откос — h_3 , запасом в высоте дамбы — h_4 .

Нагон воды ветром принимается в размерах от 1,0 до 1,5 м. Направление дамбы принято такое, что больших нагонов быть не может; вода из средней части Каспия в северную поступать не будет.

Высота волны определялась по Браславскому при ветре скоростью 25 м/сек (табл. 3). При нагоне наибольшая глубина с северной стороны дамбы не будет превосходить 7 м.

Таблица 3

Высота волны (по Браславскому)

Глубина, м . . .	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0
Рагон, км	1,5	3,0	5,0	6,0	7,5	9,0	12,0	14,0	17,0	25,0	30,0
Высота волны, м	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8

Возвышение гребня волны над средним уровнем принимаем равным $0,7 h_2$. Возвышение гребня Δh над средним уровнем моря можно принять равным $0,56$ высоты волны.

Набегание волны на откос — h_3 , по Н. И. Джунковскому, равно $0,64$ высоты волны.

Общее возвышение над средним уровнем моря

$$H = h_2 + h_3 = (0,56 + 0,64) h_2, \text{ или } 1,2 h_2.$$

Кроме того, запас над нагоном, высотой волн и набеганием на берег — от 0,8 до 1,9 м. Для дамб, сооруженных на северном побережье Германии и в Голландии, возвышение над наибольшим нагонным уровнем и верхом дамбы составляло 2,2—3,5 м. Прорыв этих дамб стоил бы многих тысяч жизней. В нашем случае этой угрозы нет, и мы принимаем возвышение гребня над наиболее высоким нагонным уровнем от 2,0 до 2,6 м, что для данного случая считаем вполне достаточным.

б) Определение объема земляных и каменных работ по сооружению дамб

Уровень в водохранилище предусматриваем на 1,5 м выше уровня 1940 г. и на 2,0 м выше современного. Откосы дамб принимаем 1 : 3 или 1 : 4, ширину дамб — от 3 до 8 м. В Голландии и Северной Германии только у одной дамбы наибольшая ширина достигает 8 м, большинство же их имеет ширину от 3 до 5 м. Мы принимаем ширину в 8 м только в тех местах, где в будущем возможно проведение железной дороги.

На Каспийском море известны три случая сооружения дамб: в Ашшеронском проливе — длиной 1,3 км; к о-ву Песчаному близ Баку — 3,4 км; ниже Искусственного о-ва на восточной бровке канала при глубине 2,5—3,0 м примерная длина дамбы 3,0 км. Эти дамбы имеют сравнительно слабое крепление.

Проектируемая дамба пройдет по естественным глубинам, которые, как предполагается, к 1970 г. не превысят 5,5 м.

Крепление откосов дамб. По Б. А. Пышнину, толщина слоя крепления зависит от высоты волны h_2 :

при $h_2 = 3,0$ м крепление	0,75 м
» » 2,5 » »	0,60 »
» » 2,0 » »	0,50 »
» » 1,5 (1,0) м »	0,32 (0,25) м

В районе проектируемой нами дамбы высота волны не превысит 1,8 м, чему соответствует толщина крепления в 0,43 м. Нами принимается толщина крепления от 0,5 до 0,6 м (т. е. фактически для волны высотой 2,0—2,5 м). Считаем, что 25% вынутаго грунта будет потеряно.

Стоимость земляных работ принимаем 8 руб за 1 м^3 , стоимость каменных работ — 80 руб за 1 м^3 .

Таблица 4

Характеристика дамб

№	Длина, км	Ширина, м	Откосы		Слой крепления, м		Объем работ, тыс. м^3		Стоимость, млн. руб.		Общая стоимость, млн. руб.
			внутренний	внешний	внутренний	внешний	земляных	каменных	земляных	каменных	
I	0—20	8	1:3	1:4	0,5	0,0	2060	96	16,48	7,68	24,16
II	20—40	8	1:3	1:3	0,5	0,5	4238	320	33,90	25,60	59,50
III	40—64	8	1:4	1:3	0,0	0,5	5880	240	47,04	19,20	66,24
IV	40—64	5	1:3	1:3	0,0	0,5	3281	240	26,25	19,20	45,45
V	64—255	8	1:3	1:3	0,6	0,6	68048	4975	544,38	398,00	942,38
VI	255—288	8	1:3	1:4	0,6	0,0	8554	423	68,43	33,84	102,27
VII	255—300	5	1:4	1:3	0,0	0,60	8876	380	71,01	30,40	101,41
VIII	306—375	8	1:3	1:4	0,6	0,0	10027	688	80,22	55,04	135,26
							110964	7362	887,71	588,96	1476,67

Дамба Укательная

IX	0—40	3	1:3	1:3	0,6	0,6	2560	560	20,5	44,8	65,30
							113524	7924	908,91	633,16	1541,97

Из табл. 4 видно, что объем работ сравнительно невелик, так как дамба проходит по малым глубинам.

Поэтому стоимость ее от начала до 375-го километра составит:

Земляные работы (110,9 млн. м ³)	888 млн. руб.
Каменные » (7,4 »)	590 » »
Итого	1478 млн. руб.
Укатный осередок дамбы (0—40 км)	65 млн. руб.
Итого	1543 млн. руб.
Стоимость работ по рекам Долгой и Чапурьей составит примерно	48 млн. руб.
Всего	1591 млн. руб.

Округляя, получим общую стоимость сооружения дамбы в 1,6 млрд. руб. Сооружение этих дамб не потребует дефицитных материалов, будут необходимы только земляные и каменные работы (камень имеется на Мангышлаке в изобилии). При дальнейшем уточнении стоимости сооружения дамб, вероятно, может быть еще снижена.

4. Геологическая характеристика района трассе дамбы

На основании инженерно-геологических работ 1939—1949 гг. можно дать приближенную картину строения дна по трассе дамбы. По материалам, полученным в результате бурения до глубины 8—10 м на ближайших к дамбе участках, были вскрыты лишь верхние горизонты нижне-четвертичных отложений. Наиболее изучены участки дамбы от 0 до 64-го и от 165 до 230-го км, где непосредственно по трассе или вблизи нее в 1939 г. велось бурение. Следует отметить невыдержанность слоев как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях, поэтому при бурении скважины следует располагать в небольшом удалении одну от другой.

В результате бурения установлено, что от Каспия к бровковому знаку, Чистому банку и до поднятия дна у п-ва Мангышлак у 240-го километра дамбы залегают пески и суглинки. На 265-м километре, где дамба имеет наибольшую высоту, отмечены песок, супесь и суглинки. На глубине 4—7 м залегают пески, которые будут являться надежным основанием для дамбы.

5. Грунты дна северной части Каспийского моря

По трассе дамбы в направлении с З на В сначала идут пески с примесью ракушек; затем, после поворота ее на ССЗ, идут сначала пески с ракушкой, а затем на небольшом протяжении черные илы с песком и ракушкой. Далее дамба идет на СВ; здесь грунт дна сложен песком с ракушкой. У 225-го километра дамба поворачивает на ЮВ и проходит по пескам с ракушкой и лишь незначительное расстояние — по черному илу с песком и ракушкой. До о-ва Кулалы дамба пройдет преимущественно по пескам или пескам с ракушкой. Участок от о-ва Морского до о-ва Долгого также проходит по пескам с примесью ракушек. Таким образом, дно трассы дамбы вполне преимущественно песком и ракушкой.

6. Каменные карьеры на п-ве Мангышлак

Для определения запасов камня на Мангышлакском полуострове в сентябре 1951 г. Каспийской экспедицией Института океанологии АН СССР было произведено рекогносцировочное обследование района

мыса Тюб-Караган, начиная от Нижнего Тюб-Караганского маяка, расположенного на южном берегу залива, и далее приблизительно на 12—14 км к северу.

Берег в этом районе возвышенный, достигающий 150-метровой высоты; местами он обрывисто спускается к морю, местами — это низменная узкая полоса, сложенная песком, ракушкой и обломками камней. Берег приглубый, с песчаным, иногда каменистым, дном. Моторный катер «Снайпер», имеющий осадку 1,8 м, смог приблизиться к берегу на расстоянии 30 м. В прибрежной полосе, в 200 м от Нижнего Тюб-Караганского маяка, имеются россыпи камня в виде отдельных глыб известняка диаметром от 1 до 15 м и гальки, засыпанной песком. Глыбы представляют собой ракушечник, иногда плотно сцементированный, но нередко рыхлого сложения, легко выветривающийся.

На высоте первой террасы, расположенной примерно на 30—50 м выше уреза воды, встречаются каменные глыбы, сходные с упомянутыми выше. Замечены также отдельные выходы хорошо окатанных глыб и глинистого сланца.

К северу, в 1 км от каменного выступа скалы, напоминающей Сфинкс, идут россыпи камня, большей частью ракушечника, засыпанного песком; россыпи образованы разрушением верхней части плато. Цвет камня белый или желтоватый.

На протяжении примерно 3 км было встречено несколько промытых балок с большими россыпями камня. Наибольшая балка имеет в длину около 500 м; она сильно промыта и завалена обломками известняка, частично выветрелого, и находится над первой береговой или под верхней террасой; объем завала — примерно 5—6 тыс. м³. Камень здесь большей частью ракушечник, в значительной степени выветрелый. В обрыве первой береговой террасы часто просматриваются слои, а также отдельные глыбы известняка. На верхней террасе, представляющей собой обширное плато, разбросан мелкий камень, засыпанный песком; на расстоянии примерно 500 м от бровки террасы плато обнажено; на северном краю плато рассечено большими трещинами, образующими ряд ущелий, достигающих 30—40 м глубины. Отделившиеся слои имеют столбчатое строение и смещены вниз. Часто отдельные столбы опрокинуты или совершенно разрушены и представляют беспорядочные нагромождения обломков. Хорошо просматривается чередование рыхлых и плотных слоев. Запасы камня здесь составляют примерно 20 млн. м³.

Среди обвалов было обнаружено залитое водой понижение с бортами, сложенными мелкодробленными породами; оно удобно для сооружения водохранилища. Вода в источнике на дне впадины чуть солоноватая, с горьким привкусом, прохладная.

Эта впадина позволит собрать не менее 3 млн. м³ воды, а если поднять наиболее низкую часть ее берега, — то и 5 млн. м³. Прибрежная полоса северной части мыса Тюб-Караган в районе исследуемой впадины сложена гравием, смешанным с песком и мелкодробленной ракушкой. Обрыв террасы более пологий, каменистый, со слабо выраженной слоистостью. Примерно в 7—8 км севернее Тюб-Караганского маяка имеется родник с солоноватой водой. Вода родника доходит до моря.

Далее береговая полоса представляет узкий пляж, круто спускающийся к морю; он сложен мощными слоями с вертикальными трещинами и мощными обвалами каменных глыб у подножия клифа. Россыпи камней перемешаны с песком.

Подсчитан примерный запас песка и камня у одной из бухточек, между двумя мысами; на расстоянии примерно 400 м этот запас равен

30 тыс. м³. Песок, смешанный с ракушей и мелким гравием, имеется и около мысов, близко подходящих к воде. У самых мысов лежат более крупные камни. пляж между мысами хорошо развит; мощность песчаных слоев не была определена ввиду недостатка времени. Здесь легко может быть добыто необходимое для сооружения дамбы количество камня (7,4 млн. м³).

7. Водный баланс Северо-Каспийского водохранилища (к 1970 г.)

Таблица 5

Приход воды, км ³		Расход воды, км ³	
р. Волга	220*	Испарение (с поверхности)	76
р. Урал	5	Фильтрация через дамбу	5
Атмосферные осадки (180 мм на 78 000 км ²)	14	Сток на реки Долгую и Чапурью	4
		То же на Волго-Каспийский канал	78
		• на Кузалинский канал	76
Всего	239	Всего	239

* Величина стока Волги у Сталинграда за 1936—1955 гг. — 232,9 км³, потери по пути и морю — 13 км³.

8. Ледовый режим Северо-Каспийского водохранилища

По своему ледовому режиму Северо-Каспийское водохранилище будет напоминать уже существующие водохранилища. Замерзание в нем будет происходить (относительно прежнего режима) на 10—15 дней раньше. Это связано с тем, что не будет водообмена со Средним Каспием.

Замерзание происходило в среднем у Астрахани 14 декабря, у Четырехбугорного маяка — 19 декабря, т. е. на 5 дней позже. Средний срок появления сала у Астрахани — 3 ноября, у Четырехбугорного маяка — 2 декабря, т. е. на месяц позднее. Река очищалась ото льда в среднем у Астрахани — 25 марта, у Четырехбугорного маяка — 14 марта; после сооружения Северо-Каспийского водохранилища ледовые процессы будут идти почти одновременно как у Астрахани, так и в водохранилище.

Наибольшая толщина льда на взморье у Четырехбугорного маяка доходила до 47 см, обычная же толщина льда составляет 20—30 см. В восточной части Северо-Каспийского водохранилища толщина льда будет такой же, как ныне.

Северо-Каспийское водохранилище задержит основную массу льда, что будет благоприятно для нефтяной промышленности, так как морские нефтяные промысла (вышки, эстакады) будут свободны от плавучих льдов.

К югу от дамбы льдообразование будет затруднено, потому что теплое течение, идущее с юга вдоль восточного берега, пойдет вдоль дамбы на запад и подойдет к району о-ва Тюленьего, к о-ву Чечень и тем самым затруднит образование здесь льдов, что явится весьма важным облегчением для нефтяной промышленности. Сокращение же навигации в Северо-Каспийском водохранилище примерно на 20—25 дней не будет играть существенной роли, так как открытие навигации связано

с состоянием льдов у Астрахани, которое будет почти совпадать с ледовыми явлениями в Северо-Каспийском водохранилище. Кроме того, уловы рыбы не связаны тесно со вскрытием и замерзанием этого района.

9. Расчет канала

Для сброса 152 км³ воды в год запроектированы два канала; один из них пройдет по теперешнему Волго-Каспийскому каналу, второй — к о-ву Кулалы.

После выемки земли на сооружение дамбы ширина Волго-Каспийского канала составит 150 м при средней глубине 4,7 м.

Падение воды в канале на длине 24 км составит 3 м, скорость будет 1,21 м/сек.

При ветрах с севера в голове канала (первые 64 км) возможен нагон, а на выходе в море — сгон. Если падение увеличится еще на 1,5 м, т. е. будет составлять 4,5 м, то скорость в канале достигнет 1,49 м/сек. (однако такие случаи будут очень редки). Скорость на бровках при средней глубине 2,5 м составит 0,9 м/сек, при падении уровня на 4,5 м — 1,07 м/сек.

По Волго-Каспийскому каналу надо будет сбросить 78 км³/год (по Кузалинскому каналу — 76 км³/год, или 2470—2410 м³/сек). Общая ширина канала между дамбами: 150 + 692 = 842 м. Кузалинский канал будет иметь длину в 30 км; средняя глубина его 4,0 м, при падении уровня на 3 м скорость в этом канале будет равна 1,0 м/сек.

Для регулирования расходов воды в каналах можно иметь железные баржи, которые удобно затапливать в нужном месте, придавая им различные положения и тем сужая канал: две баржи уменьшат расход на 400 м³/сек. На выходе каналов будут постепенно образовываться дельты, что удлинит каналы.

10. Реки Чапурья и Долгая

Ниже Каспия (Лагани) между буграми Бэра пройдет р. Чапурья. Ее длина составит 50 км. В море она поступит ниже Чапурьей косы. Сечение этой реки — 100 м².

Объем земляных работ составит 3 млн. м³. Стоимость сооружения реки не превысит 20 млн. руб. При падении уровня на 3 м скорость течения будет равна 0,60 м/сек, общий же расход воды в реке составит 60,3 м³/сек, в год — 2 км³.

Для создания р. Долгой потребуются такие же работы; пропускать она будет тоже 2 км³ воды в год. Стоимость ее сооружения — 28 млн. руб.

III. НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ БУДУЩЕГО СЕВЕРО-КАСПИЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Сооружение водохранилища на Северном Каспии, подняв его уровень на 2 м над современным, принесет с собой большие выгоды для народного хозяйства.

Многие ученые и практики (Державин, Шевяков, Кожин, Виноградов, Широков, Россолом, Вознесенский, Танасийчук, Борисов, Богданов, Бердичевский, Пахомова, Веселова, Архипова и многие другие) высказывались за дальнейшую разработку проекта как мероприятия, способного комплексно разрешить стоящую перед народным хозяйством Каспия большую проблему и устранить создавшиеся неблагоприятные условия в районе Каспийского моря. Ими подчеркивалось, что самое важное требование — повышение уровня Северного Каспия — проектом

достигается и в результате вызовет к жизни многие положительные явления. Их соображения нашли место в выступлениях на Астраханской конференции в сентябре 1956 г., что и отражено в резолюциях. С сооружением дамбы Северный Каспий будет восстановлен в границах 1930 г.

Рыбное хозяйство

Оживут в дельте Волги, в ее старых границах, обширные обсохшие или полуобсохшие районы, такие, как «Синее море» — излюбленное место лова, восточные и западные ильмени, районы Ганюшкино, Лагани. Оживет и дельта р. Урал. Рыбные заводы смогут работать на полную мощность, и берега моря в пределах Казахской республики также возвратятся к жизни.

На выходах в море речной сети дельты Волги глубина возрастет на 1,5—2,0 м от современной, т. е. все протоки станут судоходными, и путь ловцов в море значительно сократится. Отпадет необходимость переноса ряда ловецких поселков и промыслов; многие переселенные села можно будет вернуть на их прежние места.

Вода половодий в устьях Волги будет проходить при более высоком уровне, что значительно увеличит заливаемую площадь.

В предустьевом морском пространстве дамба частично пройдет там, где ныне суша, и создаст на этом участке обширную акваторию с удалением от современного уреза на 50—80 км.

Водоохранилище задержит планктон и те питательные вещества, которые при отсутствии дамбы были бы вынесены далеко в море.

Так как глубина будет большей, дамба замедлит процесс льдообразования. В то же время она задержит лед в северной части моря, однако навигация начнется, как обычно: вскрытие у Астрахани всегда происходит на 20—25 дней позднее. Опыт показал, что время вскрытия на Северном Каспии не влияет на улов рыбы.

Условия лова будут более благоприятными: волнение в водоохранилище уменьшится, не будет откосов льда, ловцы смогут за дамбой укрываться от сильных южных ветров; на дамбе можно будет принимать рыбу от ловцов, здесь же возможно и строительство рыбозавода. На каналах может быть организован плановый лов рыбы. В восточной части Северного Каспия можно будет поддерживать необходимую для рыбного хозяйства соленость. Это, конечно, далеко не все, что дает сооружение дамбы рыбному хозяйству.

Речной транспорт

При сооружении водоохранилища восстановится движение судов на многих заброшенных линиях; не потребуются дорогостоящие дноуглубительные работы на выходах в море; каналы не будут заноситься, и в течение ближайшего ряда лет дноуглубительные работы будут лишними. В дальнейшем заносимость будет меньше, так как при поднятии уровня моря процесс эрозии в устьевых участках будет ослаблен.

Морской транспорт

Устройство дамбы увеличит глубины, удовлетворяя тем основное требование морского флота, и полностью ликвидирует дноуглубительные работы на Северном Каспии на ряд лет. Устройство дамбы сократит размеры моря, что уменьшит и величину сгонов и нагонов, а также высоту воли, сократит длину пути по узкому Волго-Каспийскому

каналу. Между дамбами легко создать порт. При глубине на бровках 2,5 м большая часть флота пойдет по бровкам, — ширина между дамбами превысит 800 м. Создастся удобный глубокий путь к форту Шевченко. Параллельно всем дамбам за счет выемки грунта на дамбы будут созданы глубокие и широкие каналы.

В Бакинском порту намечались большие дноуглубительные работы — шлюзование Бакинской бухты полностью ликвидирует необходимость в этом. Войдут в строй доки, — станет ненужным заказ плавучего дока. Дамба полностью защитит порт от волнения, сделает ненужным устройство второй набережной. А главное, проект даст возможность осуществить требование портовиков — иметь постоянный, неизменный уровень.

В Красноводском порту производится реконструкция порта с проведением канала, перерезающего косу. Стоимость всех работ — 150 млн. руб. Но этот проект не согласован с улучшением водозабора из бухты Соймонова для крупнейших нефтеперерабатывающих заводов и будет стоить десятки миллионов рублей. При отступании моря от Красноводска возникнет необходимость в углублении и удлинении каналов, в устройстве причалов большей протяженности. Однако все это отпадет при шлюзовании порта.

Сельское хозяйство и животноводство

Известный климатолог А. В. Вознесенский давно писал, что в случае падения уровня Каспия на юго-восток страны надвинется «дыхание пустыни», и сельское хозяйство будет поставлено в чрезвычайно трудные условия. В настоящее время воздух в этом районе стал суше, усилились суховеи, наступило маловодье, от чего уже сильно пострадали садоводство, огородничество, животноводство. Здесь возникла необходимость в искусственном обводнении и орошении, причем согласно проектам стоимость этих мероприятий выразится в сотнях миллионов рублей. Сооружение дамбы устранит отмеченные трудности и принесет сельскому хозяйству большие выгоды. На Мангышлак будет подава вода в неограниченном количестве, что позволит эксплуатировать его богатства.

Нефтяное хозяйство

Как уже было сказано, с падением уровня глубина моря уменьшилась на 2,5 м, ряд морских нефтяных вышек переведен в береговые, а ожидаемое дальнейшее падение на 1 м вызовет еще большие осложнения. Падение уровня у морских вышек, которые установлены ныне на глубине 4 м, затруднит их эксплуатацию. В результате падения уровня глубина в северной части Каспийского моря уменьшилась почти вдвое. Запас тепла в воде Северного Каспия намного уменьшился, что способствует образованию здесь тяжелых льдов, выносы же их, наблюдавшиеся за последнее пятилетие дважды, создают серьезную угрозу для нефтяных морских вышек и эстакад. Дамба отклонит к западу теплое течение, идущее на север вдоль восточного берега, отеплит район о-ва Чечень и улучшит ледовую обстановку.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Снижение уровня Каспийского моря на 2,5 м приносит нашему народному хозяйству убытки, исчисляемые ежегодно в сумме сотен млн. руб. С понижением уровня еще на 1—2 м положение ряда отраслей народного хозяйства может сделаться еще более тяжелым, если не будут приняты необходимые меры.

Для предотвращения этой угрозы может оказаться полезной переброска вод рек Севера. Однако Г. В. Дмитриев считает, что ежегодное изъятие воды в 1970 г. достигнет 41 км³. Это почти точно соответствует тому объему переброски воды с севера, который на данное время представляется технически обоснованным. Иначе говоря, переброска вод северных рек не повысит уровня Каспия.

Сооружение Северо-Каспийского водохранилища одобрено на ряде совещаний, ему уделено внимание Госплан и другие авторитетные организации. Основная цель создания водохранилища — помочь рыбному и сельскому хозяйствам. Биологическая сторона сооружения этого водохранилища сложна и ее изучение должно быть включено в план работ научно-исследовательских институтов, в частности, ВНИРО.

Газета «Волга» провела анкету о Северо-Каспийском водохранилище, о переброске вод северных рек и о питании Каспия водами Черного и Азовского морей. Против переброски вод рек Севера почти не было возражений; предложение о создании Северо-Каспийского водохранилища было поддержано большинством приславших анкеты, предложение же о переброске вод Черного и Азовского морей получило на совещании в Астрахани в 1956 г. отрицательную оценку.

В настоящее время предлагаемая нами схема является пока единственной: она решает не только проблему Северного Каспия, но и всего моря комплексно, т. е. с учетом интересов всех заинтересованных отраслей народного хозяйства.

Объем воды, необходимый для доведения уровня в водохранилище до проектной отметки, составляет 140 км³. Наполнение может быть осуществлено за 2—3 года. Наличие водоема позволит сохранить и умножить рыбные богатства этого бассейна.

Переброска вод рек Севера весьма желательна, однако следует учесть, что, по мнению автора этого проекта Г. В. Дмитриева, при осуществлении намеченной переброски вод северных рек при благоприятных условиях эти реки смогут начать подавать воду в Каспийское море только с 1970 г.

Проблема Каспийского моря весьма сложна, и она должна быть решена комплексно. Для ее разрешения необходимо создать авторитетный центр при АН СССР, — таково мнение участников совещания 1956 г. В этот орган должны войти гидрометеорологи, гидробиологи, нефтяники, химики, работники водного транспорта, сельского хозяйства, гидротехники. Только тогда проблема Каспийского моря может быть решена наиболее эффективно.

С. Н. Бобров

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАЛИВОВ ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАСПИЯ И ИХ БУДУЩЕЕ

Заливы Каспийского моря, имеющие большое экономическое значение, до сих пор изучены недостаточно. Между тем природа их претерпела особенно большие изменения в последнее время в связи со значительным падением уровня моря. Даем краткую современную и ориентировочную — будущую гидрометеорологическую характеристику восьми главнейших заливов и бухт восточного побережья Каспия (рис. 1): заливов Мангышлакского, Тюб-Караганского, Александр-Бай, Казахского, Кара-Богаз-Гола, Красноводского, Туркменского и бухты Бекташ.

1. МАНГЫШЛАКСКИЙ ЗАЛИВ

Мангышлакский залив вдается в восточный берег северной части Каспийского моря между западным берегом п-ва Бузачи и северным берегом п-ва Мангышлак. Вершина Мангышлакского залива носит название залива Кочак, а к западу от залива Кочак изгибом берега образован залив Сарыташ. Длина Мангышлакского залива по параллели — около 93 км, ширина входа в него — 65 км.

Восточный берег Мангышлакского залива тянется от западной оконечности п-ва Долгий сначала на 44 км к ЮЮВ, а затем на 24 км к ВЮВ, где он ограничивает с севера залив Кочак. На всем протяжении этот берег низменный и окаймлен осушкой. П-ов Долгий, отходящий от западного берега п-ва Бузачи, окаймлен полосой осушки, простирающейся на значительное расстояние от береговой черты. В связи с падением уровня моря и широкой полосой осушки восточная береговая черта Мангышлакского залива не имеет резко очерченных границ. Южный берег залива протяженностью свыше 100 км представляет собой возвышенное плато. Он изрезан оврагами, балками, руслами ручьев и имеет обрывистый, ступенчатый склон в сторону моря. Здесь почти вплотную к берегу подступают горы. Между мысом Тюб-Караган и заливом Сарыташ горы тянутся сплошной линией и имеют почти одинаковую высоту. Растительность на берегах Мангышлакского залива скудная, несколько обильнее она лишь в оврагах и долинах.

При входе в залив с запада на отмели, отходящей от его восточного берега, расположена группа островов наносного происхождения, носящих общее название Тюленьи острова. К ним относятся о-ва Новый, Подгорный, Рыбачий, Морской и Кудалы. Все острова низкие, узкие, вытянуты с С на Ю. Проход между ними возможен только на судах с малой

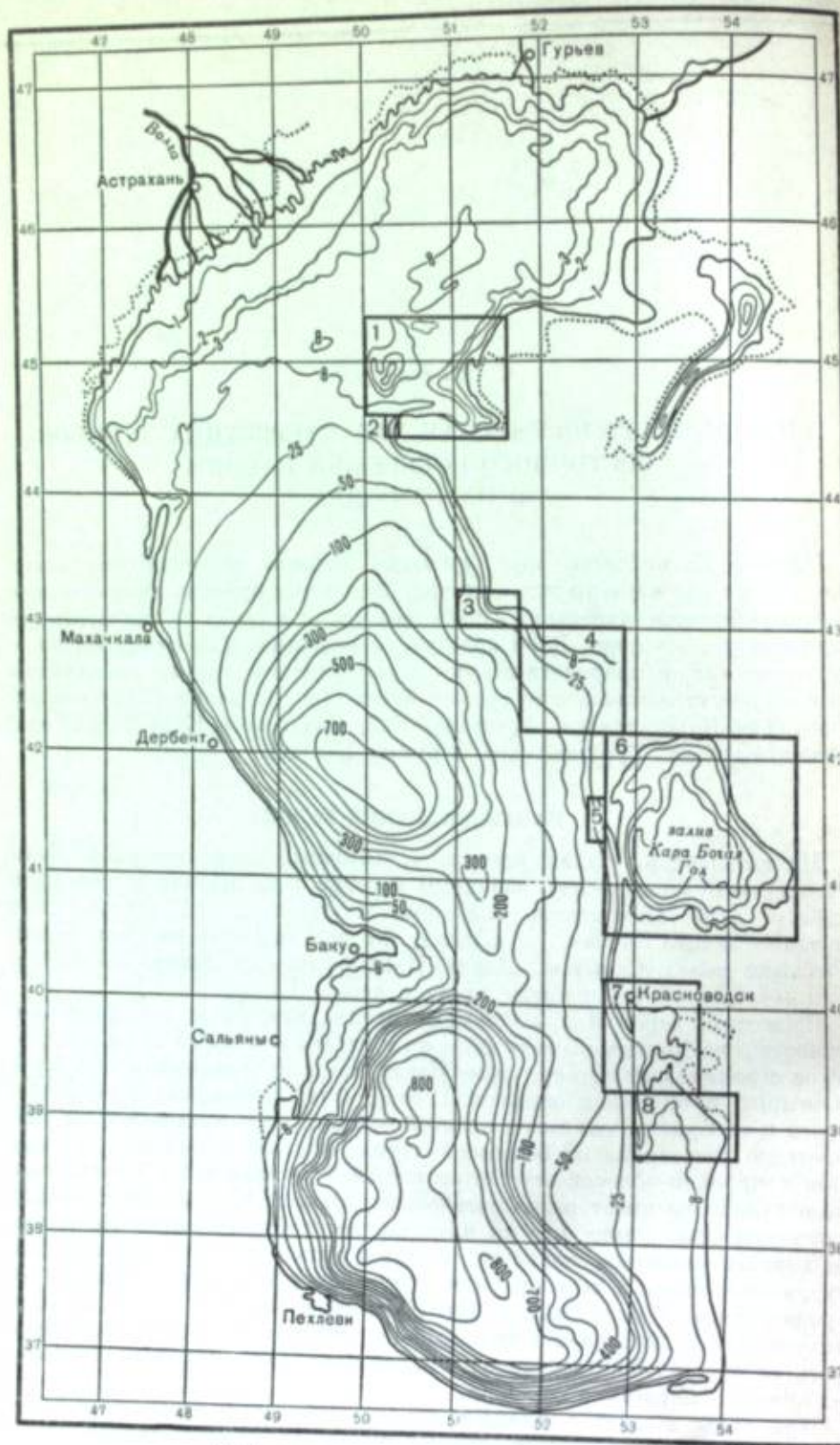


Рис. 1. Заливы восточного побережья Каспия:

— Мангышлякский; 2 — Тюб-Караганский; 3 — Александр-Бай; 4 — Кавказский; 5 — бухта Бентам; 6 — Кара-Богаз-Гол; 7 — Красноводский; 8 — Турименский.
 Примечание. Глубины в м приведены к уровню Каспийского моря 1940 г., соответствующему отсчету 139 см по базисному футитону в 126 см — по красноводскому (на 2 м ниже среднего многолетнего уровня моря).

осадкой. К берегам Тюленьих островов течением приносится большое количество морской травы, которая перемешивается с илом и гниет, распространяя специфический запах.

Самый крупный из этой группы островов о-в Кудалы. Он лежит у входа в залив, в 83 км к З от п-ва Долгий и в 23 км к ССЗ от мыса Тюб-Караган, и имеет форму дуги, вытянутой в меридиональном направлении. Длина острова — 26 км, ширина — около 1,8 км. Величина и форма острова постоянно изменяются от наносов; наибольшему изменению подвержены его оконечности, которые непрерывно удлиняются к В и СВ. Остров этот низменный, только в средней его части у западного берега расположены невысокие песчаные холмы. Растительность на острове скудная, но все же ее больше, чем на берегу материка в этом районе. В северной части острова расположен небольшой поселок. В районе поселка у восточного берега острова имеется пристань, но подход к ней возможен только для катеров и судов с малой осадкой.

В 18,5 км к востоку от северной части о-ва Кудалы расположен остров Морской. Это невысокий остров; западный берег его несколько ниже восточного и порос густой растительностью. Вся северная часть острова низменная, а от его средней части почти до южной оконечности вдоль восточного берега тянется цепь песчаных бугров. Отмель, окаймляющая берега острова, сохнет на расстояние от 5,5 до 15,0 км.

У западного и северного берегов о-ва Морского лежит большое количество мелких островков, а у его южной оконечности, представляющей собой узкую песчаную косу, расположен довольно значительных размеров низменный остров.

В 15 км к югу от о-ва Морской находится о-в Рыбачий. Он вытянут в меридиональном направлении на 7,5 км, ширина его около 1 км. Остров низменный, с ровной поверхностью. Берега острова окаймлены осушной отмелью.

В 16,7 км к востоку от о-ва Рыбачий расположен о-в Подгорный, который также окаймлен полосой осушки. В 14 км к северо-востоку от Подгорного лежит о-в Новый, являющийся самым малым по величине и самым восточным островом в группе о-вов Тюленьих.

У входа в залив с юга выделяется высокий, круто обрывающийся к морю мыс Тюб-Караган.

В 22,8 км к востоку от него расположен мыс Багараджик. Он выступает в море на 1,8 км от общей линии берега.

На 2,8 км к северу от общего направления берега и в 16 км восточнее мыса Багараджик выдается в море высокий мыс Джигалган. Он имеет несколько оконечностей, представляющих собой нагромождение множества камней, склоны которых обрывисты. От каждой из оконечностей мыса к северу простираются небольшие каменистые гряды; кромки гряд приглубы.

В 18,5 км к ВЮВ от мыса Джигалган находится мыс Ачи-Мурун, являющийся западным входным мысом залива Сарыташ и выступающий на 1,8 км к СВ от общего направления берега. Мыс низменный; прибрежные возвышенности вблизи него отступают в глубь п-ва Мангышлак.

Залив Сарыташ вдается в северный берег п-ва Мангышлак к востоку от мыса Ачи-Мурун. Ширина входа в залив — около 22 км, ширина залива — около 9 км. Берега залива низменные, и местами окаймлены песчаными отмелями. Горы здесь отступают к югу, образуя своеобразную котловину с пологими склонами, на востоке которой возвышается на 200 м приметная гора Унгоза. Дальше к востоку горы снова подходят к берегу на

расстояние до 1,8 км. Склоны их вершины обрывисты, ближе к морю они становятся пологими. На всем протяжении берега залива изрезаны оврагами и балками и покрыты скудной растительностью.

Залив Кочак вдается в берег на 22 км к ВЮВ. Северный берег залива низменный и отмельный, в отдельных местах обсыхающий на расстояние до 3,7 км. Вдоль южного берега залива простирается цепь гор, местами пересеченных небольшими оврагами и обширной долиной. Этот берег глинисто-песчаный и частично каменистый; он покрыт низкорослым кустарником, а местами — камышом.

Наибольшие глубины в Мангышлакском заливе находятся в его южной части (Мангышлакская бороздина). Здесь глубина превышает 5 м, у мыса Тюб-Караган достигает 12—14 м. К западу от восточного берега залива на расстояние около 93 км тянется отмель шириной до 46 км. У входа в заливы Сарыташ и Кочак глубина не превышает соответственно 3,5 и 5 м. Глубина в заливе Сарыташ, наибольшая у его входа, а к средней части уменьшается. Рельеф дна в заливе ровный. В нем имеется песчаная отмель, выступающая от мыса Ачи-Мурун, и местами в непосредственной близости от берега лежат надводные и подводные камни. На расстоянии около 9 км к северу от мыса Ачи-Мурун выступает отмель. Вблизи сел. Сарыташ, расположенного на южном берегу залива Сарыташ, имеются две пристани.

Грунт в Мангышлакском заливе преимущественно ил с песком и ракушей, у самого берега п-ва Мангышлак — песок и камень. В заливе Сарыташ грунт сложен залегающим неширокой полосой вдоль берега песком, а на остальной его площади — илом светлосерого цвета, у берегов о-ва Кулалы — песком с ракушей.

Течения в Мангышлакском заливе носят почти исключительно дрейфовый характер. При ветрах с ЮЗ и З в заливе наблюдаются нагон воды и течения — на восток. К северу от о-ва Кулалы при ветрах того же направления течение идет на В—СВ. При северо-западных ветрах также происходит нагон воды в залив и течение идет на ЮВ. При этих ветрах в придонных слоях течение идет к югу от о-ва Кулалы. Средняя скорость течения — около 0,1 м/сек. В заливе Сарыташ при ветрах с северо-запада течение идет на ЮВ, изменяя свое направление у берегов на восточное. Ветры, дующие с СЗ и ЗСЗ, нагоняют воду в залив Сарыташ, повышая его уровень на 14—20 см. При затишье после шквалистого ветра течение здесь направляется из залива, и уровень падает на 20—25 см. В заливе Кочак стон происходит при ветрах с Ю и ЮВ, а нагон — при ветрах с С и СЗ; уровень при этом изменяется на $\pm 0,6$ м.

Так как Мангышлакский залив прикрыт с моря островами и отмелью, волнение в нем не достигает большой силы. Тем более слабо волнение в заливах Сарыташ и Кочак, так как там разгон волны невелик. Высота волны в Сарыташе при ветре с СЗ не превышает 1 м. Навигация здесь длится 9 мес. — с начала апреля по декабрь.

Климат в районе Мангышлакского залива континентальный, наибольшая температура — в июле, наименьшая — в январе. Мороз держится около 5 мес. и доходит до -26° . Ветры в Мангышлакском заливе летом дуют преимущественно с СЗ, С и СВ, зимой — с ЮВ и В. В заливе Сарыташ наблюдаются особые, местные ветры: они характерны внезапностью и силой. Направление этих ветров в заливе СЗ и ЗСЗ. Осадки в районе Мангышлакского залива незначительны и составляют примерно 150—155 мм в год; больше всего осадков выпадает в августе.

При дальнейшем понижении уровня Каспийского моря к 1970 г. площадь Мангышлакского залива уменьшится почти вдвое; Тюлень

острова, в том числе и Кулалы, соединятся с берегом п-ва Бузачи, залив Кочак исчезнет совсем, а площадь залива Сарыташ значительно сократится, и глубина в нем будет не больше 2—3 м.

2. ТЮБ-КАРАГАНСКИЙ ЗАЛИВ

Тюб-Караганский залив вдается в северо-западную часть п-ва Мангышлак. С запада он ограничен Тюб-Караганской косой и выступающей от нее отмелью, а с востока — берегом материка. Длина залива по меридиану составляет около 11 км. Ширина входа между оконечностью косы Тюб-Караганская и мысом Тюб-Караган — около 9,3 км; к югу ширина залива постепенно уменьшается и в вершине его составляет 1,5 км.

Западный и южный берега залива низменны и окаймлены неширокой полосой осушки, мористая кромка которой довольно приглуба. Восточный берег залива гористый и приглубый, местами он обрывистый, а кое-где вдоль него простираются низменные песчаные полосы.

Тюб-Караганская коса, выступающая на 4,6 км к северу от п-ва Мангышлак, наносного происхождения; она ограничивает Тюб-Караганский залив с запада. Ширина косы 0,6—1,5 км. Поверхность ее низменная, песчаная. От южной части восточного берега косы на 0,4 км к юго-востоку выступает коса Баутинская, которая ограничивает с северо-востока небольшую бухту Баутинскую, являющуюся базой лова кильки. Коса Баутинская небольшая, южная часть ее окаймлена неширокой отмелью. Мыс Тюб-Караган является восточным входным мысом залива Тюб-Караганский. Он высок, круто обрывается к морю.

10—12-метровая глубина у входа в залив к югу постепенно уменьшается. Берега залива сравнительно приглубы; изобата 5 м проходит в 60—185 м от западного побережья и в среднем в 280 м от восточного. Глубина в заливе непостоянна: при нагонных ветрах с СЗ уровень воды несколько повышается, а с прекращением ветра вода быстро спадает. Глубина в средней части и у входа Баутинской бухты ввиду заносимости поддерживается землечерпанием. К ССЗ от оконечности Тюб-Караганской косы простирается на 6,8 км отмель шириной 1,8—3,6 км. На отмели имеется несколько банок и осушек, между которыми есть проходы. В северной части отмели, в 5 км к ССЗ от оконечности Тюб-Караганской косы, находится банка Тюб-Караганская с наименьшей глубиной над ней 0,4 м. На 3,5 км к северо-западу от мыса Тюб-Караган тянется подводная песчаная коса. На этой косе, на расстоянии до 0,2 км к северо-западу от мыса, встречаются надводные камни.

Грунт в средней части залива — серый ил с ракушей и песок, у берега и на отмелях — песок, у восточного берега — камень, местами песок. Грунт Тюб-Караганской отмели и банки Тюб-Караганская составлен серым песком с ракушей.

При северо-западных ветрах приток воды в Тюб-Караганском заливе бывает так силен, что уровень воды повышается на 1—1,2 м.

Течение идет от мыса Тюб-Караган вдоль берега в залив, из которого выходит в направлении на северо-запад и затем сливается с общим течением моря, идущим на север. При подходе к заливу чаще всего отмечаются два течения, которые обуславливаются ветрами с С—СЗ и с ЮВ—ЮЗ. При поверхностных течениях у входа в залив, идущих на юго-запад, иногда наблюдается придонное течение в обратном направлении.

Климат в районе залива континентальный: зима суровая, лето жаркое. Морозы начинаются в ноябре и кончаются в марте; в отдельные

зимы морозы продолжаются с октября по апрель; летняя жара обычно начинается в мае и кончается в сентябре; в июле и августе температура нередко поднимается выше 40°.

Осадки в среднем составляют до 155 мм. Число дней в году с осадками — 74. В теплое время года осадки более интенсивны и иногда выпадают в виде ливней. Снега бывает мало, лежит он недолго. Ветры в холодное время года преобладают с ЮВ, реже — с СЗ и В; летом чаще других дуют ветры с С и СВ.

Штормы в этом районе часты и нередко достигают значительной силы, преимущественно при ветрах с Ю, В и СВ, а осенью — и с СЗ; при юго-западном ветре штормы редки.

Количество туманных дней в году — около 38 дней на суше и до 44 на море. Чаще всего туманы наблюдаются весной, несколько реже зимой и осенью и совсем редко летом.

С начала декабря до конца февраля залив бывает покрыт льдом.

В вершине Тюб-Караганского залива, в бухте Баутинская, образованной Баутинской косой, оборудован порт Баутино. С моря в порт ведет фарватер. Вход в порт и подход к его причалам доступны только для судов с малой осадкой. Пристани порта Баутино находятся в бухте Баутинская и у южного берега Тюб-Караганского залива. Наиболее глубоководна пристань, расположенная в вершине бухты Баутинской.

На западном побережье бухты Баутинская и порта Баутино раскинулось сел. Баутино. На берегу юго-восточной части Тюб-Караганского залива, в 1,8 км к востоку от сел. Баутино, находится поселок Аташ. К югу от Тюб-Караганского залива, в 3 км от берега, расположен небольшой город, районный центр — Форт Шевченко. Прежде он назывался «Форт Александровский»; в пятидесятых годах прошлого столетия представлял собою крепость, расположенную на скалистом бугре. Развалины этой крепости (отдельные здания, крепостная стена и церковь) сохранились и до настоящего времени. Город расположен к западу от крепости. В городе сохранился домик, в котором во время ссылки жил Т. Г. Шевченко.

При понижении к 1970 г. уровня моря и уменьшении глубины площадь Тюб-Караганской косы возрастет, акватория Баутинской бухты заметно сократится.

3. ЗАЛИВ АЛЕКСАНДР-БАЙ

Залив Александр-Бай расположен между мысами Гилянлы (Жиланды) и Песчаный. Он вдается в берег на расстояние 9 км в северо-восточном направлении; ширина его у входа — 31 км. Западная часть залива совершенно открыта с моря. Берега залива очень однообразны и большей частью представляют собой низменную долину, покрытую песчаными буграми; возвышенности располагаются только в районе мыса Гилянлы. Мыс Песчаный является западным входным мысом залива. Мыс Сарджа, разделяющий залив на восточную и западную части и выступающий в северной части залива, сложен из «плитняка», местами покрытого наносным песком. От мыса Сарджа до мыса Песчаный берег залива Александр-Бай тянется по прямой линии на 18,5 км к западу. Он совершенно открыт с моря, пустынен, покрыт песчаными буграми и приглуб; здесь имеются колодцы. Мыс Гилянлы, являющийся восточным входным мысом залива, — возвышенный с обрывистыми приглубыми берегами. От мыса Гилянлы до мыса Сарджа берег идет вначале (на протяжении 8,7 км) на север, а далее (13,8 км) — на запад. Здесь холмистая местность сме-

няется солончаковой низменностью, где когда-то был пролив. У мыса Сарджа расположен рыбный промысел Сарджа. В 13,5 км от мыса Сарджа находятся укрытая от ветров якорная стоянка, селение Ералы и рыбный промысел. В 5,5 км севернее мыса Песчаный расположено сел. Кызылкум.

Глубины на линии входных мысов залива составляют около 10 м. Наибольшая глубина в самом заливе — в пределах 6—9 м — приурочена к его средней части, к северо-западу от мыса Гилянлы. В районе последнего имеется несколько банок. Банка находится в 1,3 км к ЗСЗ от оконечности мыса Гилянлы. Мористее этой банки, имеются другие банки. В вершине залива и вдоль северного берега до мыса Сарджа глубины в направлении к берегу изменяются неравномерно. В районе мыса находится несколько банок. Здесь надводная Сарджинская каменная гряда простирается между мысами Гилянлы и Сарджа; имеется и ряд других банок и подводных камней. К западу от мыса Сарджа (до мыса Песчаный) берег становится приглубым, отдельно расположенных банок нет. Становиться на якорь можно только в средней части залива.

Грунт в заливе — преимущественно плитняк, песок и ракушка. В заливе Александр-Бай ветрами вызываются слабые течения. При ветрах с ЮВ течение идет вдоль берега на запад, а при северо-западных ветрах — в обратном направлении. Скорость течения в обоих случаях не превышает 0,5 м/сек. В районе мыса Песчаный довольно сильное течение направлено на север и носит у южного берега мыса прижимной характер, а у его западного берега — отжимной. В зависимости от ветра скорость и направление течения изменяются; в некоторых случаях течение меняет направление на обратное.

В районе залива Александр-Бай преобладают ветры с ЮВ и СЗ, иногда переходящие на СВ.

При дальнейшем падении уровня моря береговая черта в заливе отойдет на 1—2 км от рыбного промысла Сарджа и пос. Ералы, а на месте существующей Сарджинской каменной гряды образуется остров размерами 4×6 км.

4. КАЗАХСКИЙ ЗАЛИВ

Казахский залив вдается в берег на 46,3 км между мысом Адамташ и расположенным в 83,3 км к северо-западу от него мысом Ракушечным. Залив совершенно открыт с моря. Адамташ представляет юго-восточный входной мыс залива. Сам мыс высок, берега его обрывисты. Берег в районе мыса приглубый. От мыса Адамташ до косы Кеңдерлинская берег Казахского залива возвышенный, каменный, местами обрывистый и на всем протяжении приглубый.

Кеңдерлинская коса расположена в вершине Казахского залива и простирается от восточного его берега на 22,2 км к северо-западу. Наибольшая ширина косы 1,8 км, наименьшая — 0,6 км. Коса сложена песком и ракушкой. Она низменна и покрыта буграми. У основания косы берег материка имеет вид высокой каменной скалы. Юго-западный берег приглубый, северо-восточный — отмель.

В 3,3 км к востоку от оконечности косы Кеңдерлинская находится мыс Порсу, являющийся восточным входом в бухту Кеңдерли. Он представляет собой низменный песчаный выступ с ровной поверхностью, покрытой мелкой растительностью.

От бухты Кеңдерли до мыса Токмак берег, образуя излучину, простирается на 27,8 км на запад. Берег горист, приглуб и в восточной части

окаймлен узкой низменной песчаной полосой. Мыс Токмак значительно выступает в средней части северного берега Казахского залива. Он каменист, высок и обрывист. К востоку от мыса рельеф дна неровный.

От мыса Токмак до мыса Ракушечный — на протяжении 30,7 км — берег образует излучину, в восточной части которой берег возвышенный, а в западной — низменный. Рельеф дна здесь ровный. Мыс Ракушечный является северо-западным входным мысом Казахского залива. Он низменный, песчаный и покрыт скудной растительностью. Вдоль его южного берега тянется полоса песчаных бугров. Берег в районе мыса приглубый.

В вершине Казахского залива, между его северо-восточным берегом и косой Кендерлинская, расположена бухта Кендерли. Длина ее около 20 км, наибольшая ширина — около 9 км. Вход в бухту (шириной 3 км) находится между оконечностью косы и расположенным к востоку от нее мысом Порсу. Ширина фарватера здесь сужается (до 0,4 км) отмелью, окаймляющей мыс Порсу. Берега бухты, образованные косой Кендерлинская, низменны; материковые ее берега гористы, возвышенности расположены параллельно береговой черте, оставляя у воды неширокую низменную песчаную полосу.

Течение у входа в бухту Кендерли дрейфовое; идет оно на юг, в бухту. Волнение в бухте незначительно и не превышает 3 баллов.

Глубина на подходе к бухте к северу от оконечности косы Кендерлинская составляет около 5 м, а в районе входа наибольшие глубины приурочены ближе к юго-западному берегу. Большая глубина зафиксирована в средней части бухты. От мыса Порсу к юго-западу тянется отмель, пересекающая бухту Кендерли вблизи входа в нее и препятствующая заходу в бухту судов. Вследствие мелководности бухты вход в нее возможен только для катеров.

Глубина в средней части Казахского залива составляет 12—18 м.; между мысом Адамташ и Кендерлинской косой, глубина доходит до 18—20 м. К западу от оконечности Кендерлинской косы простирается на 7,5 км отмель, имеющая ширину 5,6 км. За последние годы на месте отмели образовались небольшой островок и осушенная банка. Кроме небольшой зоны отмели и банки у южной оконечности мыса Ракушечный остальной берег приглубый.

В средней части бухты Кендерли грунт иловый, ближе к берегу — песок, а на отмелях и вдоль косы Кендерлинской — песок с мелкой ракушей. Вдоль берега от бухты Кендерли до мыса Ракушечный грунт выполнен серым песком с примесью ракуши. В 1,7 км к югу от мыса Ракушечный грунт каменистый.

Ветры в районе Казахского залива в холодный период — преимущественно восточные, с наибольшей повторяемостью в декабре и январе (около 40%); летом преобладают ветры западные с повторяемостью более 20%. Наибольшая повторяемость штилей — около 14% — приходится на летний период. Штормы чаще находят с востока и юго-востока, реже — с северо-востока и северо-запада. Туманы наблюдаются весной и летом, но сравнительно редко.

На мысе раскинулись постройки сел. Фетисово; там же — небольшая разрушенная пристань. В 13 км западнее мыса Кумак расположен рыбный промысел, состоящий из нескольких построек.

К 1970 г., когда уровень моря упадет еще, Кендерлинская коса соединится с мысом Порсу, а бухта Кендерли отчленится; на ее месте образуется высыхающее соленое озеро.

5. БУХТА БЕКТАШ

Бухта Бекташ с северо-востока ограничена песчаным холмистым берегом материка между мысами Даг-Джиг и Бекташ, а с остальных направлений — несколькими островками, окаймленными рифами. Бухта имеет следующие размеры: по меридиану — около 1,8 км, по параллели — 2,7 км.

Мыс Даг-Джиг несколько выдается от берега и является юго-восточным входным мысом бухты. На мысе вблизи его оконечности возвышается приметный холм. С юго-запада бухту прикрывает о-в Кара-Ада, расположенный в 2,7 км западнее мыса Даг-Джиг. Остров этот небольшой, скалистый. Западный берег острова обрывистый, приглубый, а восточный — пологий, местами поросший травой и кустарником. Длина острова по меридиану — 0,5 км, ширина по параллели — 1,5 км, наибольшая высота — 20 м.

Мыс Бекташ служит северо-западным входным мысом бухты. К оконечности мыса подступает небольшая скалистая возвышенность, за которой простирается равнина.

Наиболее глубоководна средняя часть бухты; в северо-восточной и южной частях глубины несколько меньше. Мелководные участки находятся на подходах к мысу Бекташ. В 4 км к ЗЮЗ от мыса Даг-Джиг выступает каменистая подводная гряда, прикрывающая бухту с юго-востока. Ширина ее 0,6—0,7 км. Между берегом и грядой имеется проход. На гряде лежит несколько каменистых островков, вытянутых в направлении самой гряды. Глубины вблизи нее изменчивы. Вдоль гряды, к северу от нее, проходит естественный фарватер, ведущий в порт Бекташ. Примерно в 0,1 км к юго-востоку от юго-восточной оконечности о-ва Кара-Ада лежит каменистая банка.

К юго-западу от мыса Бекташ по направлению к о-ву Кара-Ада тянется каменистая гряда длиной около 2 км и шириной около 1 км; она прикрывает бухту с запада. На гряде имеются надводные камни и островок. Мористая кромка гряды приглубая. Между о-вом Кара-Ада и этой грядой узкий и мелководный проход ведет в бухту Бекташ.

Грунт в бухте каменистый, в восточной части прикрытый слоем песка с ракушей.

При северо-западных ветрах в бухте развивается волнение.

Течение к западу от о-ва Кара-Ада летом чаще всего идет на юг, а зимой — на север; на глубине наблюдается обратное течение.

В северо-восточной части бухты расположен порт Бекташ с углубленным ковшом. Из порта Бекташ вывозят соль (из местных озер) и сульфат, добываемый на северных промыслах залива Кара-Богаз-Гол. В северо-восточной части бухты находится соляной промысел.

В связи с предстоящим снижением уровня Каспия к 1970 г. глубина у входа в бухту будет меньше.

6. ЗАЛИВ КАРА-БОГАЗ-ГОЛ

Кара-Богаз-Гол — самый большой залив на Каспийском море. Длина его по меридиану — около 160 км, ширина по параллели — 155 км, длина береговой черты — около 800 км. Площадь залива с 18 346 км² (в 1897 г.) сократилась почти до 13 000 км².

С морем залив соединяется проливом Кара-Богаз-Гол, расположенным между Южной и Северной Карабогазгольскими косами. Ширина пролива у южного входа в него с моря составляет около 120 м; длина —

Грунт в Красноводском заливе преимущественно илистый с примесью ракуши. Во входе в залив грунт в основном представлен серым илом и песком, в Северном Челекенском заливе — преимущественно илом, в бухте Муравьева — илом, обладающим сильным запахом сероводорода.

Климат в Красноводском заливе континентальный. Амплитуда колебаний температуры воздуха в течение года составляет 59° (от -17° зимой до $+42^{\circ}$ летом).

В зимнее время преобладают ветры с востока, реже — с севера; в остальное время года дуют преимущественно ветры с севера и северо-запада. Северо-западные ветры поднимают крупную зыбь в море к западу от Красноводской косы, чем затрудняется плавание при подходе к Красноводскому заливу. Юго-восточные и восточные ветры, которые иногда дуют летом, порой сопровождаются густым туманом. Восточные ветры иногда приносят пыль, понижающую видимость (до 1,8 км). Штормы в районе залива бывают преимущественно при ветрах с севера и северо-запада, причем наибольшей силы они достигают при северном ветре. Повторяемость их 1—2%.

Туманы в заливе сравнительно часты, но не отличаются большой плотностью. Число туманных дней в году — около 20. Зимой туманов несколько больше, чем летом. За пределами залива, т. е. в районе западного берега п-ва Челекен и Красноводской косы, иногда (особенно весной) бывают густые туманы, которые порой держатся несколько дней, что затрудняет вход в залив.

Среднегодовых осадков в районе Красноводского залива выпадает в среднем около 108 мм. Средняя годовая относительная влажность воздуха 61%: от 46% в августе до 74% зимой.

В зависимости от направления ветра в заливе происходят то сгон, то нагон воды. При развитии в средней части Каспия северо-западных ветров в заливе обычно отмечается нагон. При северо-западных и северных ветрах у западного и северо-западного берегов залива начинается реактивный сгон воды, достигающий 0,6 м. Ветры юго-западной четверти всегда нагоняют воду в залив, но незначительно. Восточные ветры вызывают сгон воды из восточной части залива в западную и в Красноводский порт. Сгонно-нагонные явления иногда сопровождаются довольно сильными течениями во входе в залив. При нагоне воды в заливе создается внутренняя циркуляция воды против часовой стрелки. Вследствие большого испарения летом при тихой погоде отмечается приток воды с моря. Первый поток воды при этом следует с северо-запада и дальше вдоль Красноводской косы со скоростью 0,05 м/сек, второй — с юга и юго-запада и дальше вдоль Северной Челекенской косы — на северо-восток. В бухте Муравьева постоянных течений нет. Волнения в Красноводском заливе незначительны.

Обмеление залива в последнее время осложнило деятельность водного транспорта и вызвало неиспользование судов на 10—15% и ежегодные миллионные затраты средств на дноуглубительные работы. В течение шестидесяти лет, с того дня, как в 1896 г. был основан Красноводский порт, суда шли оглябая голую песчаную Красноводскую косу, которая, словно лапой, прикрывала залив. Часами шли суда в порт и обратно вдоль унылого берега косы, теряя время и расходуя топливо. Настоятельно требовалось прорытие нового канала через Красноводскую косу. В 1957 г. такой канал вступил в строй.

К 1970 г. уровень Каспия понизится еще. При этом Красноводский залив уменьшится.

8. ТУРКМЕНСКИЙ ЗАЛИВ

Туркменский залив находится непосредственно к югу от п-ва Челекен. С востока он образован берегом материка, с запада — Южной Челекенской косой и о-вом Огурчинский. Ширина входа в залив, обращенного к югу от этого острова, составляет около 70 км. Длина залива по меридиану — около 74 км. В вершине Туркменского залива находится Южный Челекенский залив, вдающийся на севере в п-в Челекен.

Восточный берег от залива Карадашлы до п-ва Челекен вначале (на протяжении 26 км) имеет северное направление, затем поворачивает и на протяжении около 67 км тянется на северо-запад. Берег низменный, пустынный, лишенный растительности, местами покрытый песчаными буграми, сильно изрезан. В него вдаются несколько больших и малых заливов, отделенных друг от друга узкими продолговатыми полуостровами; наибольшие из них — Агчаада, Узувада и Каратау. В настоящее время все эти заливы большей частью обмелели и навигационного значения не имеют. Северный берег залива образован южным берегом п-ва Челекен и имеет протяженность около 22 км. Берег низменный, песчаный, отмелый. От его середины в западном направлении выступает п-в Ялварс. С запада вершину Туркменского залива (Южный Челекенский залив) ограничивает Южная Челекенская коса, простирающаяся на 13 км к югу и являющаяся продолжением п-ва Дервиш, выступающего от юго-западной части Челекена. Коса песчаная, низменная, покрыта низкими буграми. Ширина косы в различных ее частях неодинакова; наибольшая ширина — у основания, наименьшая — в средней части. Постепенно коса удлиняется к югу. От восточного берега косы, вблизи ее основания, в восточном направлении выступает широкий мыс Аладжа, ничем не отличающийся от примыкающего к нему берега.

С запада Туркменский залив ограничивает о-в Огурчинский, лежащий в 7,4 км к юго-западу от Южной Челекенской косы. От северной оконечности, загнутой на восток, остров простирается на 40,7 км к югу, оканчиваясь узкой песчаной косой. Остров сравнительно узкий; наибольшей ширины (около 2,4 км) он достигает в средней части. Поверхность острова низменная, покрытая невысокими песчаными буграми, имеющими красновато-желтый цвет и поросшими кустарником (тамариском) и травой (верблюжьей колючкой, солянкой и др.). Восточный берег имеет прямолинейный характер и только в северной части изгибается, образуя бухточку Северная Огурчинская.

Между северной оконечностью о-ва Огурчинский и Южной Челекенской косой расположен Челекено-Огурчинский пролив, ведущий в Туркменский залив с запада. Пролив широк, но мелководен и его глубины подвержены постоянным изменениям под влиянием волнения и течений. Пролив zagrożен отмелями и банками. Местами отмели порой осушаются. В 7 км к западу от оконечности Южной Челекенской косы лежит банка Челекенская. Банка вытянута в направлении СЗ—ЮВ и в пределах изобаты 5 м имеет длину около 9,3 км при ширине около 1,8 км. В 1,8 км к западу от оконечности Южной Челекенской косы лежит банка Максима. Она вытянута на северо-запад узким клином. Длина банки по линии СЗ—ЮВ около 2,8 км при ширине около 0,9 км. В 3,7 км к югу от оконечности Южной Челекенской косы на ее отмели находится банка Безымянная с наименьшей глубиной над ней 0,4 м. Банка вытянута на расстоянии около 5,6 км в направлении СВ—ЮЗ; ширина ее — от 0,9 до 3,7 км. Глубины над банкой неравномерны. В южной части банки, где ранее лежал островок

Новый Челекенский, глубины очень малы. Посредине Челекено-Огурчинского пролива, в 8,3 км к юго-западу от южной оконечности Южной Челекенской косы, лежит банка Михайлова. Банка несколько вытянута в направлении СЗ—ЮВ и в пределах 2-метровой глубины достигает 3,7 км в длину. При свежих ветрах на банке образуются буруны.

Туркменский залив в основном мелководен. Глубина в нем, за исключением его юго-западной части, менее 10 м. В центральной и юго-западной частях залива встречаются глубины 10—11 м. Восточная часть залива более мелководна, чем западная. Рельеф дна в заливе ровный. Исключение представляют юго-восточная часть залива, где мористее имеются банки, и Челекено-Огурчинский пролив, изобилующий отмелями и банками. Глубина у восточного берега залива небольшая. Мористее изобаты 5 м расположены банки с глубиной над ними, мало отличающейся от окружающих. Рельеф дна у берега ровный. Глубина изменяется равномерно. Северный берег залива, Восточный берег Южной Челекенской косы отмель. Изобата 5 м проходит вдоль косы на расстоянии 1,8—5,6 км. Между этой изобатой и берегом расположены банки. От южной оконечности косы простирается отмель, соединяющаяся с отмелью о-ва Огурчинского. Берега о-ва Огурчинский сравнительно приглубы, за исключением южной части восточного берега. От южной оконечности острова отмель протягивается на 1,8 км. Рельеф дна к востоку и западу от острова сравнительно ровный, и только местами, не далее 65 км от берега, встречаются банки. Южная оконечность острова с ЮЮВ и ЮЮЗ приглуба. Изобата 5 м проходит здесь в 0,6 км от берега. На подходе к бухточке Северная Огурчинская с востока имеется несколько банок. В 2,8 км к востоку от входа в бухточку лежит банка.

Течения в Туркменском заливе слабые. В Южном Челекенском заливе, в районе между Южной Челекенской косой и вершиной залива, при ветрах с С и СЗ наблюдается течение к востоку. В районе между северной оконечностью о-ва Огурчинский и Южным Челекенским заливом течение идет на ЮВ. В Челекено-Огурчинском проливе действует переменное течение (в зависимости от ветров). Скорость течений на ССВ достигает 0,5 м/сек.

Лед в Туркменском заливе бывает лишь в наиболее суровые зимы. Иногда льдом покрывается весь Южный Челекенский залив (на 1—2 недели). В южной части Туркменского залива льда почти совсем не бывает.

Грунт дна в заливе песчаный, мягкий, местами с травой и ракушкой. На мелких местах у берегов грунт вязкий, в районе Челекено-Огурчинского пролива — преимущественно песок с ракушкой.

В районе Туркменского залива преобладают ветры северной половины горизонта; порой они достигают значительной силы; реже наблюдаются ветры с ЮВ и Ю. В зимний период господствующими ветрами являются восточные. Свежие ветры с СВ и ВСВ, несмотря на сравнительно небольшие глубины залива, разводят довольно значительное волнение. При продолжительных северных ветрах уровень Южного Челекенского залива понижается на 0,4 м.

Туркменский и Южный Челекенский заливы являются единственными удобными местами в данном районе Каспия для укрытия судов от ветров с моря.

С понижением уровня моря в будущем все многочисленные мелкие заливы Туркменского залива неминуемо исчезнут и береговая линия значительно выпрямится.

Г. В. Дмитриев

СХЕМА ПЕРЕБОСКИ СТОКА СЕВЕРНЫХ РЕК В БАССЕЙН РЕК КАМЫ И ВОЛГИ

Комплексным решением, предусматривающим получение большого количества электроэнергии в районах Центра, Поволжья и Урала, объединяемых в будущем единой энергетической системой (эес), создание новых водных путей между северными реками и Волгой и поддержание уровня Каспийского моря, может явиться переброска стока северных рек в бассейн Волги.

1. СХЕМА ПЕРЕБОСКИ СТОКА СЕВЕРНЫХ РЕК ЧЕРЕЗ КАМУ

С учетом исторически накопившегося материала Ленинградским филиалом Гидропроекта разработаны два варианта схемы (рис. 1). По одному варианту, в соответствии с проектом 1937—1940 гг., для создания Камско-Вычегодско-Печорского (КВП) водохранилища необходимо построить три гидроузла: 1) Покчинский на Печоре, ниже устья Северной Мылвы, у с. Покча; 2) Усть-Куломский на Вычегде у с. Усть-Кулом, ниже устья Северной Кельтмы; 3) на Верхней Каме или выше устья Вишеры — Пянтежский гидроузел, или ниже — Соликамский гидроузел. Образованные этими гидроузлами водохранилища в долинах Печоры, Вычегды и Верхней Камы с общей отметкой нормального подпорного горизонта (НПГ) порядка 132 м будут объединены в общее КВП водохранилище при помощи открытых самотечных каналов: Вычегодско-Печорского по трассе Южная Мылва — Иктыль — водораздел — Вилес-Северная Мылва и Камско-Вычегодского по трассе Северная Кельтма — б. Северо-Екатерининский канал — Джурич — Южная Кельтма — Пильва.

В другом варианте образования КВП водохранилища, согласно предложенной Ленфилиалом Гидропроекта в 1954 г. технической схеме, водохранилищный гидроузел на Печоре принимается расположенным ниже устья р. Щугора, т. е. в 9 км выше дер. Усть-Воя. Вместе с тем на Печорском склоне выявилась необходимость строительства заградительной Нибель-Ижемской дамбы на пониженном водоразделе между верховьями рек Нибеля и Ижмы — левобережных притоков Печоры.

Положение водохранилищного гидроузла на Каме имеет второстепенное значение с точки зрения целесообразности того или иного варианта схемы переброски, но играет большую роль в схеме использования собственных водных ресурсов Верхней Камы. С этой точки зрения

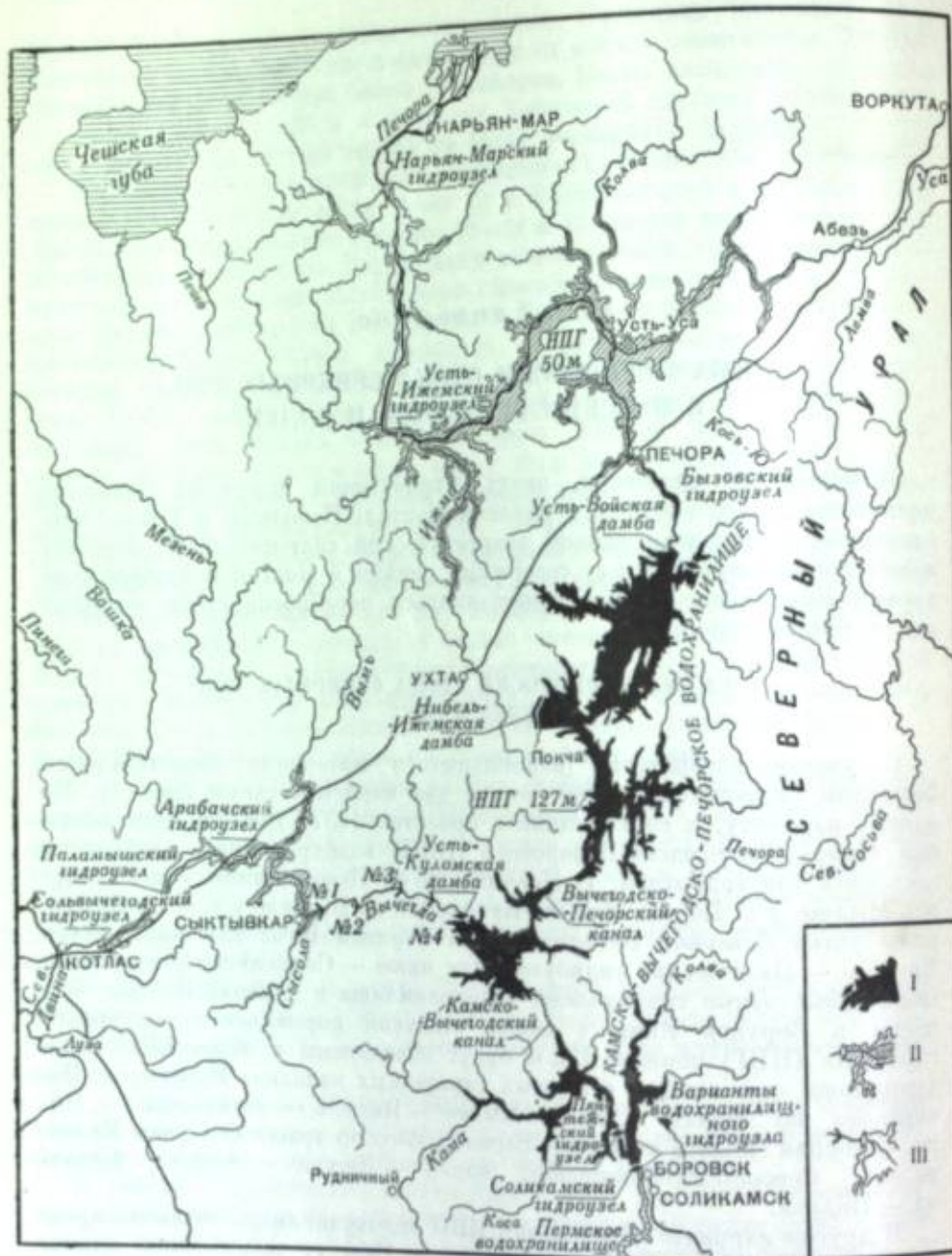


Рис. 1. Схема переброски стока рек Печора и Вычегда в бассейн Волги через Каму
I — первая очередь работ; II — вторая очередь работ; III — объекты перспективной схемы использования (транспортные малонапорные гидроузлы).

большим преимуществом обладает расположение замыкающего КВП водохранилища гидроузла ниже устья Вишеры для использования стока этой реки, что исключается при расположении водохранилищного гидроузла на Каме выше устья Вишеры, у с. Пянтег. Ввиду особо сложных инженерно-геологических условий в районе возможного расположения гидроузла ниже устья Вишеры в районе с. Тюлькино — г. Боровск сравнение

описанных вариантов производим при условном расположении водохранилищного гидроузла на Каме у сел. Пянтег, выше устья Вишеры. Приводим в табл. 1 расчетные данные по водохозяйственному и гидроэнергетическому эффекту сооружения КВП водохранилища рассматриваемых вариантов.

Таблица 1

Показатели	Величина показателей по вариантам образования КВП водохранилища	
	с Починским гидроузлом	с Усть-Войским гидроузлом
Отметка нормального подпорного горизонта (м)	132,0	127,0
Общая площадь зеркала водохранилища (км ²)	11,3	15,9
Объем водохранилища:		
полный (км ³)	131,3	255,6
полезный (км ³)	36,0	45,0
Захватываемый в водохранилище сток рек (брутто):		
Печоры (км ³)	17,0	34,1
Вычегды »	8,4	8,4
Верхней Камы у Пянтега (км ³)	12,6	12,6
Всего (км ³)	38,0	55,1
Общая площадь бассейна водохранилища (тыс. км ²)	111,2	142,4
Возможный к переброске на Волгу сток северных рек (нетто) за вычетом потерь на испарение, фильтрацию, шлюзование (км ³):		
Печоры	15,5	32,1
Вычегды	7,6	7,6
Всего	23,1	39,7
Возможный гидроэнергетический эффект строительства КВП водохранилища и использования всего стока Верхней Камы, перебрасываемого на Камско-Волжском каскаде ГЭС:		
а) увеличение выработки энергии в среднем в год (за многолетие) млрд. квтч	6,7	10,3
б) возможное повышение гарантированной мощности ГЭС каскада (млн. квт)	0,8	1,0

Увеличение выработки энергии определено для вариантов без установки дополнительных мощностей на гидростанциях Камско-Волжского каскада.

Более подробная характеристика схемы переброски через Каму приводится для варианта возможно большей, но не выходящей из рамок технико-экономической целесообразности, переброски стока рек Печора и Вычегда в Волгу. Такою в настоящее время представляется схема КВП водохранилища с Усть-Войским гидроузлом на Печоре.

В этом варианте гидростроительства и полного обращения стока КВП водохранилища в Волгу на северных реках предусматривается строительство только глухих земляных плотин-дамб и судоходных устройств при этих дамбах. Однако строительство последних может быть отнесено на дальнейший срок, по мере выявления в перспективе необходимости создания сквозных водных путей.

Общий объем основных работ и общая стоимость гидростроительства ориентировочно установлены в следующих размерах:

Земляные работы:

а) выемки	469 млн. м ³
б) насыпи	263 » »
Всего	732 млн. м³

Бетонные работы 3,38 млн. м³

В том числе по креплению откосов 1,14 » »

Общая стоимость гидростроительства 6,0 млрд. руб.

В том числе судоходных устройств 0,73 » »

Мероприятия по подготовке ложа водохранилищ к затоплению характеризуются такими данными:

Общая площадь затоплений 1589 тыс. га

В том числе:

площадь лесосводки и лесочистки 1411 » »

» сельскохозяйственных угодий 48 » »

Подлежит переселению населения 188 пунктов

В них 6039 дворов

Стоимость подготовки ложа водохранилищ к затоплению:

Собственно мероприятий 1,71 млрд. руб.

Дотация лесозаготовителям при лесосводке деловой древесины 1,64 » »

Всего 3,35 млрд. руб.

Общие затраты по образованию КВП водохранилища и приближенная эффективность переброски стока рек Печоры и Вычегды на волжский склон по ее энергетической составляющей определяются следующими числами:

Общие капиталовложения:

в гидростроительство 6,00 млрд. руб.

в мероприятия по подготовке ложа водохранилищ и затоплению 1,71 » »

по дотации лесозаготовителям 1,64 » »

Всего 9,35 млрд. руб.

Удельные капиталовложения по дополнительной выработке энергии на Камско-Волжском каскаде ГЭС при отнесении всей стоимости на энергетику:

без учета затрат по дотации лесозаготовителям 0,75 руб./квтч

с учетом затрат по дотации 0,91 » »

В условиях полного отбора стока рек Печоры и Вычегды практически получается обезвоживание этих рек ниже нижних бьефов водохранилищных гидроузлов на этих реках. Между тем в современных условиях Печора и Вычегда играют важную роль в водном транспорте северо-востока Европейской части СССР. Поэтому с таким вариантом связывается необходимость проведения каких-либо мероприятий, которые компенсировали бы ущерб, наносимый указанным отбором стока, в первую очередь водному транспорту.

На Печоре в качестве основного мероприятия намечается строительство (в 23 км ниже устья р. Ижмы) Усть-Ижемского гидроузла с подпором до отметки НПГ порядка 50 м. Образующее водохранилище площадью до 8,3 тыс. км² и полезным объемом 55 км³ обеспечит подход к главному погрузочному (уголь) пункту на р. Печоре — к г. Печора — и многолетнее регулирование остающегося на этом створе стока со средним расходом 2220 м³/сек. Использование этого стока на Усть-Ижемской гидростанции установленной мощности порядка 1 млн. квт позволит выработать энергии около 5,5 млрд. квтч. Вместе с тем с учетом увеличения питания реки за счет регулирования стока ниже гидроузла представится возможным обеспечить гарантированную глубину в период навигации до Нарьян-Мара порядка 2,0 м против 1,3 м в современных условиях.

В случае необходимости создания сквозного пути Волга — Баренцево море в состав мероприятий должно быть введено строительство Бызовского гидроузла чисто транспортного назначения с отметкой НПГ около 56 м, расположенного выше г. Печора. Этим будет обеспечен выход водным путем из КВП водохранилища в Усть-Ижемское и через него далее вниз по Печоре.

Для полной компенсации отбора стока Вычегды на ней намечается строительство Арабачского гидроузла ниже устья р. Выми. При подпоре до отметки НПГ порядка 80—83 м будет создан подход к г. Сыктывкар, а в образующем водохранилище с полезным объемом около 5,5 км³ будет в достаточной эффективной степени регулирован остающийся сток р. Вычегды со средним расходом 620 м³/сек. В этих условиях на Арабачской ГЭС мощностью около 150 тыс. квтч представится возможным получить до 600—700 млн. квтч электроэнергии. Участок Вычегды от Сыктывкара до УстьКуломской дамбы представляется целесообразным шлюзовать малонапорными сооружениями чисто транспортного назначения.

Энергия Усть-Ижемской и Арабачской гидростанций практически полностью может быть использована народным хозяйством Коми АССР, в первую очередь для электрификации Печорской железной дороги, что и намечено на период 1965—1970 гг.

Приводим в табл. 2 приближенные показатели по схеме переброски стока рек Печоры и Вычегды через КВП водохранилища в среднем объеме около 40 км³ ежегодно, относя условно стоимость всех «компенсирующих» мероприятий к энергетике.

В результате создания КВП водохранилища будут получены новые глубоководные межбассейновые пути с длиной хода транзитных судов по водохранилищам до 2200 км и улучшены судоходные условия по Печоре и Вычегде на свободных участках этих рек. Через КВП водохранилища возможно ожидать выхода на Волгу около 9 млн. т печорского угля и 2 млн. м³ леса из бассейнов Вычегды и Печоры.

Ленфилиалом Гидропроекта рассматриваются также варианты, в которых для сохранения современных гарантированных глубин на Печоре и Вычегде и для удовлетворения минимальных бытовых условий в зимний

Таблица 2

Объекты гидростроительства	Общая стоимость, млрд. руб.		Выработка энергии, млрд. кВтч	Капиталовложения, руб./кВтч	
	с дотацией	без дотации		с учетом дотации	без учета дотации
1. Камско-Вычегодско-Печорское водохранилище	9,35	7,71	10,3	0,91	0,75
2. Компенсирующие мероприятия:					
а) на Печоре					
Усть-Ижемский гидроузел	4,80	4,12	5,5	0,87	0,75
Бызовский гидроузел	0,16	0,16	—	—	—
Итого	4,96	4,28	5,5		
б) На Вычегде					
Арабачский гидроузел	1,09	1,08	0,7	1,56	1,54
Транспортное плетение участка Сыктывкар-Усть-Кулом	0,30	0,30	—	—	—
Итого	1,39	1,38	0,7		
Итого по компенсирующим мероприятиям	6,35	5,66	6,2		
Всего по схеме переброски в объеме 40 км ³ с учетом компенсирующих мероприятий	15,70	13,37	16,5	0,95	0,81

период некоторый объем вод по КВП будет сброшен в нижние участки этих рек, что уменьшит переброску стока на Каму примерно на 10 км³.

Возможный срок начала полезной переброски воды северных рек в Волгу определяется не только временем, необходимым для возведения основных сооружений, но также и временем, необходимым для наполнения водой водохранилища до отметки, при которой оно может начать отдачу воды на юг. При соответствующей организации работ по сооружению КВП, переброску стока по данному варианту можно было бы начать уже с шестого года строительства.

Из изложенного видно, что и без учета того эффекта, который должен оказать перебрасываемый сток в отраслях народного хозяйства, зависящих от режима уровня Каспийского моря, образование КВП водохранилища и энергетическое его использование на каскаде камских и волжских гидростанций является в достаточной степени эффективным мероприятием.

Образование КВП водохранилища создает технические предпосылки для увеличения через него переброски стока северных рек в Волгу путем последовательного строительства водохранилищ на перечисленных в табл. 3 реках с общей отметкой НПГ с КВП водохранилищем и соедине-

ния их цепью каналов с КВП водохранилищем. Просмотр имеющихся картографических и прочих материалов позволил наметить схему дальнейшего увеличения переброски (табл. 3).

Таблица 3

Река	Местоположение створа плотины	Объем захватываемого стока, км ³	Трасса канала
Присоединение к КВП водохранилищу — с севера			
Вишера (Вычегодская)	Вблизи дер. Ивановской	2,5	Вишера — КВП водохранилище
Вызь	Ниже с. Серегово	6,6	Вишера — Еню — Войвож — Лопью — Мезень
Мезень	дер. Елькиб	3,6	Мезень — Лоптюга — Вашка
Вашка	а) устье р. Чима на р. Лоптюга б) ниже устья Чурума на р. Вашке	1,9	
Пинега	Ниже устья Шочи	3,7	Вашка — Пинега
	Итого с севера . . .	18,3	
Присоединение к КВП водохранилищу — с юга			
Локчим	с. Позтыкерос	1,3	Локчим — КВП водохранилище
Сысола	Ниже устья р. Лопью	4,8	Локчим — Большой Певк — Кым — Сысола
Луза	дер. Чуркинцы	1,9	Сысола — Луза
	Итого с юга . . .	8,0	
	Всего дополнительно	26,3	

В варианте полного обращения направляемого стока на Волгу и за вычетом потерь дополнительную переброску предварительно можно оценить величиной примерно в 22 км³, что даст предельную цифру самотечной переброски стока через Каму порядка 62 км³. Однако по предварительной оценке эффективность такого увеличения переброски по энергоэкономическим показателям значительно меньше указанной выше для переброски стока только Печоры и Вычегды. Осуществление такой дополнительной переброски может быть отнесено к более дальнему сроку, нежели переброски 40 км³ стока Печоры и Вычегды через КВП водохранилище. Если ориентироваться на это, то створ водохранилищного гидроузла на Вычегде целесообразнее будет расположить не у с. Усть-Кулом, а у с. Аныб, т. е. переместить его вниз по Вычегде, ближе к устью Вишеры.

Таблица 2

Объекты гидростроительства	Общая стоимость, млрд. руб.		Выработка энергии, млрд. кВтч	Капиталовложения, руб/кВтч	
	с дотацией	без дотации		с учетом дотации	без учета дотации
1. Камско-Вычегодско-Печорское водохранилище	9,35	7,71	10,3	0,91	0,75
2. Компенсирующие мероприятия:					
а) на Печоре					
Усть-Ижемский гидроузел	4,80	4,12	5,5	0,87	0,75
Бызовский гидроузел	0,16	0,16	—	—	—
Итого	4,96	4,28	5,5		
б) На Вычегде					
Арабачский гидроузел	1,09	1,08	0,7	1,56	1,54
Транспортное использование участка Сыктывкар-Усть-Кулом	0,30	0,30	—	—	—
Итого	1,39	1,38	0,7		
Итого по компенсирующим мероприятиям	6,35	5,66	6,2		
Всего по схеме переброски в объеме 40 км ³ с учетом компенсирующих мероприятий	15,70	13,37	16,5	0,95	0,81

период некоторый объем вод по КВП будет сброшен в нижние участки этих рек, что уменьшит переброску стока на Каму примерно на 10 км³.

Возможный срок начала полезной переброски воды северных рек в Волгу определяется не только временем, необходимым для возведения основных сооружений, но также и временем, необходимым для наполнения водой водохранилища до отметки, при которой оно может начать отдачу воды на юг. При соответствующей организации работ по сооружению КВП, переброску стока по данному варианту можно было бы начать уже с шестого года строительства.

Из изложенного видно, что и без учета того эффекта, который должен оказать перебрасываемый сток в отраслях народного хозяйства, зависящих от режима уровня Каспийского моря, образование КВП водохранилища и энергетическое его использование на каскаде камских и волжских гидростанций является в достаточной степени эффективным мероприятием.

Образование КВП водохранилища создает технические предпосылки для увеличения через него переброски стока северных рек в Волгу путем последовательного строительства водохранилищ на перечисленных в табл. 3 реках с общей отметкой НПГ с КВП водохранилищем и соедине-

ния их цепью каналов с КВП водохранилищем. Просмотр имеющихся картографических и прочих материалов позволил наметить схему дальнейшего увеличения переброски (табл. 3).

Таблица 3

Река	Местоположение створа плотины	Объем захватываемого стока, км ³	Трасса канала
Присоединение к КВП водохранилищу — с севера			
Вишеря (Вычегодская)	Вблизи дер. Ивановской	2,5	Вишеря — КВП водохранилище
Вызь	Ниже с. Серегово	6,6	Вишеря — Еню — Войвож — Лопью — Мезень
Мезень	дер. Елькиб	3,6	Мезень — Лоптюга — Вашка
Вашка	а) устье р. Чима на р. Лоптюга б) ниже устья Чурума на р. Вашке	1,9	
Пинега	Ниже устья Шочи	3,7	Вашка — Пинега
	Итого с севера . . .	18,3	
Присоединение к КВП водохранилищу — с юга			
Локчим	с. Позтыкерос	1,3	Локчим — КВП водохранилище
Сысола	Ниже устья р. Лопью	4,8	Локчим — Большой Певк — Кым — Сысола
Луза	дер. Чуряницы	1,9	Сысола — Луза
	Итого с юга . . .	8,0	
	Всего дополнительно	26,3	

В варианте полного обращения направляемого стока на Волгу и за вычетом потерь дополнительную переброску предварительно можно оценить величиной примерно в 22 км³, что даст предельную цифру самотечной переброски стока через Каму порядка 62 км³. Однако по предварительной оценке эффективность такого увеличения переброски по энергоэкономическим показателям значительно меньше указанной выше для переброски стока только Печоры и Вычегды. Осуществление такой дополнительной переброски может быть отнесено к более дальнему сроку, нежели переброски 40 км³ стока Печоры и Вычегды через КВП водохранилища. Если ориентироваться на это, то створ водохранилищного гидроузла на Вычегде целесообразнее будет расположить не у с. Усть-Кулом, а у с. Аныб, т. е. переместить его вниз по Вычегде, ближе к устью Вишеры.

Таблица 5

Характеристика каналов

Показатели	Каналы		
	Шексна — Сухонский	Сухона — Шардьяга	Шардьяга — Юг
Наивысшая отметка по поверхности земли водорадела (м) . . .	125,0	110,0	120,0
Отметка дна канала (м)	99,0	85,0	85,0
Длина канала на уровне рабочего горизонта водохранилища (км)	24,0	3,6	1,4
Ширина по дну (м)	40,0	40,0	40,0
Наибольшая глубина выемки (м)	26,0	24,0	36,0
Объем работ по выемке (млн. м ³)	51,0	25,6	9,6

Общий объем основных работ определен в следующих размерах: по земляным работам — насыпь 73 млн. м³, выемки 136 млн. м³, всего 209 млн. м³; по бетонным работам — 3,24 млн. м³.

Мероприятия по подготовке ложа водохранилищ к затоплению характеризуются показателями, приведенными в табл. 6.

Таблица 6

Мероприятия по подготовке ложа водохранилищ к затоплению

Показатели	Водохранилища			
	Верхне-Сухонское	Великоустюжское	Нижне-Южское	Итого
Общая площадь затоплений (км ²)	127,0	53,5	264,0	444,5
В том числе площадь сельскохозяйственных угодий (тыс. га) . . .	33,1	15,6	85,5	134,2
Подлежит переселению:				
а) сел и деревень	139	82	554	775
б) в них дворов	2288	2496	8594	13378
Затраты (млн. руб.):				
а) на мероприятия по подготовке ложа водохранилищ . . .	237	196	916	1349
б) по дотации лесозаготовителям	13	8	38	59
Итого	250	234	954	1408

Относя условно всю стоимость указанного гидростроительства на энергетику, эффективность переброски объема всего стока Сухоны и Юга на Волгу в первом приближении можно характеризовать следующими числами: общая стоимость гидростроительства составит по сооружениям 3,24 млрд. руб., по мероприятиям в связи с затоплениями — 1,35 млрд.

руб., итого — 4,59 млрд. руб. и с учетом дотации лесозаготовителям в размере 0,06 млрд. руб. — всего 4,65 млрд. руб.; капиталовложения на 1 квтч чистого увеличения среднегодовой выработки на волжских гидростанциях (3,2 млрд. квтч) по стоимости с учетом дотации лесозаготовителям — 1,48 руб./квтч.

Приведенные показатели относятся к варианту схемы переброски стока рек Сухоны и Юга на Волгу при направлении пути переброски через Шексну и далее через Череповецкий бьеф и Рыбинское водохранилище на Волгу. Возможны и другие решения, например:

а) выход самотечным каналом из бьефа Великоустюжского гидроузла с отм. 108 м в бьеф Горьковского гидроузла с отм. НПГ 84 м через р. Кострому — приток Волги и один из притоков Сухоны — реки Лежу или Ихалицу, с созданием перепада на гидростанциях на р. Костроме;

б) выход также самотечным каналом в бьеф Горьковского гидроузла через р. Унжу с созданием перепада на гидростанциях на Унке.

Подсчеты показали, что такие варианты, характеризующиеся значительной стоимостью, менее эффективны, чем изложенный вариант.

Не найдено пока также удовлетворительного решения по самотечной переброске стока р. Сухоны из бьефа Великоустюжского гидроузла на Шексну во избежание подъема перебрасываемого стока на Тотемской и Верхнесухонской насосных станциях.

Практически полное обезвоживание Малой Северной Двины, образуемой слиянием рек Сухоны и Юга и являющейся звеном действующего водного пути Волга — Северная Двина, со всей очевидностью ставит вопрос о необходимости при таком отборе стока одновременного строительства «компенсирующих» гидроузлов: Котласского на Малой Северной Двине выше г. Котлас и Абрамковского и Рочегдовского на Большой Северной Двине ниже устья Вычегды. Гидроэнергетическое же значение этих объектов, особенно Котласского, значительно пострадает, так как отбираемый из бассейна Северной Двины сток рек Сухоны и Юга составляет значительную долю ее стока в створах упомянутых «компенсирующих» гидроузлов (до 94,5% в створе Котласского гидроузла).

Приближенная оценка схемы переброски стока Сухоны и Юга с учетом энергетики компенсирующих гидроузлов приведена ниже (стр. 57).

В соответствии с предложением П. А. Ляпичева в стадии разработки в Ленинградском филиале Гидропроекта находится вариант переброски через Сухону — Шексну, дополнительно к изложенному выше, стока рек Вычегды и Печоры, что определяет объем переброски по этому направлению до 59 км³. В таком случае исключится переброска стока северных рек в бассейн Волги через Каму.

Сброс стока Печоры (как вариант) осуществляется при помощи строительства Покчинской дамбы с отметкой НПГ порядка 125 м, самотечного канала через Вычегодско-Печорский водораздел и гидростанции на р. Южной Мылве. Далее вода поступит в объединенное водохранилище с отм. НПГ 115 м в долинах рек Вычегды, Сысолы, Юга и Сухоны, для чего предусматривается строительство дамб: Сыктывкарской на Вычегде, Нижне-Сысольской на Сыsole, Нижне-Южской на Юге и Великоустюжской на Сухоне. Частные водохранилища, образуемые этими напорными сооружениями, соединятся каналами. Во избежание затопления при таком подпоре лугов Присухонской низины предусматривается выключение этой части долины Сухоны из подпора путем строительства двух Верхне-Сухонских дамб и обводного между ними канала, по которому вода из Великоустюжского водохранилища будет иметь выход в водохранилище на оз. Кубенском и далее по описанному выше направле-

нию — в бьеф Череповецкого гидроузла на р. Шексне. Как видно из иллюстрации, в этом варианте вся переброска будет совершаться самоизложенно, в этом варианте работ по такому варианту предварительно точно. Общий объем основных работ по такому варианту предварительно определен в следующих объемах: по земляным работам — 830 млн. м³

- | | |
|--|-----------------|
| 1. Полные затраты по строительству с учетом мероприятий по водохранилищам: | |
| а) сооружений по тракту переброски стока рек Сухоны и Юга | 4,65 млрд. руб. |
| б) компенсирующих гидроузлов: Котласского, Абрамковского и Рочегдовского | 3,15 " " |
| Всего | 7,80 млрд. руб. |
| 2. Выработка энергии в среднем в год: | |
| а) результирующая на Волжском каскаде от использования перебрасываемого стока Сухоны и Юга | 3,20 млрд. квтч |
| б) Котласской, Абрамковской и Рочегдовской ГЭС в условиях отбора стока Сухоны и Юга | 1,67 " " |
| Всего | 4,87 млрд. квтч |
| 3. Средние капиталовложения | 1,60 руб./квтч |

(в том числе по насыпи — около 580 млн. м³ и по выемке — 250 млн. м³ и по бетонным работам — около 6 млн. м³ (по сооружениям на трассе переброски)).

Общая площадь затоплений достигнет величины порядка 18 тыс. км², из которых около 3,5 тыс. км² составят сельскохозяйственные угодья.

Стоимость гидростроительства по трассе переброски определится в сумме около 13 млрд. руб. За счет использования перебрасываемого стока на гидростанциях Волжского каскада можно ожидать увеличения выработки энергии до 11 млрд. квтч, чем в основном определяется энергетический эффект осуществления данного варианта.

Однако окончательного решения по схеме переброски через Сухону — Шексну еще нет. Предварительные расчеты подтверждают сделанные в 1955 г. Ленгидэпом выводы о том, что, вероятно, наилучшим по технико-экономическим показателям будет являться вариант переброски в бассейн Волги только стока оз. Кубенского, предельно в объеме до 4 км³.

Изложенное является в сокращенном виде сообщением, сделанным автором по поручению Гидропроекта на совещании по проблеме уровня Каспийского моря, состоявшегося в Астрахани 3—8 сентября 1956 г. Основой сообщения послужили результаты тогда еще не законченного Ленинградским филиалом Гидропроекта технико-экономического доклада (ТЭДа) по схеме переброски стока северных рек в бассейн Камы и Волги.

По окончании этой работы в декабре 1957 г. Технический Совет Министерства электростанций рассмотрел упомянутый ТЭД и признал правильным сделанный Гидропроектом вывод — рекомендовать к дальнейшей разработке схему переброски стока Печоры и Вычегды через Каму посредством создания Камско-Вычегодско-Печорского водохранилища с Усть-Войской дамбой на р. Печоре.

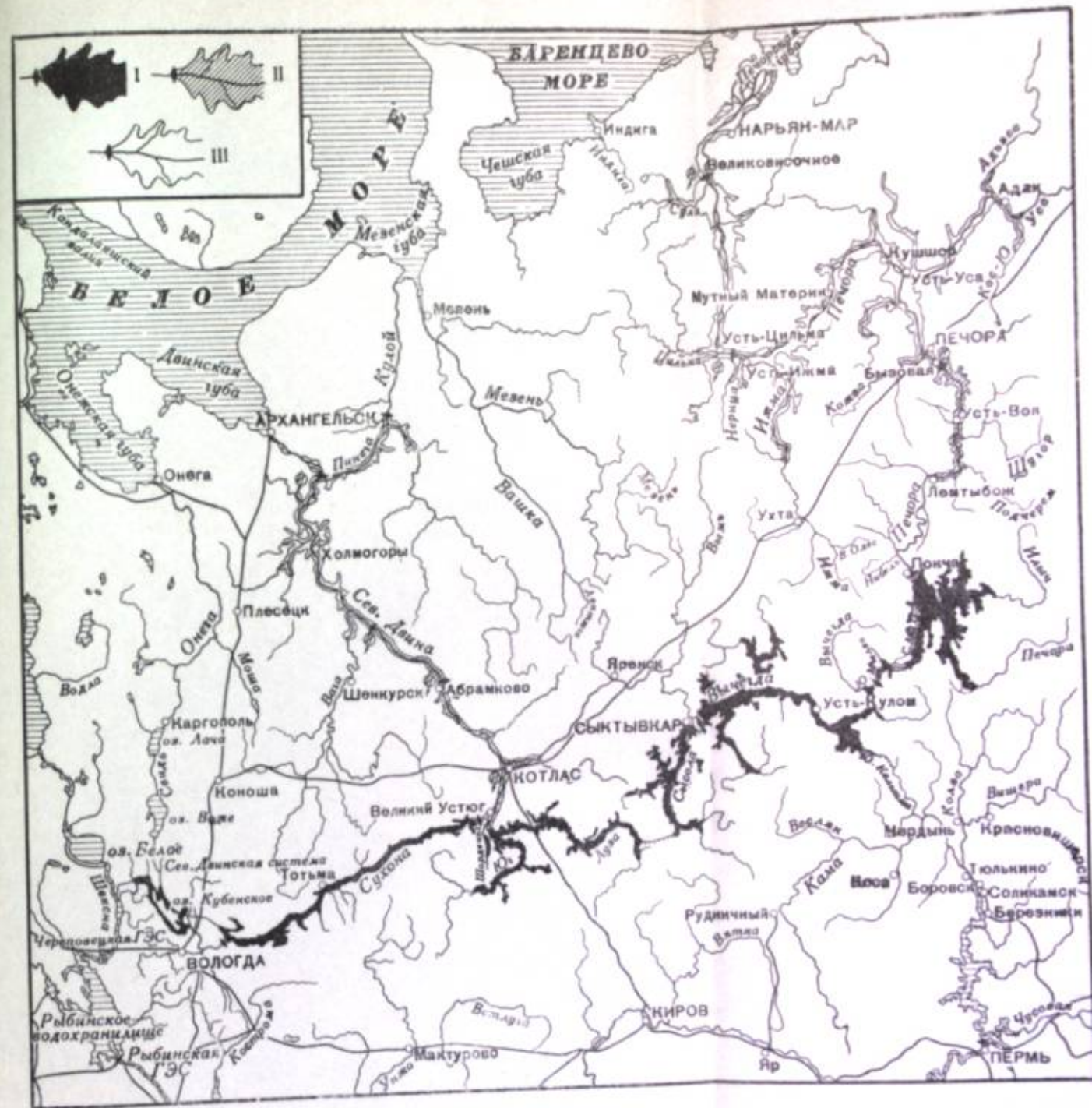


Рис. 2. Схема переброски стока северных рек в бассейн Волги через Сухону-Шексну (условные обозначения см. на рис. 1)

Одновременно Техническим Советом было вынесено решение о систематизации материалов ТЭД'а с учетом проведенных Гидропроектом в 1957 г. дополнительных работ по схеме, в основном относящихся к детализации рекомендуемого варианта схемы и к уточнению ее технико-экономических показателей. В соответствии с замечаниями экспертизы повторно и с большей детализацией были уточнены технико-экономические показатели по вариантам переброски максимального объема стока северных рек через Сухону — Шексну.

В настоящее время эти работы завершены и на основе полученных результатов представляется возможным сообщить следующее.

1. С достаточной убедительностью еще раз подтвердилось преимущество рекомендуемого варианта схемы переброски стока через Сухону — Шексну. Так, наиболее оптимальный вариант переброски через Сухону — Шексну в объеме 68 км^3 в год с захватом стока р. Печоры у дер. Усть-Вои характеризуется в 2,5 раза большим сроком окупаемости капиталовложений, вдвое большим объемом основных земляных работ, в 3,5 раза большими затратами в связи с затоплениями и превышением энергетического эффекта при этом лишь на 16%.

2. Новым в рекомендуемой схеме переброски является:

а) отметка НПГ Камско-Вычегодско-Печорского водохранилища снижена до 125 м;

б) замыкающим КВП водохранилище на р. Каме принят Верхне-Камский гидроузел у г. Боровска с гидростанцией;

3) в новых границах и параметрах водохранилище с площадью зеркала 15545 км^2 будет обладать полезной емкостью до 56 км^3 , что дает возможность многолетнего регулирования поступающего в водохранилище стока средним объемом $71,9 \text{ км}^3$ в год по расчетному периоду 1916—1924 гг. близкого к среднемуголетнему;

4) за вычетом потерь $1,26 \text{ км}^3$ основная доля $66,6 \text{ км}^3$, в том числе 40 км^3 стока Печоры и Вычегды, направляется через Каму в бассейн р. Волги, для поддержания судоходных условий на Вычегду через Усть-Куломскую ГЭС отдается сток $1,9 \text{ км}^3$;

5) энергетический эффект создания водохранилища и переброски стока определен 10,8 млрд. квт/час дополнительной выработки на каскаде Верхне-Камская ГЭС — Сталинградская ГЭС — и 0,12 млрд. квт/час — на Усть-Куломской ГЭС, т. е. всего 10,9 млрд. квт/час в год;

6) судоходные условия на р. Вычегде с учетом питания из водохранилища практически не нарушаются; на Печоре же впрямь до строительства Усть-Ижемского гидроузла судоходные глубины намечено поддерживать на участке от г. Печоры до устья р. Усы путем малонапорного транспортного шлюзования, а ниже устья р. Усы — за счет усиления землечерпания с применением выправления;

7) объемы основных работ определены по земляным работам в 683 млн. м^3 ; по бетонным — $1,9 \text{ млн. м}^3$; переселению подлежат 10,1 тыс. дворов;

8) применение новых высокопроизводительных машин и снарядов для производства земляных работ, как, например, уже построенная по разработкам Гидропроекта землеройно-фрезерная машина «ЗФМ-3000», способная произвести выемку грунта до 3000 м^3 в час, капиталовложения по созданию КВП водохранилища и шлюзованию Печоры определены в 5,0 млрд. руб.;

9) экономическая целесообразность осуществления схемы переброски определена с учетом эффекта в областях энергетики, транспорта, лесной промышленности, в отраслях народного хозяйства прикаспийских районов и выражается сроком окупаемости капиталовложений около 5 лет.

Р. В. Николаева

КРАТКИЙ ОБЗОР СХЕМ И ПРЕДЛОЖЕНИЙ
ПО СТАБИЛИЗАЦИИ И РЕГУЛИРОВАНИЮ
УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Характерной особенностью замкнутого Каспийского моря являются значительные колебания его уровня. На рис. 1 приведен график многовекового хода уровня Каспия за период 1556—1956 гг.¹ Из графика видно, что уровень моря не остается постоянным и что периоды относительно высокого и низкого его стояния неоднократно сменяли друг друга. Так, высокое положение уровня моря наблюдалось в середине XVII в., с 40-х годов XVIII в. до середины второго десятилетия XIX в. и, наконец, в конце XIX в. Относительно низкое стояние уровня моря отмечалось во второй половине XVI в., во втором и третьем десятилетиях XVIII в. и в середине XIX в. Начиная с 30-х годов текущего столетия уровень моря неуклонно понижается. К 1956 г. он достиг наинизших отметок за весь 400-летний период.

На основании тщательного изучения новейшей геологической истории Каспийского моря и детальных исследований отдельных элементов водного баланса этого водоема было установлено, что колебания уровня моря связаны в основном с изменениями климата в его обширном водосборном бассейне. Была выяснена тесная зависимость колебаний уровня моря от изменений отдельных элементов его водного баланса и в первую очередь от изменений притока в Каспийское море поверхностных вод.

Самой многоводной рекой Каспийского бассейна является Волга: сток ее составляет 80% от общего притока речной воды в Каспий. Следовательно, величина суммарного поверхностного притока в Каспий и как следствие — колебания уровня последнего определяются режимом стока р. Волги. Изменения же водности рек вообще, Волги в частности, как известно, обуславливаются климатическими факторами.

За последнее время выяснилось, что весьма важным фактором изменения стока рек Каспийского бассейна является также хозяйственная деятельность человека. Строительство огромных водохранилищ и многочисленных прудов-водоемов, орошение и обводнение засушливых земель в бассейне моря и другие формы хозяйственной деятельности человека

¹ При составлении графика были использованы:

а) за период 1556—1830 гг. — данные Л. С. Берга (1934);

б) за период 1837—1945 гг. — данные Б. А. Аполлова и Е. П. Федоровой (1956);

в) за период 1946—1956 гг. — данные наблюдений над уровнем моря у Баку (материалы Главного управления Гидрометеорологической службы Азербайджанской ССР, архив Института географии АН СССР за 1957 г.). В отметки уровня моря за период 1930—1956 гг. введена поправка на опускание бакинского футштока.

приводят к одновременным или постоянным потерям из стока рек, питающих Каспийское море. А это, в свою очередь, сказывается на режиме уровня моря.

Неустойчивый, меняющийся в больших пределах уровень Каспийского моря в прошлом мало отражался на хозяйстве Прикаспийских областей, так как отдельные отрасли хозяйства, связанные с морем, или только что складывались, или же имели, по существу, незначительные размеры. Правда, даже и тогда всякое изменение уровня моря неблагоприятно сказывалось на развитии некоторых отраслей хозяйства — на морской торговле и рыбном промысле. Так, например, в рукописях

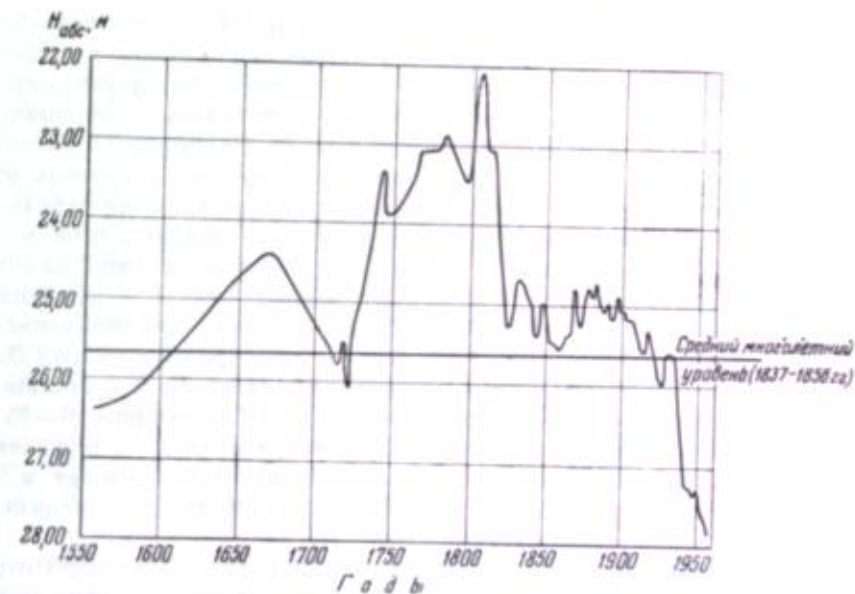


Рис. 1. Ход уровня моря у Баку за период 1556—1956 гг.

Все отметки отрицательные (ниже уровня океана)

«Историческое описание Чернорынского хозяйства и рыбных ловель...», составленных Федором Редькиным в 1825 г., сообщается «Сего года (1810) замечено, что воды Каспийского моря начали понижаться...», и далее: «Устроенный рыбоприемный плот, несколько лет существовавший, сделался неудобным»¹.

В откупочных свидетельствах, по данным Н. В. Ханькова², сохранилась «просьба, поданная в 1731 году одним тюленьим промышленником, о невозможности ему вносить в казну определенной откупной суммы за право производства тюленьего промысла на островах Камынином и Пешном, находящихся в море против устья Урала, так как море заливаает их, срезывает косы и сносит шалаши».

В статье «О затруднениях плавания на Каспийском море» в журнале «Отечественные записки» за 1820 г. неизвестный автор, отметив низкое стояние уровня моря и уменьшение стока Волги, указывает, что «...редкий год проходит ныне, чтобы здешняя морская торговля не терпела

¹ Цитируется по Казанчеву (1956 г.).

² Цитируется по Ханькову (1853 г.).

ЗАПАДНОЕ ПИТАНИЕ

Одним из наиболее важных источников пополнения водных запасов Каспийского моря с запада может служить огромный Азово-Черноморский бассейн. Этот вариант продолжает привлекать к себе внимание как специалистов, так и широкой общественности.

Возможны два варианта сброса азово-черноморской воды с использованием в обоих случаях Маньчской впадины. Один из них предполагает устройство открытого канала с насосной подкачкой воды до водораздела и далее до Каспия — самотечного канала с каскадом гидроузлов, энергия которых должна быть использована для питания насосных установок (рис. 2).

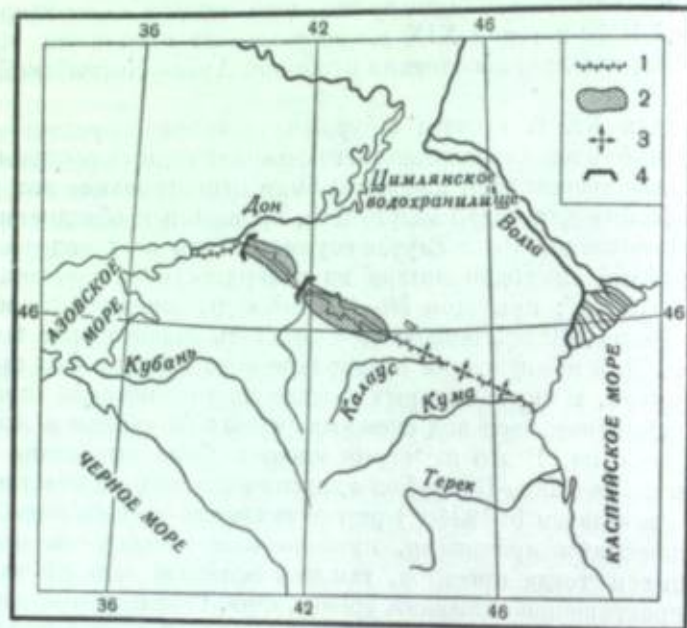


Рис. 2. Схема сброса в Каспий вод Азовского моря
1 — канал; 2 — водохранилище; 3 — ГЭС; 4 — плотина

Второй вариант имеет в виду устройство между Азовским и Каспийским морями самотечного канала по той же Маньчской впадине. Затраты на сооружение самотечного канала должны составлять по одним подсчетам 18 млрд. руб., по другим — около 25 млрд. руб.

При осуществлении первого варианта (с механической подачей воды) значительно сокращается объем земляных работ: с 2300 до 400 млн. м³; затраты при этом уменьшаются до 6—8 млрд. руб. Согласно расчетам Каспийской комиссии АН СССР, водный транспорт и энергетика не могут принять на себя основной доли указанных затрат и, следовательно, пополнение Каспийского моря водой Азовского не может быть приемлемо вследствие больших расходов. Кроме того, как показали расчеты (Самойленко и др.), возможный объем сброса с учетом рыбного хозяйства Азовского моря может составить всего около 30 км³ воды в год. При изъятии же более 30 км³ воды можно ожидать значительного увеличения солености Азовского моря. Так, произведенный А. А. Аксеновым расчет показал, что при изъятии 13—14 км³ в год средняя соленость моря

увеличится на 3—4‰ по сравнению со средней многолетней величиной. Такое изменение солености может привести к изменению биологической продуктивности моря. Для предотвращения ожидаемого осолонения Азовского моря намечался (Романовским и др.) сброс в него вод Днепра и Южного Буга по каналу, который соединит устья этих рек с Азовским морем в районе Сиваша.

Для решения этой сложной задачи необходимы дополнительные технико-экономические исследования.

ВОСТОЧНОЕ ПИТАНИЕ

Этот вариант предполагает использование вод Аму-Дарьи, причем по одним проектам (Ермолаева, Моргуненкова и др.) предполагалось произвести отвод воды в верхнем течении реки, по другим (Глуховский, Цинзерлинг, Михайлов и др.) — в нижнем ее течении.

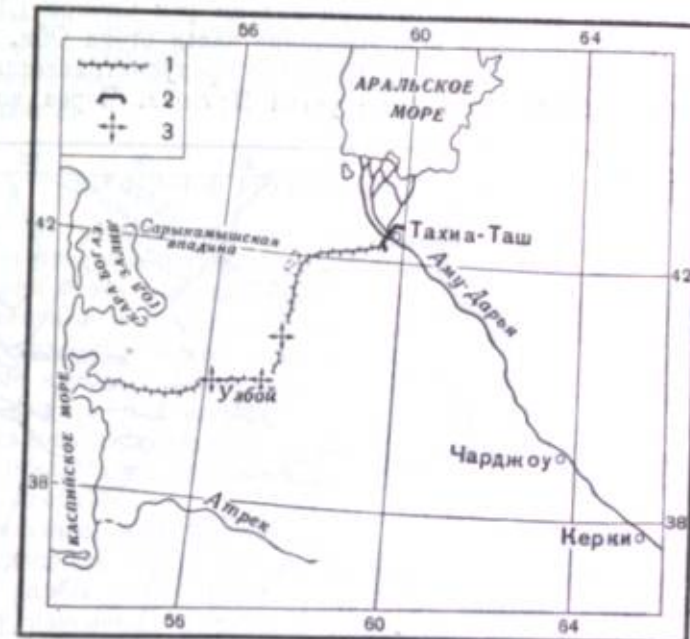


Рис. 3. Схема сброса в Каспийское море вод Аму-Дарьи
1 — канал; 2 — плотина; 3 — ГЭС

Как показали работы Каспийской комиссии, лучшим вариантом следует считать последний. В проекте предусматривается строительство ниже пос. Тахиа-Таша плотины, которая направит воды Аму-Дарьи в канал. Последний пойдет по старому руслу Аму-Дарьи — Куньи-Дарье до Сарыкамшской впадины, далее в обход этой впадины (100 км) — до Узбоя и по Узбою — в Каспий (рис. 3). Большая часть намеченной трассы канала проходит по сухому руслу Узбоя, что позволяет значительно сэкономить объем земляных работ, но в то же время существующие размеры русла Узбоя ограничивают объем сброса. Возможный объем забираемой из Аму-Дарьи воды (с учетом нормального ведения хозяйства в нижнем течении реки) составит около 25 км³ в год. За вычетом расходов воды на потери в канале и на орошение 600 тыс. га земель Западной Туркмении сброс в Каспий составит лишь 10—12 км³.

Затраты, необходимые для осуществления этого варианта, оцениваются ориентировочно в сумме 3,5—4 млрд. руб. По-видимому, наибольшую долю затрат можно было бы окупить получаемой здесь гидроэнергией, но для этого необходимы потребители, которых в этих районах пока нет. Помимо затрат на сооружение всего комплекса, потребуется еще примерно такая же сумма (а может быть и большая) на освоение этого района.

Имеющиеся в настоящее время материалы недостаточны для выявления целесообразности (с точки зрения народного хозяйства) этого мероприятия по питанию Каспийского моря. При рассмотрении данного варианта пополнения водных запасов Каспия следует принять во внимание осуществляемое ныне строительство Южно-Каракумского канала, заборная плотина которого расположена несколько севернее г. Керки.

СИБИРСКОЕ ПИТАНИЕ

Проекты питания Каспийского моря водами рек Сибири (Демченко, Давыдов и др.) предполагали использование части стока Оби, а в перспективе и Енисея (Давыдов и др.). Для этого предусматривается устройство плотины на Оби немного ниже устья Иртыша. Через водораздел

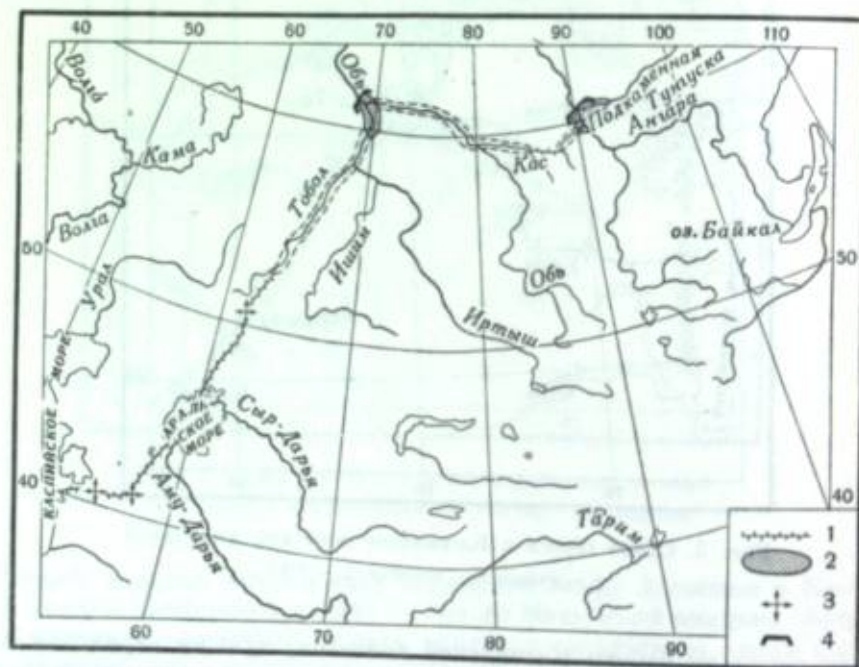


Рис. 4. Схема сброса в Каспийское море вод Оби и Енисея

1 — канал; 2 — водохранилище; 3 — ГЭС; 4 — плотина

между Западной Сибирью и Арало-Каспийской низменностью должен быть прорыт самотечный канал с выходом в русло р. Тургай, откуда вода направится в оз. Челкар-Тенгиз и далее по сухому руслу р. Ирғиз-водного пути может следовать по вариантам Аму-Дарьинского питания (рис. 4). Предполагаемая схема обеспечит сброс в Каспийское море 75 км³ воды в год. Стоимость этого сооружения нам пока не известна, однако, принимая во внимание его масштабы, по-видимому, будет очень большой.

Для увеличения объема воды, забираемой из Оби, схемой предусмотрен сброс вод из Енисея. Для этого на Енисее, в районе Подкаменной Тунгуски, должна быть сооружена плотина; сток Енисея направлен в Обское водохранилище через систему притоков Енисея и Оби — Кась и Кеть.

Комплекс мероприятий по сбросу вод сибирских рек в Каспийское море включает выработку гидроэнергии, орошение и обводнение нескольких десятков миллионов гектаров засушливых земель, создание водного пути Енисей — Обь — Иртыш — Тобол — Аральское море — Каспийское море и сохранение рыбохозяйственного и транспортного значения двух последних водоемов.

Имеются также проекты, предусматривающие использование вод только Иртыша с устройством в районе Семипалатинска большого водохранилища и сброса из него вод через Арал в северную часть Каспийского моря.

Эти схемы также требуют дополнительных изыскательских работ, технико-экономических исследований и расчетов тем более, что в пределах строительства по этому варианту обнаружены огромные железорудные залежи.

ЛОКАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ УРОВНЯ МОРЯ

Схемы так называемого локального регулирования уровня Каспийского моря предусматривают стабилизацию, повышение и регулирование уровня моря в тех районах водоема, которые наиболее остро ощущают неблагоприятные последствия понижения уровня Каспия и имеют большое народнохозяйственное значение.

Впервые мысль о локальном регулировании уровня моря, хотя еще в неясной форме, была высказана в 40-х годах XX в. (Александров и др.). Предполагалось отделить или весь Северный Каспий путем сооружения дамбы от п-ва Мангышлак к западному берегу Каспийского моря, или некоторой его части.

К сожалению, никаких технико-экономических расчетов в этих схемах приведено не было, кроме некоторых соображений относительно стоимости дамбы (п-ов Мангышлак — о-в Чечень) в 6,4 млрд. руб. и ожидаемых изменений в режиме отдельных частей моря после ее сооружения.

В 1949 г. эта мысль была повторена и более тщательно разработана в проектах В. Е. Селицкого и Г. В. Беллавина. Эти авторы намечали отделение северной части Каспийского моря посредством дамбы, трасса которой шла от мыса Тюб-Караган на о-в Кулалы и далее на запад до о-ва Чечень и северной части Аграханского полуострова (рис. 5,а). В проекте предусматривалось шлюзование Волго-Каспийского канала. Стоимость всех сооружений по схеме, по мнению авторов, составляла 8—9 млрд. руб.

Позднее В. Е. Селицким было предложено несколько новых вариантов, в том числе схема, предусматривающая на первых порах сооружение дамбы в дельте Волги с целью перераспределения ее стока, в дальнейшем же предполагалось строительство дамбы от п-ова Бузачи к о-ву Тишкову для отделения северо-восточной части Северного Каспия от остальной акватории моря.

Почти аналогичное предложение было сделано Е. А. Замариным и Н. Н. Буковым в 1953 г. Оно предусматривало строительство дамбы от Четырехбугорного маяка до п-ва Мангышлак (рис. 5,б).

Все перечисленные схемы основаны на неточных изыскательских данных. Во всех предложениях отсутствуют координация интересов отдельных отраслей морского хозяйства Каспия, обоснованный технико-экономический расчет; не рассмотрен и вопрос об ожидаемых изменениях гидрологического режима отделяемой акватории и других частей моря.

В настоящее время идея локального регулирования уровня моря нашла наибольшее развитие в схеме Б. А. Аполлова¹, предусматривающей стабилизацию и повышение уровня моря во многих отдельных мелководных частях Каспия с учетом их народнохозяйственного значения. Так, по этой схеме на Северном Каспии путем сооружения намывной (400-км) дамбы по трассе Чапурья коса — южный конец Волго-Каспийского канала — о-в Кулалы — п-ов Долгий создается Северо-Каспийское

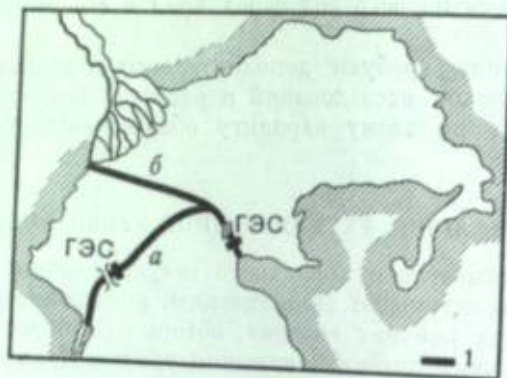


Рис. 5. Схема локального регулирования уровня моря
а — по Селищному и Белавину; б — по Замарину и Бунову; 1 — дамба

водохранилище. В Бакинской бухте и Красноводском заливе для сохранения их народнохозяйственного значения в проекте предусматривается также сооружение дамб, отделяющих некоторую часть их акваторий. Регулирование уровня в этих отделяемых частях будет осуществлено при помощи шлюзов и насосных установок. Этой же схемой предлагаются реконструкция залива им. Кирова и перенос Махачкалинского порта в бухту Буйнак.

ОТДЕЛЕНИЕ ОТ МОРЯ ЗАЛИВА КАРА-БОГАЗ-ГОЛ

Для уменьшения расходной части водного баланса Каспийского моря предлагалось отделение от него некоторых мелководных участков. Наиболее простым и легко осуществимым мероприятием по этому варианту регулирования водного режима Каспия является отделение залива Кара-Богаз-Гол. Для этого в проливе, соединяющем море с заливом, сооружается плотина стоимостью, по одним данным, 10—15 млн. руб., по другим — 3—4 млн. руб. (рис. 6). Эта плотина сэкономит в водном балансе Каспийского моря 8—10 км³ воды в год, т. е. до 1970 г. 100—130 км³. По расчетам В. А. Рутковской, потери водного баланса моря за счет хозяйственной деятельности к 1970 г. составят около 600 км³. Следова-

¹ См. его статью в настоящем сборнике (стр. 5—22).

тельно, сохранение в водном балансе моря 130 км³ воды может до некоторой степени сгладить ожидаемые потери.

В случае повышения уровня моря естественным или искусственным путем залив Кара-Богаз-Гол может быть использован для сброса в него излишней воды моря. Для этого предусматривается устройство водосливных сооружений стоимостью 20—40 млн. руб. — в зависимости от их пропускной способности.

При рассмотрении проектов по отделению от моря Кара-Богаз-Гола неоднократно возникали затруднения для практического осуществления,



Рис. 6. Схема отделения залива Кара-Богаз-Гол от моря
1 — плотина

так как созданная на Кара-Богаз-Голе сульфатная промышленность по условиям технологического производства не могла существовать без постоянного притока в залив каспийской воды. Для решения этого вопроса предлагалось или организовать добычу сульфата в других районах восточного побережья моря (в Балханском и других заливах), или соорудить в проливе регулирующее устройство, которое позволит при любом режиме моря пропускать в залив Кара-Богаз-Гол необходимый минимум каспийской воды.

За последнее время исследования ВНИИгальургии Министерства химической промышленности в заливе Кара-Богаз-Гол обнаружили новые сульфатные запасы сырья, позволяющие не только сохранить, но и увеличить добычу сульфата натрия, и без потребления для этой цели каспийской воды.

СЕВЕРНОЕ ПИТАНИЕ

Среди проектов, предусматривающих пополнение водных запасов Каспийского моря водами смежных речных бассейнов, особый интерес представляют предложения по сбросу стока северных рек. Сброс намечался по двум путям: 1) с северо-запада, где верховья Онеги и Сухоны близко подходят к верховью Шексны, и 2) с северо-востока, где верховья Камы расположено вблизи верховьев Печоры и Вычегды. В настоящее время имеется большое количество проектов и предложений по практи-

ческому осуществлению этих вариантов сброса, причем колебания объема его допускались в больших пределах. По данным Каспийской комиссии АН СССР, наиболее приемлемыми проектами признаны следующие.

По «северо-западному варианту» предполагалось строительство системы водохранилищ на водоразделе Онеги, Сухоны и Шексны. Это сооружение позволит ежегодно направлять в Волжский бассейн сток рек

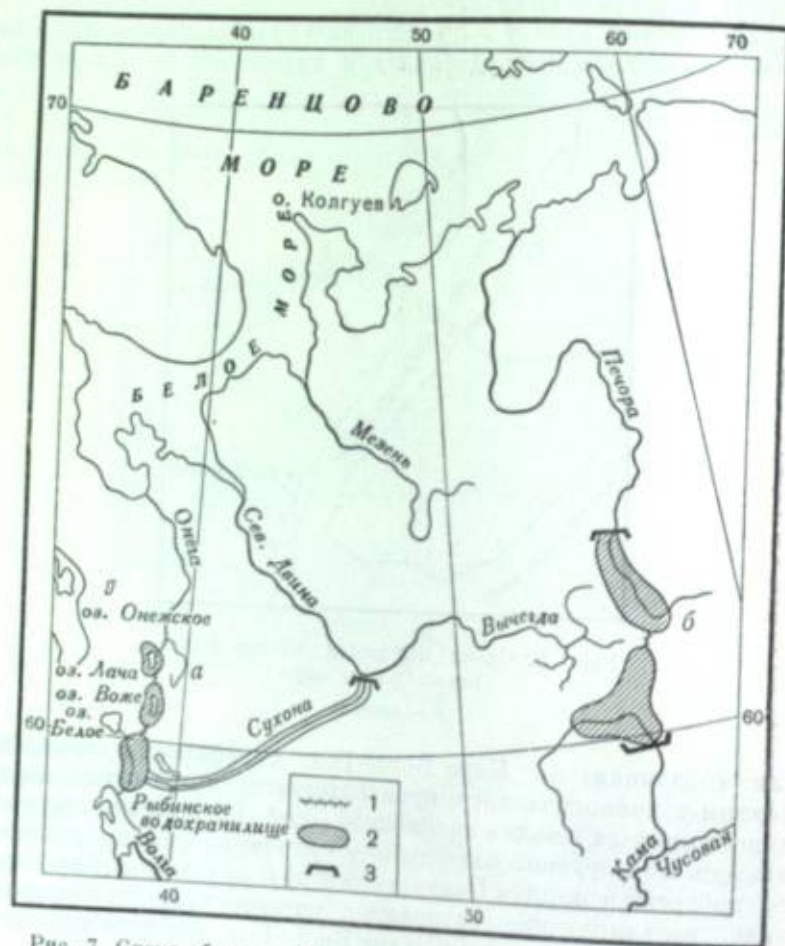


Рис. 7. Схема сброса в Каспийский бассейн вод северных рек:
а — сброс вод Онеги, Сухоны и Шексны; б — сброс вод Печоры
и Вычегды; 1 — канал; 2 — водохранилище; 3 — плотина

Онеги, Сухоны и Шексны общим объемом более 7 км^3 в год, что даст возможность увеличить выработку энергии Верхне-Волжскими гидроэлектростанциями, улучшить условия плавания на Волге до устья Камы (рис. 7, а). Стоимость всех сооружений, по данным Каспийской комиссии АН СССР, оценивается в 1,5 млрд. руб., однако большая часть этих затрат должна будет окупиться вырабатываемой здесь гидроэнергией. Если на Волге ниже Горького будет построен еще ряд гидроэлектростанций, то все затраты на сооружения по этому варианту могут быть отнесены на счет Министерства электростанций. Таким образом, пополнение водных запасов Каспийского моря по этому варианту достигалось попутно, без каких-либо дополнительных затрат.

Были проведены ориентировочные исследования по увеличению объема сброса за счет использования стока р. Сухоны. В результате установлено, что объем ежегодного сброса вод рек Сухоны, Онеги и Шексны может быть доведен до $12,5 \text{ км}^3$.

По схемам «северо-восточного варианта» предусматривались использование вод Печоры и сброс их в Каму (рис. 7, б). Возможная величина сброса — около 4 км^3 . Общая стоимость сооружений при осуществлении этой схемы исчислялась ориентировочно в 440 млн. руб. При данной схеме намечались увеличение выработки гидроэнергии на Пермской ГЭС и улучшение плавания в верховье Камы.

Кроме этой схемы, Каспийской комиссией АН СССР было рассмотрено предложение по сбросу в Каму вод рек Печоры и Вычегды общим объемом около 18 км^3 . Для этого на Печоре, Вычегде и Каме предполагается устройство системы водохранилищ и соединяющих их каналов. Общая стоимость всех сооружений ориентировочно определялась в 5,5 млрд. руб.

В последние годы проекты по сбросу в Каспий вод северных рек разрабатывались Ленинградским филиалом Гидропроекта с целью получения дешевой гидроэнергии для бурно развивающегося хозяйства Севера. Установлено, что наиболее выгодно использовать сток рек Печоры и Вычегды. В результате технико-экономического расчета наиболее приемлемым решением было признано осуществление самотечного сброса вод этих рек в объеме $40,8 \text{ км}^3$ воды в год. Для этого предусмотрено создание Камско-Вычегодско-Печорского водохранилища с единым водным зеркалом на отметке НПГ 127 м, полный отбор на волжский уклон поступающего в него стока Печоры и Вычегды с последующей компенсацией нарушений, которые будут нанесены таким отбором хозяйственному использованию северных рек (рис. 7, б).

Срок строительства установлен в 10 лет. При разработке календарного графика строительства и наполнения водохранилища выявлена возможность начать переброску вод на волжский уклон с пятого года строительства Камско-Вычегодско-Печорского водохранилища. За счет этого на построенных к тому времени гидроэлектростанциях (на Каме и Волге) можно ожидать получения дополнительной выработки гидроэнергии в общем объеме около 24 млрд. квтч. Общая стоимость всех сооружений по этому варианту составляет 7,24 млрд. руб. При проработках всех схем Ленинградский филиал Гидропроекта исходил из необходимости создания на севере Европейской части Союза мощной энергетической базы, а проблема питания Каспийского моря водами Печоры и Вычегды решалась попутно и без каких-либо затрат¹.

Рассмотрение всех перечисленных проектов по регулированию водного баланса Каспийского моря показало, что наиболее выгодными предложениями при решении проблемы уровня Каспия следует считать схему Ленинградского филиала Гидропроекта по сбросу в Каму вод Печоры и Вычегды и схему по отделению от моря залива Кара-Богаз-Гол. Осуществление этих мероприятий даст возможность не только ликвидировать дефицит в современном балансе Каспия, но в случае сохранения после 1970 г. нынешних гидрометеорологических условий будет способствовать повышению уровня.

Понижение уровня моря привело к серьезным затруднениям в развитии важных отраслей хозяйства Прикаспийских областей. Ожидаемое (по прогнозам) к 1970 г. снижение уровня моря на 1—2 м вызовет еще

¹ Более подробно этот вопрос рассмотрен в настоящем сборнике в статье Г. В. Дмитриева, который является и автором данного проекта.

большие трудности. Поэтому необходимы немедленное рассмотрение основных предложений по регулированию уровня Каспийского моря и доведение их до практического осуществления. Кроме того, желательно, чтобы министерства и ведомства, заинтересованные в решении сложной проблемы уровня Каспия, не ожидая осуществления кардинальных схем, продолжили исследования и наметили первоочередные мероприятия по уменьшению ущерба, причиняемого современным состоянием уровня моря. В частности, следовало продумать вопрос о более рациональной организации рыбной ловли в особо тяжелых условиях воспроизводства рыбных запасов. Необходимо также повести энергичную борьбу с загрязнением Волги и Каспийского моря. При производстве дорогостоящих дноуглубительных работ необходимо уточнить их объем, поставить на более высокий уровень борьбу с заносимостью каналов и акваторий для экономии средств, которые можно обратить на кардинальные мероприятия по решению проблемы уровня Каспийского моря. Таким путем общими усилиями можно будет разрешить эту сложную проблему.

Б. А. Аюлов, К. И. Алексеева

ПРОГНОЗ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

1. ПРИЧИНЫ КОЛЕБАНИЙ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Одни авторы высказывали предположения о том, что колебания уровня зависят от климата и его изменений, другие связывали их с тектоническими процессами, третьи считали, что действуют обе причины одновременно. На страницах печати был опубликован ряд дискуссионных статей. В исследованиях причин колебаний уровня Каспийского моря даже после 1900 г. не было единого мнения. Появились многочисленные работы, посвященные проблеме Каспийского моря: Ю. М. Шокальского (1913), А. Ф. Вангенгейма (1914), Н. М. Книповича (1921), С. А. Ковалевского (1924), А. В. Вознесенского (1924), А. А. Камниного (1926), П. А. Православлева (1926), А. И. Михалевского (1932), И. П. Герасимова (1937), В. П. Колесникова (1941), К. К. Маркова (1948), В. В. Белюсова (1948), Л. А. Варданьянц (1948), Н. Н. Николаева (1949) и др.

Уже один только перечень этих исследователей говорит о том большом интересе, который вызывали среди исследователей колебания уровня Каспийского моря.

С 1930 г. снова началось такое резкое падение уровня Каспийского моря, какого не наблюдалось в продолжение последних 150 лет. На основе накопленных многочисленных наблюдений исследовались причины этих явлений.

Исследования исторических памятников и других материалов позволили дать схему положения уровня Каспийского моря с 200 по 1956 г. Мы установили, что уровень Каспийского моря стоял ниже современного не менее чем на 2 м в течение по крайней мере 300 лет. Поэтому не будет ничего удивительного, если уровень Каспийского моря упадет еще на 2 м.

Согласно современным исследованиям, основной причиной колебания уровня Каспийского моря является превышение расхода воды над приходом ее.

Приход	Расход
Сток рек	Испарение
Подземное питание	Сток в залив Кара-Богаз-Гол
Атмосферные осадки	

Таким образом, изменения уровня Каспийского моря дают точный ответ на вопрос о том, что в данный период больше — приход или расход воды в Каспии. Волга дает 70—80% от общего стока рек в Каспийское море. Для доказательства того, что в настоящее время сток

рек определяет уровень Каспийского моря, нами были проведены соответствующие исследования. Оказалось, что только сток за 30 предшествующих лет хорошо определяет положение уровня моря. Сток — продукт климата; поэтому уровень Каспийского моря в данное время определяется состоянием климата в течение 30 предшествующих лет.

В настоящее время уровень Каспийского моря стоит на 2,5 м ниже своего среднего многолетнего уровня. Площадь Каспийского моря с 401 000 км² сократилась до 366 600 км², т. е. уменьшилась на 34 400 км² — почти на площадь Азовского моря. Объем моря уменьшился на 960 км³, что примерно равно стоку Волги за 4 года. Ежегодно реки, впадающие в Каспий, в среднем недодавали 35 км³. Что же произошло за последнее пятилетие (с 1950 по 1955 г.)? Уровень упал еще на 35 см. Это свидетельствует о том, что за последние 5 лет приход воды в Каспийское море был меньше расхода примерно на 120 км³, или 24 км³ в год.

За последние годы большое влияние на сток в Каспийское море оказали сооружения водохранилищ; так, в бассейне Каспийского моря осуществлено строительство ГЭС: Угличской, Ивановской, Рыбинской, Пермской, Горьковской, Куйбышевской, Мингечаурской, Варваринской, Сталинградской. Кроме того, увеличился разбор воды рек на орошение, устройство прудов, на промышленные и другие цели.

Основной причиной снижения стока рек явилось потепление, а за последнее время добавился и еще один из важнейших факторов — хозяйственная деятельность человека.

Падение уровня Каспийского моря на 2,5 м в течение последних 25 лет привело к значительным осложнениям в работе ряда отраслей промышленности и нанесло значительные убытки народному хозяйству.

2. ПРОГНОЗ СТОЯНИЯ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ НА ДЛИТЕЛЬНЫЕ ПЕРИОДЫ

Вторым заданием, поставленным перед Академией наук СССР, было установление перспективы водного режима Каспийского моря. Основным фактором, влияющим на формирование климата, является солнечная активность, которая определяет прежде всего температуру воздуха. Разность температур воздуха различных районов земного шара в основном вызывает движение воздушных потоков. Разность температур имеет место между океанами и материками, низкими и высокими широтами, северным и южным полушариями.

Увеличение солнечной активности вызывает усиление атмосферной циркуляции, что сопровождается (в северных районах, и в частности, над арктическими морями) усилением циклонической деятельности; ослабление же солнечной активности приводит к обратному явлению (в частности, в северных районах) — к усилению антициклонической деятельности.

При прогнозе уровня Каспийского моря и стока рек мы исходили прежде всего из процессов, происходящих на Солнце, которые суммарно характеризуют числами Вольфа (W), определяемыми по следующей зависимости:

$$W = K(10n + N), \quad (1)$$

где K — постоянная, зависящая от особенностей инструмента и глаза наблюдателя;

n — число групп пятен на Солнце;

N — общее число пятен.

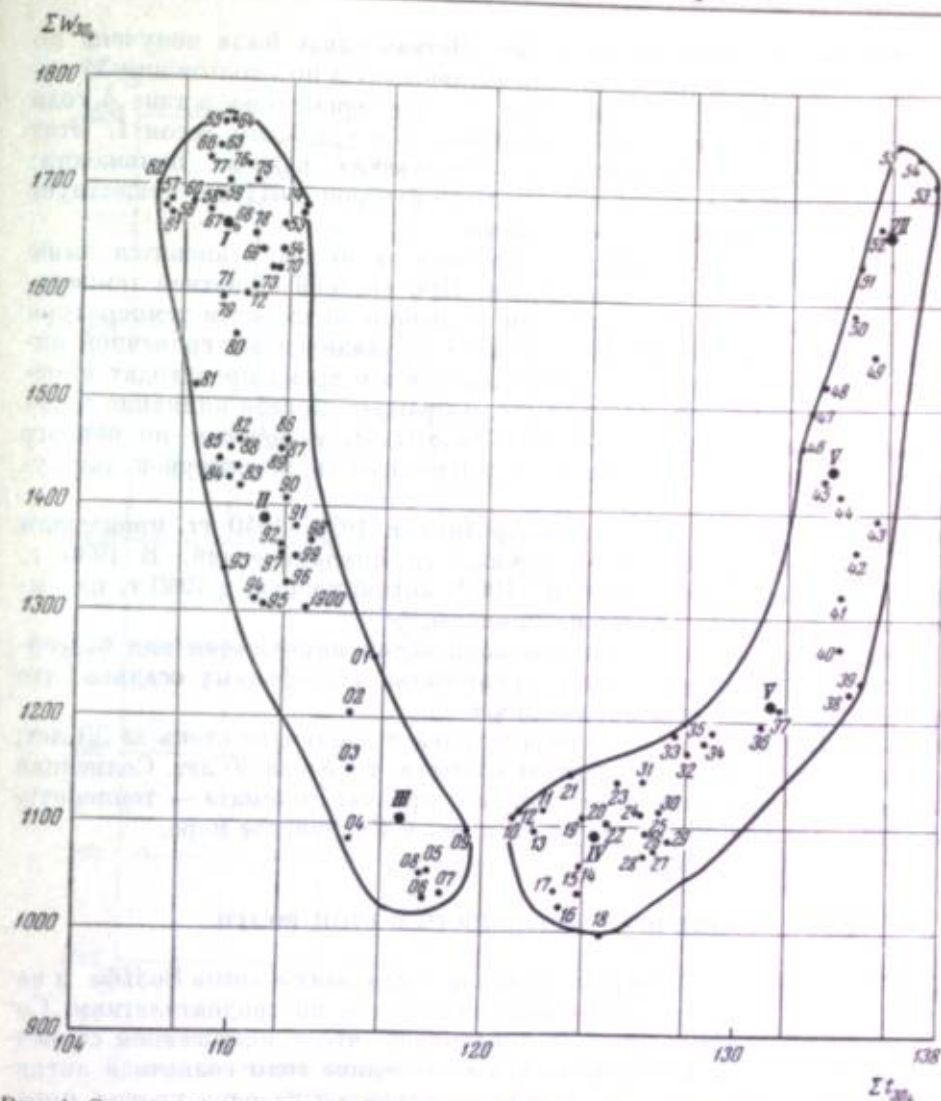


Рис. 1. Солнечная активность и температура воздуха (по данным метеостанции Ленинграда) по скользящим 34-летиям

По вертикали — сумма чисел Вольфа (ΣW); по горизонтали — сумма температур воздуха Ленинграда (Σt); римские цифры — средние значения для данной группы точек; арабские цифры — годы

Установлено, что в солнечной активности (отражаемой числами Вольфа) существует определенная периодичность в 9—13 лет (в среднем 11 лет); поэтому и природные процессы, происходящие на Земле, отличаются периодичностью, хотя и не всегда ясно выраженной; в мировой литературе еще не приведено случая установления тесной связи между активностью Солнца и процессами, происходившими на поверхности Земли.

3. СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА В БАСЕЙНЕ ВОЛГИ

Задачу установления зависимости между солнечной активностью и температурой пришлось решать методом последовательного приближения, устанавливая тесную связь между сравниваемыми элементами опыт-

ным путем, по длительным периодам. Четкая связь была получена по скользящим 34-летиям (по солнечной активности) и по скользящим 34-летиям по температуре Ленинграда (рис. 1), где первые и последние 4 года брались с удельным весом 0,5, остальные — с удельным весом 1. Этот график позволяет установить два следующих важных положения: 1) между солнечной активностью и температурой воздуха существует тесная связь; 2) эта связь неоднозначна.

Когда температура Ленинграда (средняя за 30 лет) становится выше 4° , происходит перемена знака связи. При средней 30-летней температуре воздуха ниже 4° с повышением солнечной активности температура воздуха падает; при температуре выше 4° с увеличением солнечной активности температура воздуха повышается; в это время происходит изменения и в атмосферной циркуляции. Обращает на себя внимание перелом правой кривой примерно в 1936—1938 гг. Этот перелом, по нашему мнению, объясняется переменной, происшедшей в атмосферной циркуляции.

По В. Ю. Визе, в Советской Арктике в 1930—1940 гг. произошли изменения антициклонического режима на циклонический. В 1930 г. в районе Баренцова моря отмечено 100% антициклонов, в 1940 г. их было только 11%, а 89% падает на циклоны.

Возросла интенсивность антициклонической циркуляции над бассейном Волги; это вызвало снижение количества атмосферных осадков, что привело к снижению стока волжских вод.

Уровень Каспийского моря определялся по величине стока за 30 лет; сток же, в свою очередь, зависит от климата, также за 30 лет. Солнечная активность, определявшая важнейший признак климата — температуру воздуха, должна определять и сток рек в Каспийское море.

4. СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И СТОК ВОЛГИ

Для установления синхронной связи были взяты числа Вольфа и величина стока Волги за длительные периоды — по тридцатилетиям. Соответствующий график (рис. 2) показывает, что с повышением солнечной активности сток Волги падает. За последние годы солнечная активность возросла. Это, видимо, и явилось причиной падения уровня моря. На коротком отрезке времени подсчет солнечной активности не дает достаточно точных данных, но определение за длительные периоды сглаживает неточности отдельных лет. До 1898—1927 г. связи нет, что объясняется неточностью в расчетах стока Волги и явной недостаточностью данных; так, в течение 1899—1928 гг., т.е. из 30-летнего периода, измерения расходов воды на Волге (от г. Тетюши до сел. Дубовки) имели место только в течение 17 лет. В более ранние сроки измерений расходов было еще меньше, зимних — совсем не было.

5. СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И БАРОМЕТРИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ. ИНДЕКС АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Для суждения о барометрическом давлении Н. А. Белинским была принята соответствующая шкала оценки атмосферного давления (табл. 1). Ежедневно производилась оценка атмосферного давления по районам (рис. 3); характеристикой служила сумма баллов, подсчитанная для каждого района (цифры обозначают районы по Н. А. Белинскому).

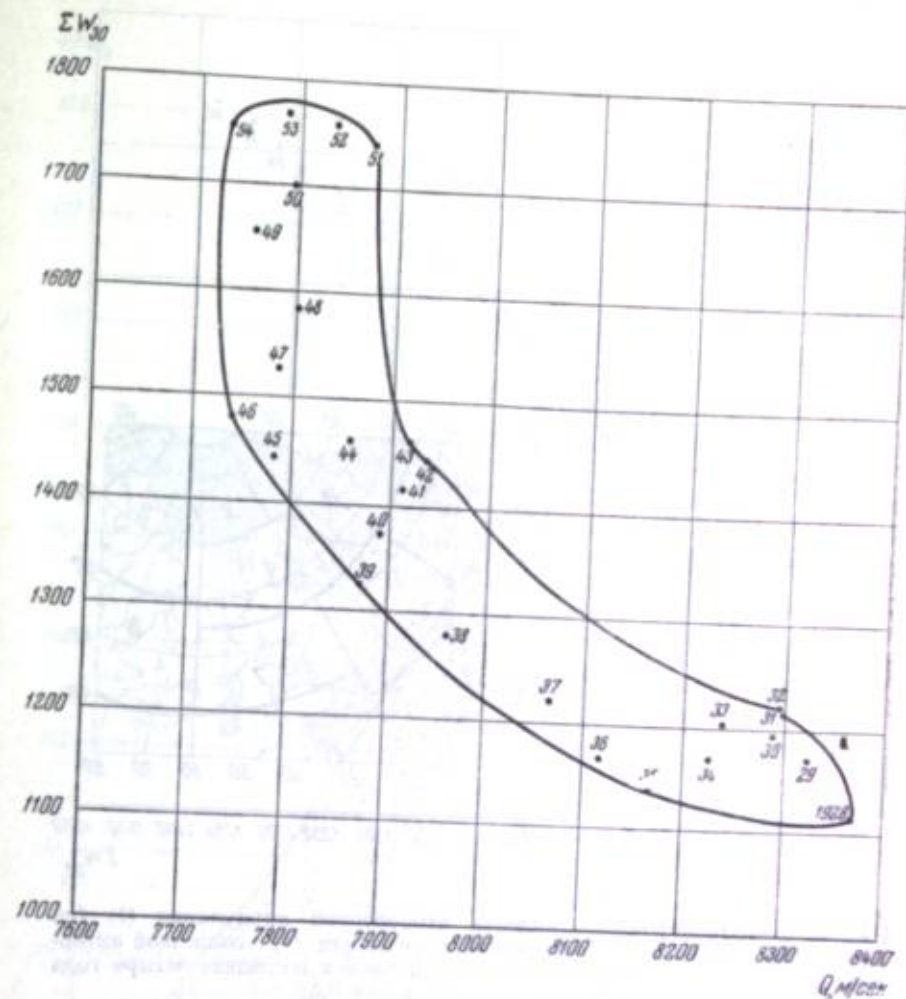


Рис. 2. Солнечная активность (сумма чисел Вольфа, W) и сток Волги у Сталинграда по скользящим 30-летиям (Q)
По вертикали — солнечная активность (W), по горизонтали — сток Волги у Сталинграда (Q)

Таблица 1

Наименование	Балл	Давление, мм
Мощный антициклон	-5	1035 и более
Антициклон средней интенсивности	-4	1025—1030
Слабый антициклон	-3	1020 и менее
Глубокий циклон	+5	990 и ниже
Циклон средней интенсивности	+4	995—1000
Слабый циклон	+3	1005 и выше

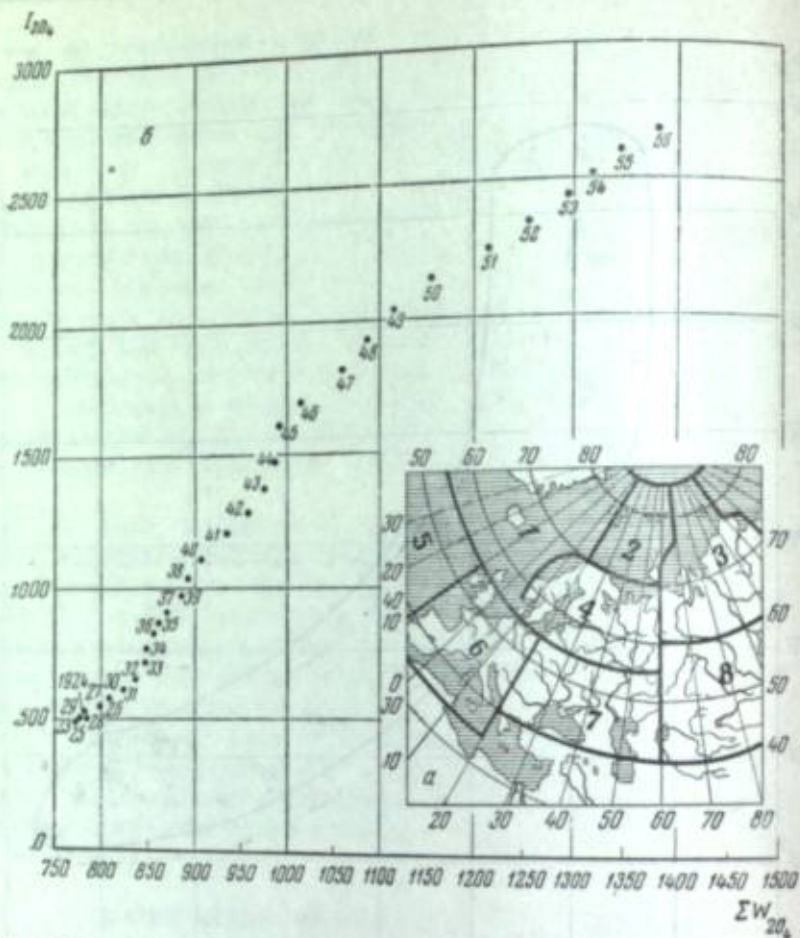


Рис. 3. а — районирование индекса атмосферной циркуляции (I) (по Белинскому); б — связь атмосферной циркуляции (I) с солнечной активностью (W) по скользящим 24-летиям (первые и последние четыре года взяты с удельным весом 0,5)
По вертикали — индексы атмосферной циркуляции (I); по горизонтали — числа Вольфа (W)

Между солнечной активностью и атмосферной циркуляцией по скользящим 24-летиям существует хорошая связь (рис. 3).

6. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА И УРОВЕНЬ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Солнечная активность, если ее определять по температуре воздуха, должна определять и уровень Каспийского моря. Установлена тесная связь суммы сорокалетней температуры воздуха метеостанции Москвы и среднего уровня Каспия последующих двух лет, т. е. если сумма температуры бралась за 1871—1910 гг., то данные уровня были взяты за 1910—1911 гг.

Таким образом, были получены связи между: 1) солнечной активностью и температурой воздуха; 2) солнечной активностью и стоком р. Волги; 3) атмосферным давлением (индексом циркуляции) (рис. 4—12) и уровнем Каспийского моря; 4) суммами по 40-летиям температуры воздуха и уровнем Каспийского моря. По изложению этих связей мы и даем долгосрочный прогноз уровня Каспийского моря.

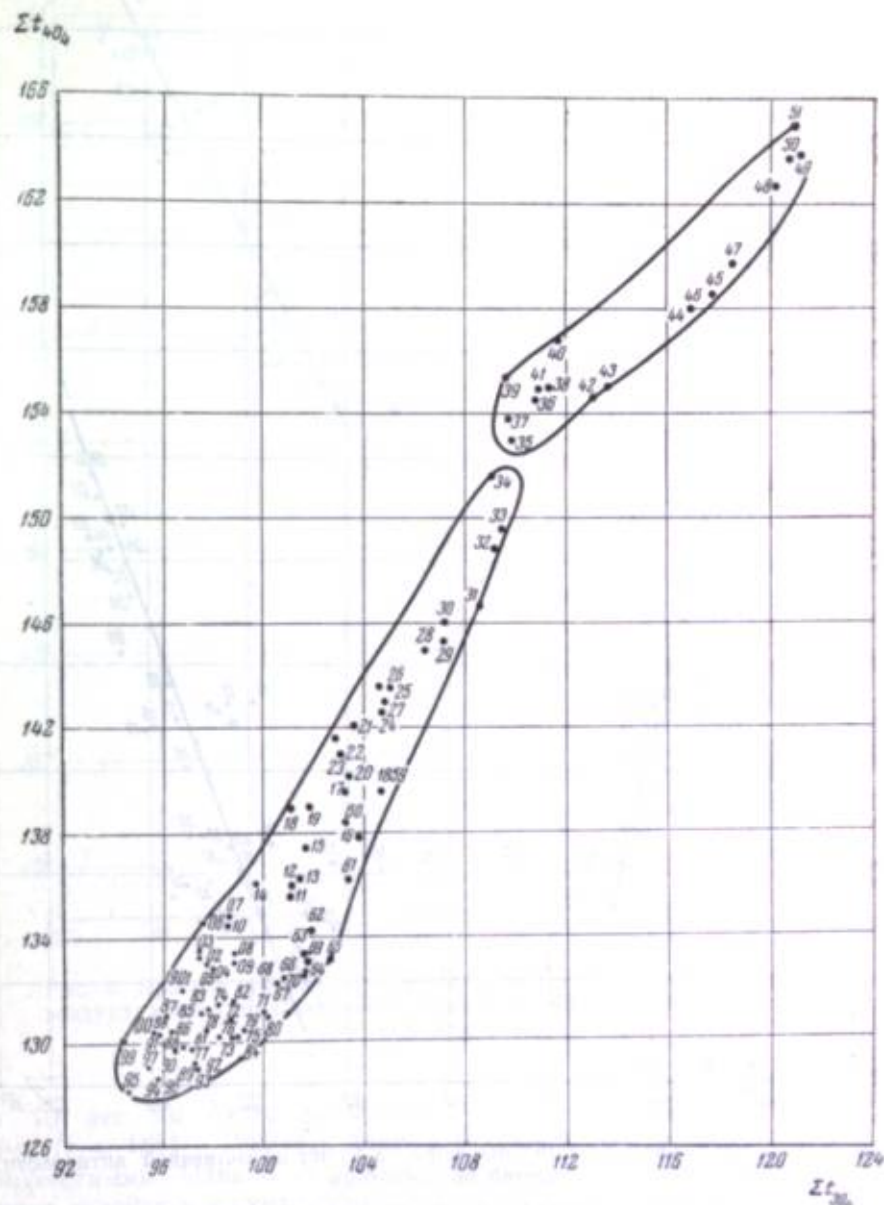


Рис. 4. Связь между скользящими 44- и 34-летними суммарными среднегодовыми температурами воздуха Москвы (первые и последние 4 года взяты с удельным весом 0,5)

По вертикали — суммы скользящей 44-летней температуры воздуха; по горизонтали — суммы скользящей 34-летней температуры воздуха

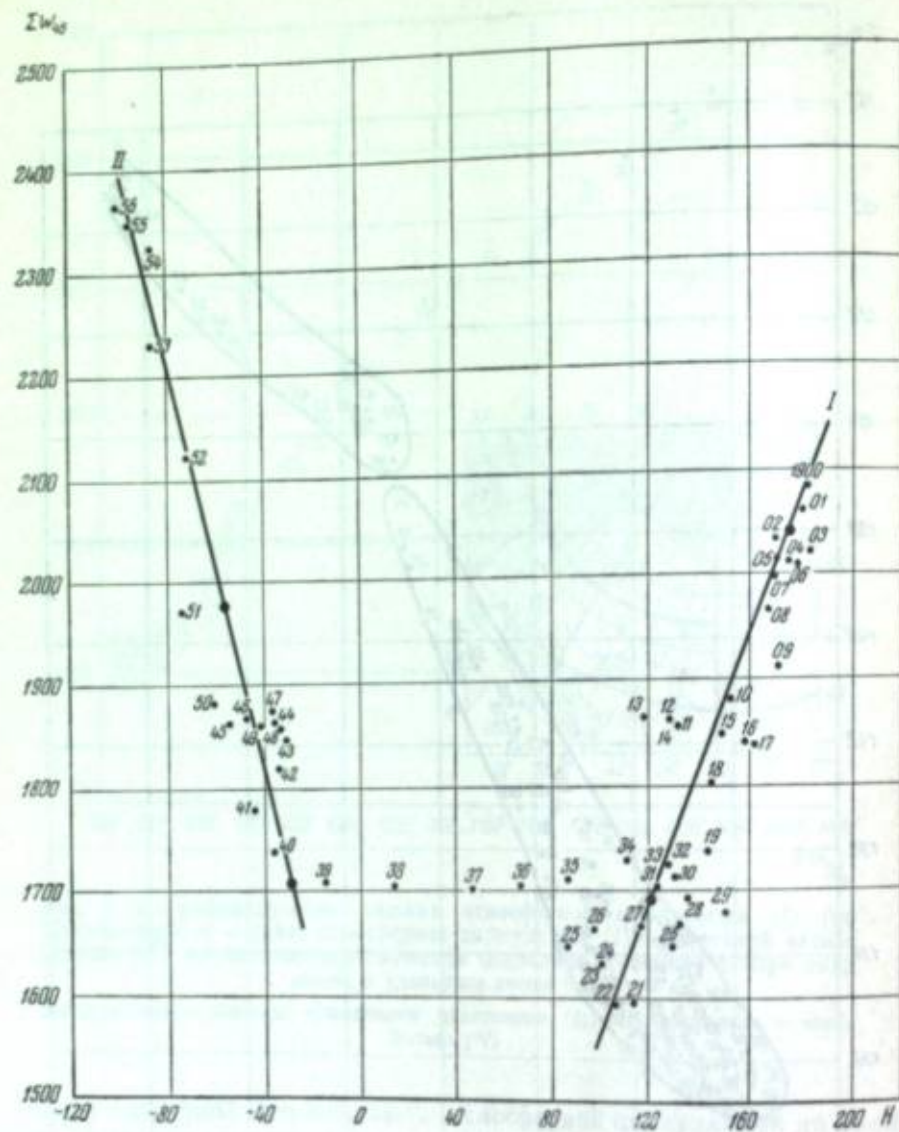


Рис. 5. Прогноз уровня Каспийского моря на 5 лет по солнечной активности, взятой по 45-летиям

По вертикали — солнечная активность (W); по горизонтали — уровень Каспийского моря по махачалинскому футштоку

7. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СВЕРХДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Установлено, что уровень Каспийского моря зависит от предшествующего стока рек. При прогнозе уровня на будущие 5—15-летние периоды нам не будут известны все данные. Так, если получена четко выраженная синхронная связь между предшествующим 40-летним периодом (например, 1861—1900 гг.) по температуре и уровню Каспия, то при прогнозе

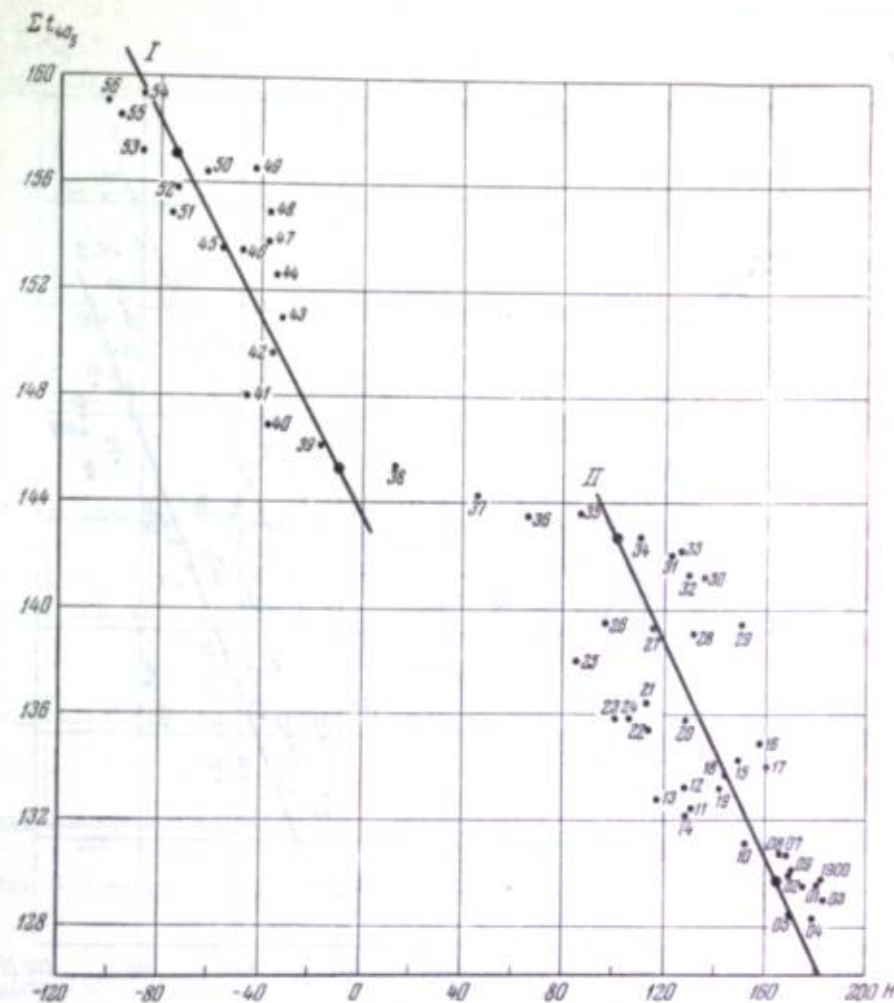


Рис. 6. Прогноз уровня Каспийского моря на 5 лет по температуре воздуха, взятой по 45-летиям (первые и последние 5 лет взяты с удельным весом 0,5)

на 10 лет мы будем располагать только тридцатью известными годами (т. е. 1861—1890 гг.); данные же следующего десятилетия останутся неизвестными. Однако от суммы температуры за 30 лет можно приблизительно перейти и к сумме температуры за 40 лет. Уравнение связи температуры воздуха за 40 и 30 лет будет:

$$t_{40} = a - b \cdot t_{30} \quad (2)$$

(где a и b — постоянные, определенные корреляцией). Можно также определить коэффициент перехода от 30-летней температуры к 40-летней по среднему их отношению:

$$K_{cp} = t_{cp40} : t_{cp30} \quad (3)$$

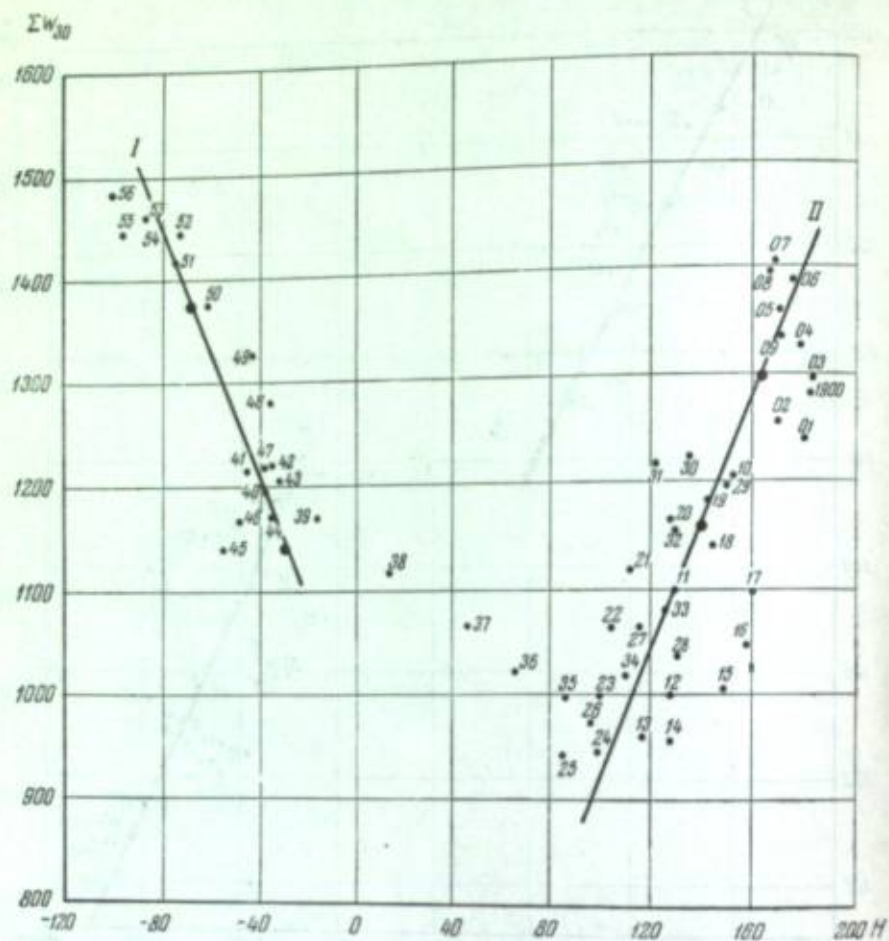


Рис. 7. Прогноз уровня Каспийского моря на 10 лет по солнечной активности, взятой по 30-летиям

Тогда

$$t_{40} = K_{\text{ср}} \cdot t_{30}. \quad (4)$$

Чем меньше будет колебаться значение K , тем лучшими будут результаты расчета.

Для Москвы установлено, что суммы среднегодовой температуры воздуха за 34 и 44 года показывают достаточно тесную связь (рис. 4). Если определять 40-летнюю сумму температуры воздуха Москвы по сумме предшествующей 34-летней температуры воздуха Москвы, то получается предельная ошибка в 4° , что при среднем значении суммы температуры за 44 года, равной 144° , составит всего 3,0%, а в среднем погрешность будет порядка 2,0%.

8. ПРОГНОЗ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ НА 5, 10 И 15 ЛЕТ

В прогнозе уровня Каспийского моря на пятилетие по солнечной активности был изучен предшествующий 45-летний период, причем на графике (рис. 5) получены две ветви:

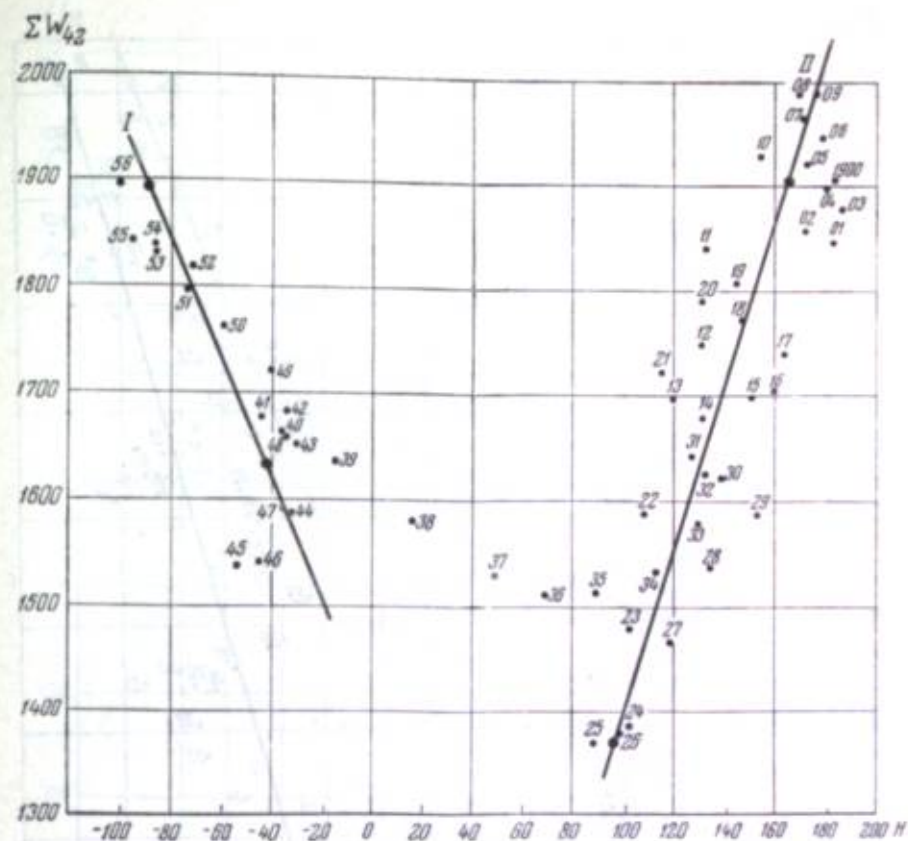


Рис. 8. Прогноз уровня Каспийского моря на 10 лет по солнечной активности, взятой по 42-летиям

Для 1900—1935 гг.

$$H = 0,158 W_{45} - 147,4 \dots (r = 0,83) \quad (5)$$

Средняя квадратичная ошибка $\sigma = \pm 14,9$;

для 1939—1956 гг.

$$H = 147,1 - 0,104 W_{45} \dots (r = -0,88) \quad (6)$$

$$\sigma = \pm 9,1.$$

При прогнозе уровня моря по температуре воздуха Москвы брались предшествующий 45-летний период, причем 1—5-й и 41—45-й годы взяты с удельным весом 0,5, остальные — с удельным весом 1.

На графике связи уровня моря и солнечной активности (рис. 6) были получены две ветви:

— для периода 1900—1936 гг.

$$H = 795,5 - 4,88 t_{45} (r = -0,75) \quad (7)$$

$$\sigma = \pm 19,8;$$

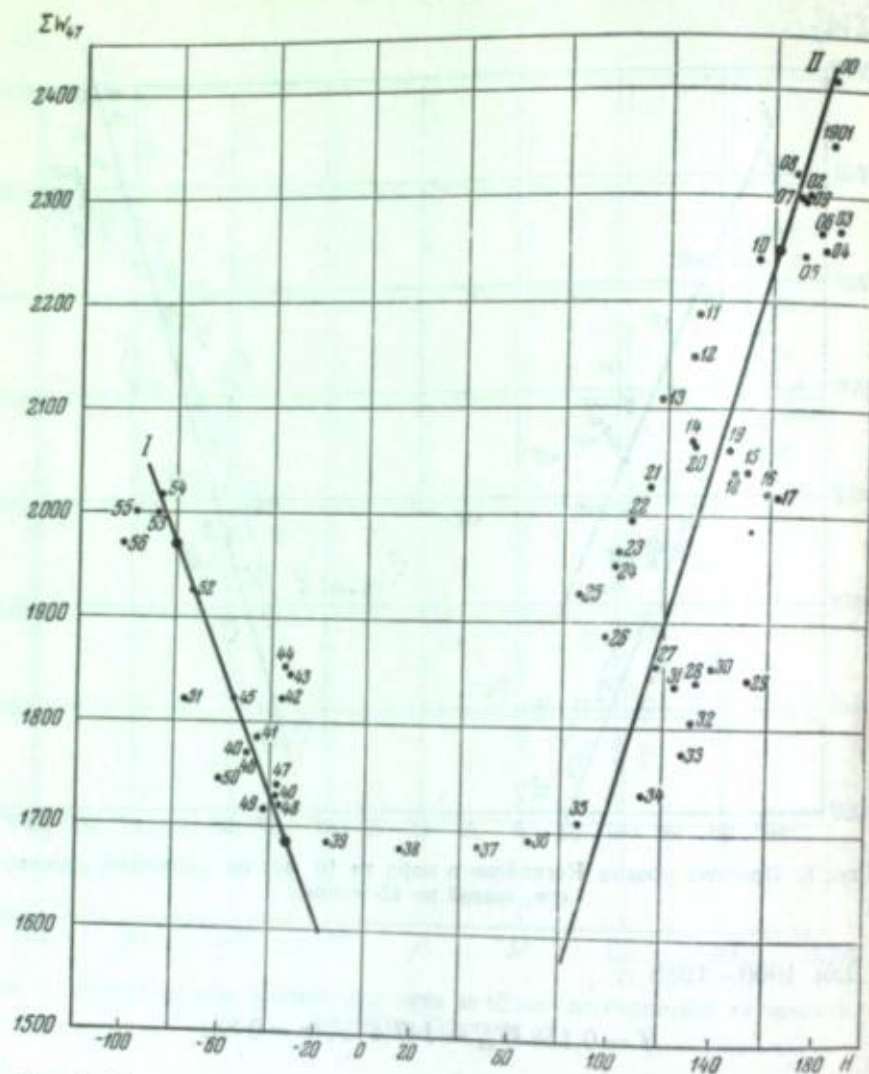


Рис. 9. Прогноз уровня Каспийского моря на 45 лет по солнечной активности, взятой по 47-летиям

— для периода 1938—1956 гг.

$$H = 774,0 - 5,44W_{47} \quad (r = -0,80) \quad (8)$$

$$\sigma = \pm 15,7.$$

При прогнозе на 10 лет по солнечной активности было взято два варианта.

В первом (рис. 7) бралась сумма W_{30} ; уравнение связи для периода 1900—1935 гг. будет:

$$H = 0,159W_{30} - 44,3 \quad (r = 0,79) \quad (9)$$

$$\sigma = \pm 17,0.$$

Для периода 1939—1956 гг. уравнение связи будет

$$H = 161,9 - 0,168W_{30} \quad (r = -0,83) \quad (10)$$

$$\sigma = \pm 12,5.$$

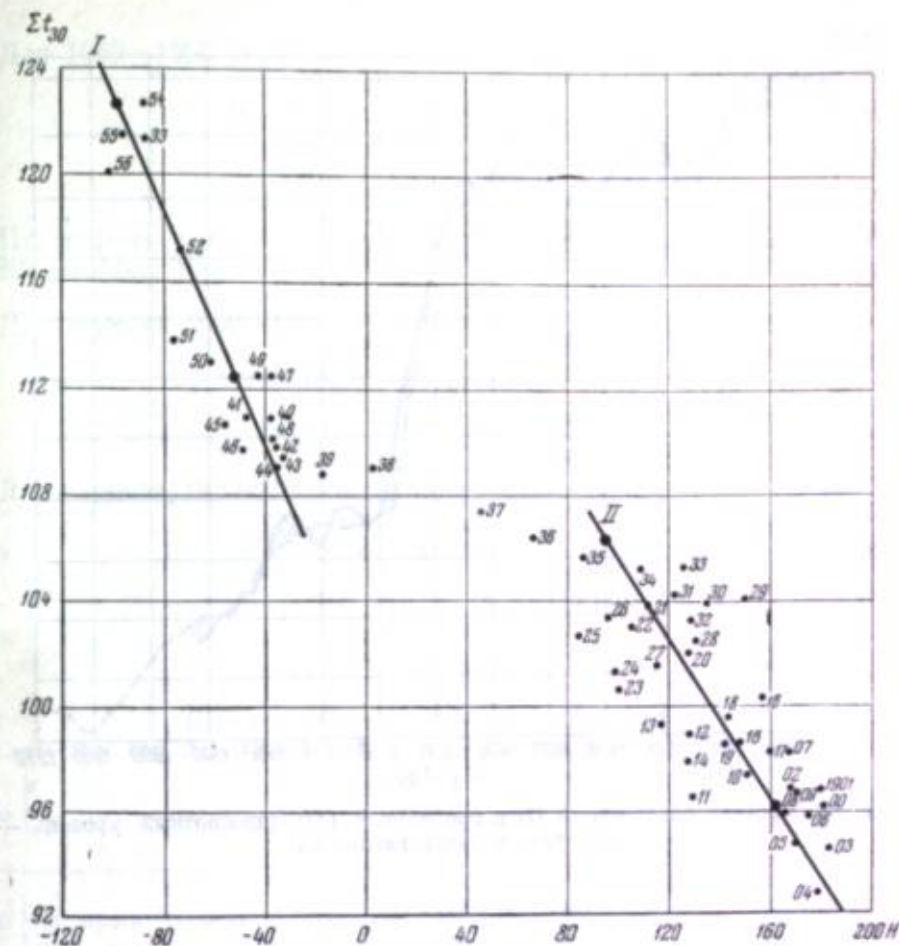


Рис. 10. Прогноз уровня Каспийского моря на 15 лет по температуре воздуха Москвы, взятой по 30-летиям

Второй вариант на 10 лет по предшествующим 42-летиям W также имел два уравнения (рис. 8). Первое — по 1900—1935 гг.:

$$H = 0,127W_{42} - 78,9 \quad (r = 0,80) \quad (11)$$

$$\sigma = \pm 15,1;$$

для второго периода 1939—1956 гг. уравнение связи будет

$$H = 240,6 - 0,174W_{42} \quad (r = -0,77) \quad (12)$$

$$\sigma = \pm 14,6.$$

При прогнозе уровня моря на 15 лет были разработаны два варианта. Первый вариант — по солнечной активности, где была взята (рис. 9) сумма предшествующих 47-летних чисел Вольфа. Уравнение для 1900—1935 гг. имеет вид

$$H = 0,117W_{47} - 103,2 \quad (r = 0,76) \quad (13)$$

$$\sigma = \pm 19,1.$$

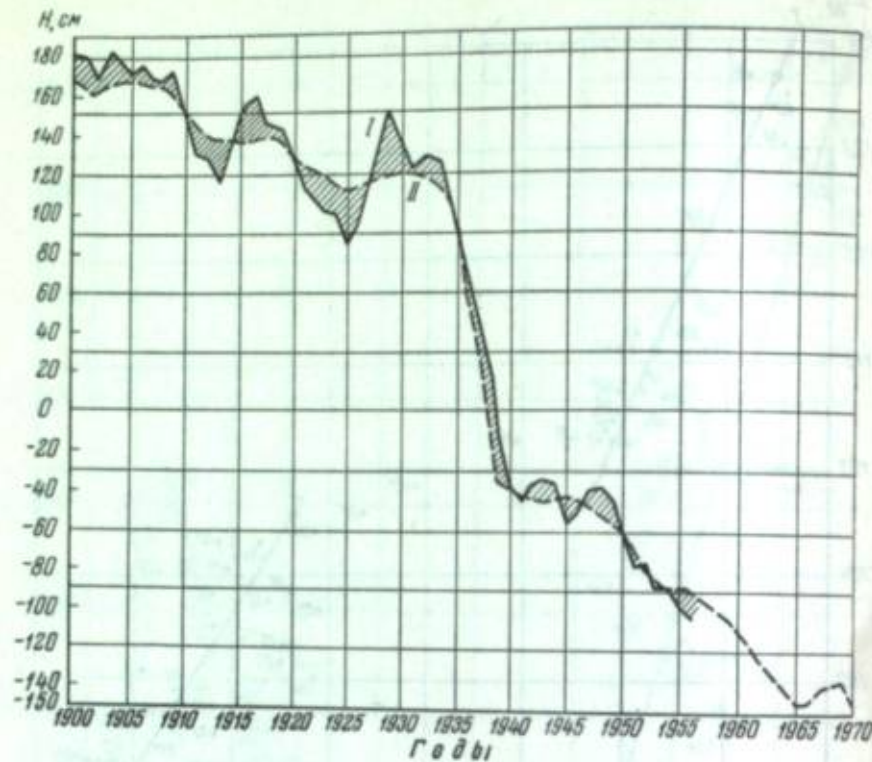


Рис. 11. Уровень фактический (I) и прогнозный (II) (прогнозный уровень — средний из всех вариантов)

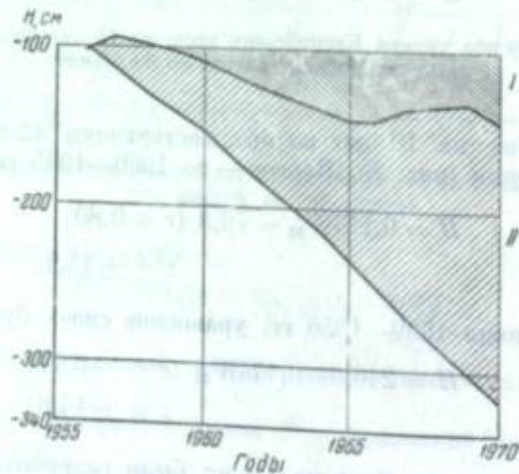


Рис. 12. Падение уровня Каспийского моря (по махачкалинскому футштоку) в зависимости от климата (I) и деятельности человека (II)

Для 1939—1956 гг. уравнение связи будет:

$$H = 251,3 - 0,168W_{47} \quad (r = 0,72) \quad (14)$$

$$\sigma = \pm 14,3.$$

По второму варианту (по температуре воздуха Москвы) бралась сумма за 30 лет (рис. 10).

Для периода 1900—1936 гг. получено уравнение:

$$H = 796,9 - 6,6t_{30} \quad (r = -0,77) \quad (15)$$

$$\sigma = \pm 18,8.$$

Для периода 1939—1956 гг. получено уравнение:

$$H = 465,7 - 4,6t_{30} \quad (r = -0,87) \quad (16)$$

$$\sigma = \pm 10,2.$$

Таблица 2

Проверка среднего прогноза на 5, 10 и 15 лет

Годы		Сдвигна на 1 год									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1900	Ср. прогн. уровень .	166	162	164	167	168	168	166	166	165	159
	Наблюденный »	181	180	169	183	178	170	175	168	166	170
	Ошибки прогноза . .	-15	-18	-5	-16	-10	-2	-9	-2	-1	-11
1910	Ср. прогн. уровень .	152	145	139	138	138	136	137	140	141	138
	Наблюденный »	152	130	128	117	128	148	157	160	144	142
	Ошибки прогноза . .	0	15	11	21	10	-12	-20	-20	-3	-4
1920	Ср. прогн. уровень .	129	124	122	118	114	112	114	117	119	121
	Наблюденный »	128	112	105	100	99	85	96	115	131	150
	Ошибки прогноза . .	1	12	17	18	15	27	18	2	-12	-29
1930	Ср. прогн. уровень .	121	120	117	112	108	89	56	36	0	-34
	Наблюденный »	135	122	129	126	110	86	66	46	13	-17
	Ошибки прогноза . .	-14	-2	-12	-14	-2	3	-10	-10	-13	-17
1940	Ср. прогн. уровень .	-39	-42	-44	-44	-43	-42	-44	-47	-51	-56
	Наблюденный »	-38	-46	-36	-33	-35	-56	-49	-38	-37	-43
	Ошибки прогноза . .	-1	4	-8	-11	-8	14	5	-9	-14	-13
1950	Ср. прогн. уровень .	-60	-68	-78	-85	-87	-86	-89			
	Наблюденный »	-62	-76	-74	-88	-88	-97	-102			
	Ошибки прогноза . .	2	8	-4	3	1	11	13			

Таблица 3
Прогноз уровня на 1957—1970 гг.

Год	Уровень, см	Год	Уровень, см
1957	-94	1964	-137
1958	-98	1965	-144
1959	-102	1966	-144
1960	-108	1967	-137
1961	-116	1968	-135
1962	-124	1969	-133
1963	-131	1970	-144

При прогнозах учитывался уровень прогноза предшествующего года. Так, если при прогнозе на 5 лет, по солнечной активности, за предшествующие 45 лет прогноз на 1918 г. давал уровень 137 см, а по прогнозу на 1917 г. он составлял 142 см, то в прогнозе уровень давался средний из двух — 140 см.

Средние прогнозы на 5, 10 и 15 лет приведены в табл. 2 и на рис. 11. В табл. 3 особо дан прогноз на 1958—1970 гг. (рис. 12).

Е. Г. Архипова

ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА КАСПИЙСКОГО МОРЯ В СВЯЗИ С Понижением ЕГО УРОВНЯ

С 1950 по 1956 г. в Океанографическом институте проводились исследования термического режима Каспийского моря. Исследования показали, что в районах с глубинами менее 25 м температурный режим в основном зависит от процессов взаимодействия с атмосферой (от солнечной радиации, эффективного излучения, испарения и теплообмена с атмосферой). Температура меняется здесь в течение года довольно резко, годовые амплитуды велики и достигают 25—26°. В районах с глубинами более 25 м в тепловом балансе приобретают большее значение процессы адвективно-турбулентной передачи тепла из одного района в другой. Процессы нагревания и охлаждения проходят здесь медленнее, колебания температуры сглажены.

Весьма существенную роль в формировании температурного режима районов моря (особенно мелководных) играет распределение глубин. Современные и будущие средние глубины моря рассчитывались нами из соотношения объема и площади водной поверхности в каждом районе моря.

Принятое в расчетах падение уровня на 3 м существенно изменит средние глубины в Северном Каспии, в районе Аграханской косы, в заливах Кендерли, Кара-Богаз-Гол, им. Кирова, Красноводском, в районе о-ва Огурчинского и Гасан-Кули (рис. 1).

Расчеты показывают, что восточная часть Северного Каспия станет мельче, а западная часть, район форта Шевченко и Култука, станут более приглубыми за счет уменьшения площади под мелководьями.

Исследования В. С. Самойленко по Аральскому морю и наши по Северному Каспию показали, что при любых изменениях положения уровня моря нет оснований ожидать каких-либо существенных изменений средней годовой температуры (она изменится на 0,1—0,2° против современной), так как она мало связана с глубиной и в основном определяется притоком солнечного тепла. Однако предельные значения температуры (максимальные и минимальные), которые определяются величиной годового теплооборота, зависящего от климатических факторов, глубины моря и адвекции, должны будут измениться.

На рис. 2,а графически изображена зависимость внутреннего теплооборота от глубины для мелководных районов. Эта зависимость линейна. Для районов с глубинами более 25 м характер зависимости несколько меняется.

Зная будущие средние глубины в каждом мелководном районе, учитывая также те или иные отклонения точек от кривых связи в зависимости от условий каждого района, можно определить будущие величины теплооборота и годовых амплитуд температуры. В тех районах, где средние глубины уменьшатся, годовые амплитуды возрастут на 0,2 — 0,6°; в районе форта Шевченко и у о-ва Огурчинского, которые станут более глубокими, амплитуды уменьшатся на 0,2° (табл. 1 и рис. 2,б).

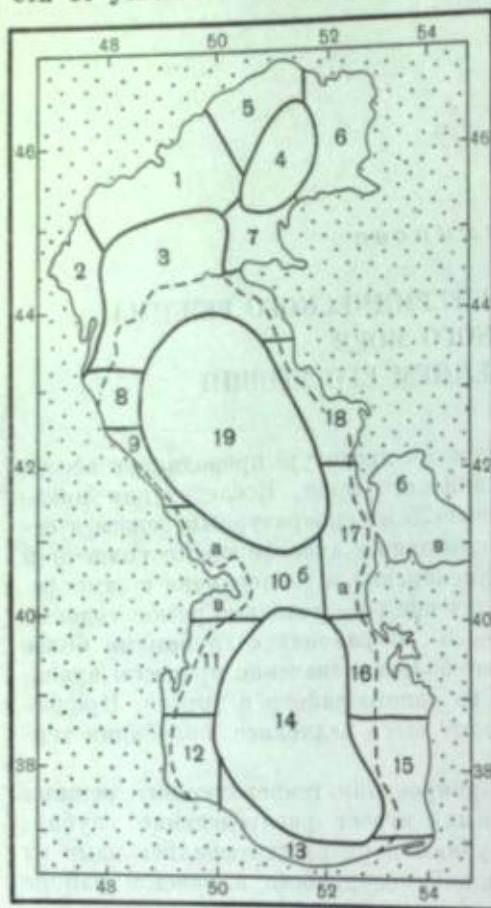


Рис. 1. Районы Каспийского моря:

1 — Волжский приустьевый; 2 — Западный мелководный; 3 — Центральный Северо-Каспийский; 4 — Уральской Воротина; 5 — Северный; 6 — Восточный мелководный; 7 — Юго-Восточный; 8 — Махачкалинский; 9 — Дербентский; 10 — Апшеронский; 11 — Зак-ост-култунский; 12 — Юго-Западный; 13 — Южный; 14 — Центральный Южного Каспия; 15 — Гасанкулинский; 16 — Челекешский; 17 — Карабогаский; 18 — Кеендерайский; 19 — Центральный Среднего Каспия. а, б, в — подрайоны
Силочные линии — условные границы районов, штриховые — прибрежная часть моря с глубинами менее 25 м

будет наступать во всех мелководных районах на 2—11 дней позже. В районах, где средняя глубина увеличится, процессы нагревания и охлаждения будут запаздывать. Иначе говоря, во всех районах Северного Каспия, кроме VII, климат станет более континентальным, а в VII, где усилится влияние воды Среднего Каспия, — более морским. На рис. 3 и в табл. 3 показана тенденция к ожидаемым изменениям средней месячной температуры в каждом районе, полученная путем

теплооборота и годовых амплитуд температуры. В тех районах, где средние глубины уменьшатся, годовые амплитуды возрастут на 0,2 — 0,6°; в районе форта Шевченко и у о-ва Огурчинского, которые станут более глубокими, амплитуды уменьшатся на 0,2° (табл. 1 и рис. 2,б).

Далее были построены графики зависимости сроков перехода температуры через среднее годовое значение, а также наступления максимальных и минимальных значений температуры от средней глубины в районе. За начальные точки на графике взяты самые ранние сроки наступления той или иной температурной фазы. При помощи указанных графиков были определены даты наступления различных температурных фаз при новых средних глубинах (при понижении уровня на 3 м), и, пользуясь новыми характеристиками годового хода, определялся будущий годовой ход.

Анализ новых данных показывает, что наибольшие изменения должны произойти в Северном Каспии. Общая закономерность в наступлении фаз сохранится; однако, в новых условиях прогрев и охлаждение, а также наступление максимальной температуры, будет происходить на 1—10 дней раньше (табл. 2). Конец зимы, определяемый весенним переходом температурной кривой через 0°,

Таблица 1

Современные и будущие средние глубины и амплитуды температуры

Районы Северного Каспия	Современные		Будущие	
	средние глубины, м	амплитуды, град.	средние глубины, м	амплитуды, град.
1	1,3	25,0	1,0	25,3
2	2,2	24,8	1,0	25,3
3	11,4	24,0	8,4	24,3
4	6,4	24,6	3,4	24,9
5	2,6	25,4	1,0	25,3
6	1,3	25,5	1,0	25,3
7	3,1	24,2	3,6	24,8
Весь Северный Каспий	4,5	—	4,5	—

Таблица 2

Смещение температурных фаз (в днях)

Сезоны	Районы							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Время перехода через уровень средней годовой температуры	Весна	-6	-1	-4	-3	-6	-1	+1
	Осень	-1	-2	-3	-2	-3	0	+1
Время наступления минимальной температуры		+1	-10	-6	-4	-3	-3	+1
Время перехода температурной кривой через 0	Начало зимы . . .	-5	-20	-	0	0	0	0
	Конец зимы . . .	+7	+11	-	+1	+2	+2	+1

- фаза наступает раньше; + фаза наступает позже

сравнения настоящих и будущих кривых годового хода температуры. В мелководных районах в весенне-летний период температура станет выше в среднем на 1,0—1,5° (максимальная величина повышения температуры 2,5° в VI районе); в осенне-зимний период температура станет ниже в среднем на 1° (максимальная величина понижения температуры в этот период 1,5° в IV районе).

В Среднем и Южном Каспии произойдут меньшие изменения. Там, где прибрежные районы станут более приглубыми, амплитуды температуры уменьшатся, усилится влияние открытого моря.

Указанная тенденция к изменениям температуры в связи с падением уровня моря подтверждается также материалами наблюдений на гидрометстанциях Северного Каспия (Астраханский рейд, о-в Чечень, о-в Большой Пешной, форт Шевченко) и Среднего Каспия (п-в Апшерон, о-в Жилой, заливы Кара-Богаз-Гол и Куули), которые за период после 1934 г. дают более низкие осенние и более высокие весенние и летние показатели температуры (на 1,5° по сравнению с температурой за предшествующий период (табл. 4 и рис. 4).

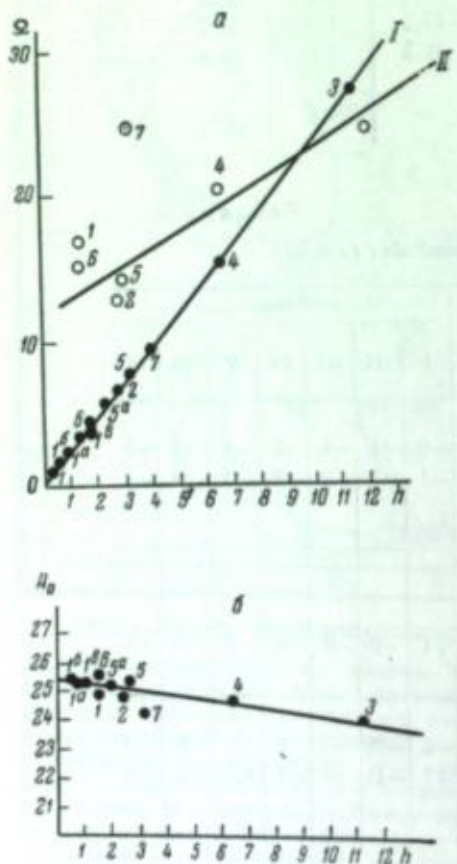


Рис. 2. Зависимость внутреннего (I) и внешнего (II) теплообмена (а) и годовой амплитуды (A₀) температуры воды (б) от средней глубины района

Цифры у кривых — номера районов; Ω — теплооборот, ккал/см² год; h — средняя глубина района, м

Такие сравнительно небольшие изменения в температурном режиме отдельных районов моря должны вызвать некоторые изменения также в величинах испарения и общего теплового баланса и сказаться на ледовом режиме этих районов.

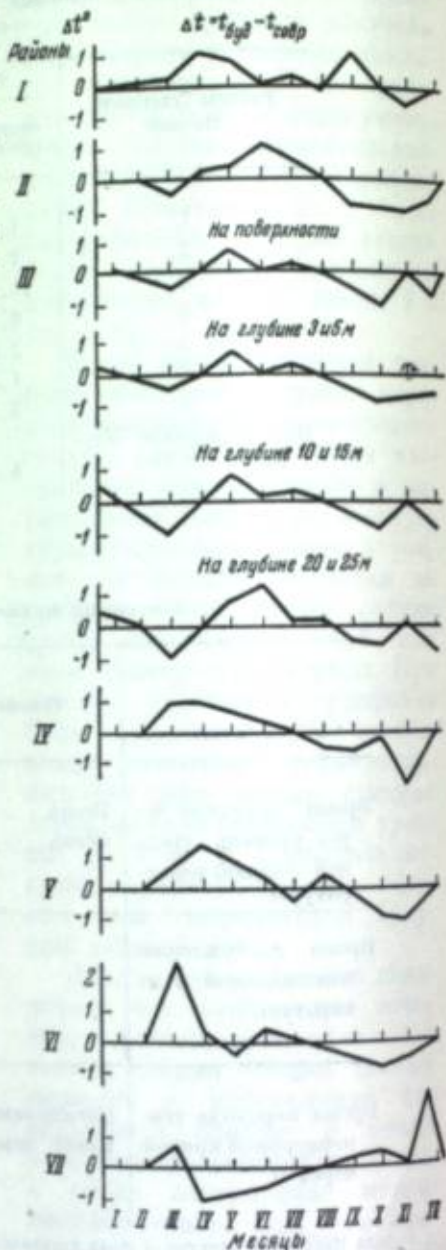


Рис. 3. Тенденция к изменению температуры воды на поверхности и на глубинах [(t_{буд} - t_{совр})] в районах Северного Каспия

Таблица 3

Тенденция к изменению температуры на поверхности Северного Каспия

Районы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I	0,0	0,0	+0,2	+1,0	+0,7	0,0	+0,2	-0,1	+1,1	-0,1	-0,5	0,0
II	0,0	0,0	-0,4	+0,2	+0,4	+1,2	+0,5	0,0	-0,8	-0,8	-0,9	-0,6
III	+0,1	-0,2	-0,4	0,0	+0,8	+0,1	+0,3	+0,1	-0,5	-0,9	-0,0	-0,6
IV	0,0	0,0	+0,9	+0,9	+0,6	+0,2	-1,0	-0,4	-0,4	-0,2	-0,5	0,0
V	0,0	0,0	+0,8	+1,5	+0,8	+0,5	-0,2	+0,1	-0,2	-0,7	-1,8	0,0
VI	0,0	0,0	+2,5	+0,2	-0,3	+0,4	0,0	-0,2	-0,4	-0,8	-0,6	0,0
VII	0,0	0,0	+0,7	-1,0	-0,8	-0,6	-0,2	0,0	+0,4	+0,6	+0,1	+2,4
Западная часть Северного Каспия	+0,3	+0,1	-0,1	+0,4	+0,6	-0,3	+0,1	0,0	+0,3	+0,3	+0,8	+0,5
Восточная часть Северного Каспия	0,0	0,0	+1,2	+0,5	+0,4	+0,4	-0,1	+0,1	+0,1	-0,2	-0,8	+0,1

Таблица 4

Разность среднемесячной температуры воды на поверхности за период до и после 1934 г. (T₂-T₁), где T₁ — среднемесячная температура по 1933 г. включительно, T₂ — та же с 1934 по 1953 г.

Районы	Месяцы												Среднегодовая температура
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Западное побережье													
Махачкала	-0,3	0,1	0,3	0,7	0,3	0,3	1,0	0,5	0,3	-0,2	0,0	0,0	0,3
Дербент	0,1	0,9	1,3	1,1	0,2	0,7	0,7	-0,3	-0,5	0,9	-1,0	0,3	0,2
Апшеронский маяк	-0,3	0,7	0,1	0,9	0,4	0,6	0,6	0,8	0,5	0,2	-0,2	0,3	0,4
О-в Жилой	0,9	1,4	1,2	1,6	0,9	1,0	1,0	0,4	0,1	-0,2	-0,6	0,6	0,7
Баку, мыс Баилов	0,5	1,4	1,2	1,4	0,7	1,0	1,2	1,2	1,1	0,4	-0,3	0,7	0,9
Восточное побережье													
Форт Шевченко	-0,5	0,5	0,4	0,7	0,8	0,9	0,3	1,2	0,4	-0,4	-1,2	-0,6	0,2
Кара-Богаз-Гол	-0,1	0,8	0,3	0,5	0,2	0,0	1,6	0,4	0,3	-0,4	-1,2	-0,7	0,1
Маяк Куули	-0,6	0,3	0,0	0,5	0,3	0,6	0,9	0,3	0,0	-0,3	-1,1	-0,7	-0,6

Будущую величину испарения мы определили по будущим значениям температуры, считая, что ветер и абсолютная влажность воздуха не изменяются. Такие расчеты показывают, что суммарная годовая величина будущего испарения для всего Северного Каспия увеличится всего на 14—20 мм, причем весной и летом она возрастет, а осенью уменьшится (табл. 5).

Если рассчитать величину будущего испарения в отдельных районах моря, то изменения окажутся более значительными, так как в отдельных районах в весенние или осенние месяцы изменения температуры составляют от $1^{\circ},5$ до $2^{\circ},0$. Таким образом, в среднем для акватории Северного Каспия и тем более для всего Каспийского моря нельзя ожидать значительного увеличения испарения в связи с изменениями температуры воды.

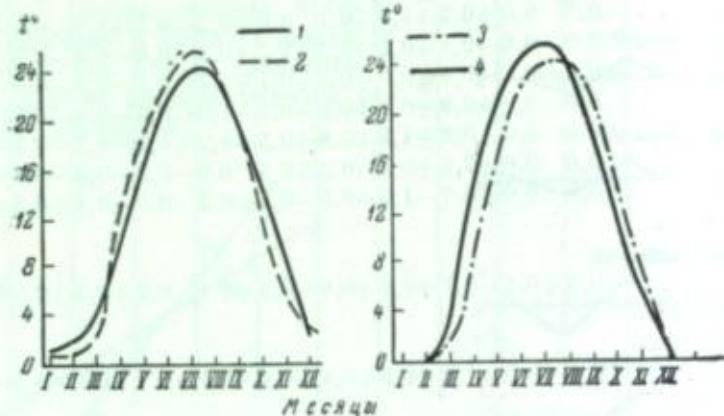


Рис. 4. Годовой ход температуры воды на поверхности во II районе
1 — средняя многолетняя температура за период до 1935 г.; 2 — то же за период с 1935 по 1952 г.; 3 — современная температура; 4 — будущая температура

По-видимому, увеличение испарения за последние годы (после 40-х годов) произошло в основном в результате изменения климатических факторов: в одних районах моря вследствие обмеления уменьшилась влажность воздуха; там же, где море стало более глубоким, а район мористым, влажность воздуха увеличилась.

Предстоящие изменения в положении уровня моря должны увеличить сухость и сделать более резкой континентальность климата в восточной части Северного Каспия, которая при падении уровня на 3 м должна стать

Таблица 5

Будущее испарение с акватории Северного Каспия (мм)

	Месяцы												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Современное испарение	8	6	16	58	116	124	144	147	129	106	64	12	930
Будущее испарение	8	6	20	62	131	126	141	148	138	97	61	11	949
Разность	0	0	+4	+4	+15	+2	-3	+1	+9	-9	-3	-1	+19

почти изолированным водоемом; в связи с этим испарение здесь должно увеличиться. В западной части Северного Каспия, наоборот, в связи с обмелением современные мелководья исчезнут и большие глубины будут

занимать относительно более значительную площадь, климат станет более резко выраженным морским, а ветры будут более влажными. В этой части моря величина испарения не должна увеличиться.

Для определения вероятных изменений ледового режима была использована зависимость внешнего и внутреннего теплообмена от глубины (см. рис. 2, а), понятия о которых были введены В. С. Самойленко при исследовании термического режима Аральского моря. Разность между ними определит не только будущий адвективный теплообмен, но и тепло, которое будет расходоваться на льдообразование и таяние льда.

Расчеты показывают, что в тех районах, где средняя глубина уменьшится, разность теплообмена увеличится на 2—4 ккал/см² в год, что характеризует возможное увеличение в этих районах количества образующегося льда. В северной части Мангышлакского района и в Красноводском заливе усилится роль адвекции, и количество льда уменьшится. То же должно произойти и в районе Култука и в Гасанкулийском районе.

Некоторые изменения произойдут и в отношении сроков образования льда; в районах, которые станут более мелководными, охлаждение будет происходить быстрее, а потому образование льда ускорится; в районах, где средняя глубина увеличится, лед будет образовываться позже, и, в связи с усилением влияния вод Среднего Каспия, лед будет менее устойчив. В Красноводском заливе, где лед образуется не ежегодно, вероятность образования местного льда уменьшится.

Увеличение количества льда должно удлинить период таяния ледяного покрова; очищение ото льда будет происходить позже. Изменится и характер ледяного покрова. В восточных районах Северного Каспия и в мелководных заливах ледяной покров будет более устойчивым, припай будет шире и уменьшится количество плавучего льда. У западных берегов Северного Каспия и в районах более приглубых в будущем, наоборот, ледяной покров будет менее устойчив, с преобладанием плавучего льда, кромка которого будет подвергаться частому разрушению. Ожидать существенного смещения кромки льда к югу оснований нет. В Среднем и Южном Каспии расчет будущих ледовых условий практического значения не имеет, так как там лед появляется лишь в очень суровые зимы, и образование его в основном определяется ветровыми условиями над морем.

Указанные вероятные изменения температурного и ледового режимов будут иметь местное значение в связи с изменением теплового баланса лишь в отдельных районах моря.

С. С. Байдин

ВОЗМОЖНОЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДНОГО СТОКА В ДЕЛЬТЕ ВОЛГИ В СВЯЗИ С ГИДРОСТРОИТЕЛЬСТВОМ

Образуя дельту, Волга разделяется на пять главных рукавов: Бузан, Болду (разветвляющуюся ниже истока на два рукава — Рычан и Большую Болду), Камызяк, Старую Волгу и Бахтемир.

По направленности водотоков и распределению стока дельта Волги делится на две части: западную и восточную. В верховье к восточной части относятся рукава Бузан и Болда, к западной — Камызяк, Старая Волга и Бахтемир. Как показали исследования ГОИН (1955 г.), вследствие наличия Тишковской косы и ее продолжения в виде подводного мелководья на взморье с глубинами в период половодья до 20—30 см вода правого рукава Болды — Большой Болды — вливается в западную часть дельты, т. е. распределение стока между западной и восточной частями дельты на взморье несколько иное.

Наиболее водоносны крайние рукава дельты: на востоке — Бузан, на западе — Бахтемир; затем по величине стока следуют Камызяк, Старая Волга, Большая Болда и Рычан.

На Бузан и Болду приходится 38% волжского стока, а вместе с Ахтубой и Волго-Ахтубинской поймой — 41,5%; на Бахтемир, Старую Волгу и Камызяк — 51,5%; на мелкие рукава и разливы приходится 7% стока.

Что касается морского края, то на восточную часть дельты приходится 35% стока, на западную — 58%. Бузан уносит 28%, а Бахтемир 24% стока Волги в истоке дельты.

Величина стока главных рукавов, а также западной и восточной частей дельты изменяется в зависимости от величины волжского стока, поступающего в дельту (табл. 1). Меняется также и распределение стока между главными рукавами обеих частей дельты. Такие изменения происходят как из года в год, так и от сезона к сезону. Так, например, среднемесячный сток Бахтемира может увеличиваться от 20—22% в период половодья до 30—33% в период межени, а сток Бузана может соответственно уменьшаться с 31 до 23%. Перераспределение стока объясняется, помимо изменения уклонов водной поверхности в этих рукавах в период половодья и межени, резким уменьшением поступления стока Ахтубы и Волго-Ахтубинской поймы в Бузан в период межени, а также более свободным выходом волжских вод к морю по Бахтемиру.

Из табл. 1 видно, что при уменьшении расхода Волги с 6500 до 3800 м³/сек Бахтемир уменьшает расход в межень на 33%, в то время

Таблица 1

Распределение расходов воды главных рукавов дельты Волги при изменении расхода Волги

Рукав, часть дельты	Расход воды Волги, м ³ /сек					
	27 700	17 800	11 500	6 510	3 800	2 000
Бахтемир	5 500	4 050	2 800	2 000	1 340	920
Старая Волга	3 380	2 520	1 660	880	545	260
Камызяк	3 880	2 800	1 860	1 010	650	370
Большая Болда	1 900	1 300	780	425	205	80
Рычан	1 160	830	490	200	110	50
Бузан	8 920	6 260	3 860	2 000	950	315
Западная часть дельты	12 760	9 370	6 380	3 890	2 530	1 550
Восточная часть дельты	11 980	8 390	5 130	2 620	1 260	450
Западная часть морского края	14 660	10 670	7 160	4 310	2 740	1 630
Восточная часть морского края	10 080	7 090	4 350	2 200	1 060	365

как Бузан — на 53%. При уменьшении расхода воды Волги с 27 700 до 3 800 м³/сек Бахтемир уменьшает свой сток в 4 раза, Бузан — более чем в 9 раз. Аналогичное перераспределение стока происходит и между восточными и западными частями дельты.

Изменение величины стока Волги влечет за собой и изменение уровня воды дельты. При наиболее характерном межени уровне воды от —25,0 до —25,5 м (абс.) в западной части дельты увеличивается сток с 60 до 67%, а в восточной части уменьшается с 40 до 33% (рис. 1). Наиболее ярко перераспределение стока видно при рассмотрении амплитуды уровня от —22,0 до —26,0 м. В этом четырехметровом интервале западная часть дельты увеличивает свою долю стока на 24% (с 53 до 77%), а восточная уменьшает на 24%

(с 47 до 23%). Аналогичное перераспределение стока происходит и на морском крае дельты, однако сама величина стока западной части оказывается несколько большей по сравнению с восточной частью.

Помимо общего перераспределения стока между западной и восточной частями и всеми главными рукавами, можно отметить также наличие перераспределения стока между главными рукавами каждой части дельты.

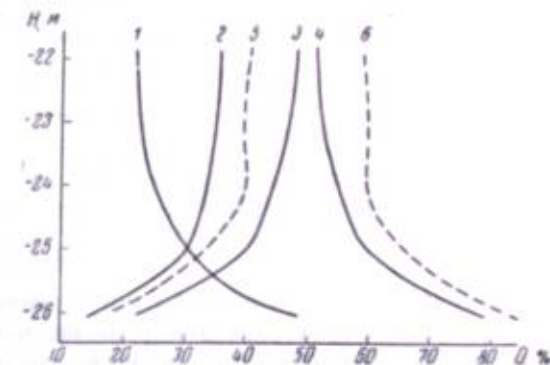


Рис. 1. Распределение стока в дельте Волги при изменении уровня воды у Верхне-Лебяжьего
1 — Бахтемир; 2 — Бузан; 3 — восточная часть дельты; 4 — западная часть дельты; 5 — восточная часть морского края; 6 — западная часть морского края.
H — уровень Волги; Q — расход воды в процентах от расхода Волги

В западной части в период межени увеличивается доля стока вод Бахтемира и уменьшается доля стока Старой Волги и Камызяка, а в восточной части уменьшается доля стока Бузана и увеличивается доля стока Болды.

Как видно из рис. 1, при срезке пика половодья произойдет небольшое перераспределение стока, но соотношение величин стока между западной и восточной частями дельты должно несколько измениться, а именно: доля восточной части уменьшится. Это произойдет в первую очередь вследствие уменьшения стока Ахтубы и Волго-Ахтубинской поймы. При этом резко сократится площадь современной дельты, заливаемой полыми водами, уменьшится питание ильменей.

Меженный сток Волги ниже Сталинграда, в результате будущего его зарегулирования, увеличится, что приведет к довольно значительному перераспределению стока как между главными рукавами, так и между западной и восточной частями дельты, и к увеличению водности восточной части дельты в период летне-осенней межени. С увеличением среднемесячного расхода Волги в верховье дельты с 4800 м³/сек (среднемесячный расход периода летне-осенней межени за 1937—1953 г.) до 7400 м³/сек (среднегодовое значение расхода за тот же период времени) западная часть дельты уменьшит свою долю стока на 5%, а восточная соответственно увеличит (табл. 2). Разница в стоке частей дельты с 35% сокращается

Таблица 2

Перераспределение среднемесячных расходов воды между западной и восточной частями дельты в период летне-осенней межени при увеличении расходов воды Волги

Волга м ³ /сек	Западная часть дельты		Восточная часть дельты	
	расход воды м ³ /сек	%	расход воды м ³ /сек	%
2000	1550	77,5	450	22,5
4800	3150	67,5	1650	32,5
7400	4650	62,5	2750	37,5

до 25%. Но в межень расходы могут достигать 2000 м³/сек. При увеличении среднемесячных расходов летне-осенней межени с 2000 до 7400 м³/сек западная часть уменьшит свою долю уже на 15%.

В настоящее время расход Бахтемира в период межени больше расхода Бузана. При увеличении расхода межени вод Волги до 5650 м³/сек расходы этих двух крайних наиболее крупных рукавов дельты сравниваются, а в дальнейшем водоносность Бузана превысит водоносность Бахтемира.

Распределение стока Волги в течение года изменится в результате зарегулирования. Расходы воды расчетного этапа регулирования (после постройки Чебоксарской и Нижне-Камской ГЭС) в средний по водности год дадут значительное увеличение стока осенне-зимней межени и резкое уменьшение его в период половодья. Соответственно этому значительно изменится и картина годового распределения уровня воды в дельте. Пик половодья будет полностью срезан, прекратится какое бы то ни было затопление территории дельты в весенне-летний период. Сток будет наблюдаться только в межени руслах.

В осенне-зимний период вследствие увеличения расходов воды уровень окажется значительно выше уровня до регулирования и выше зарегулированного весенне-летнего. В период весеннего половодья уровень будет срезан на 2,5 м. В то же время он окажется увеличенным почти на 1 м в период летне-осенней межени и более чем на 1,5 м — в зимний период (рис. 2). Некоторый подъем уровня в зимний период происходит в начале ледостава.

После зарегулирования изменится время и величина заливания как центрального района дельты, так и западных и восточных ильменей. В 1940 г. Севкасприбмелнистроем была проделана большая работа (по исследованию заливания дельты), которая является пока единственной, дающей возможность с некоторой степенью точности подсчитать величины заливания дельты в зависимости от колебания уровня в Волге. На основе проведенного исследования была сделана попытка подсчитать величины заливаемых водами площадей дельты.

В мае — июне величина заливания центрального района дельты оказалась равной 70—80%. После первого этапа регулирования она уменьшится до 25%, а при расчетном этапе регулирования заливание практически происходить не будет совсем.

В годы, аналогичные по сезонному распределению стока годам 1931—1932 и 1939—1940, в зимний период при расходах расчетного этапа регулирования в среднем будет соответственно заливаться 27 и 12% площади центрального района дельты и 56 и 31% площади нижней зоны дельты. В общем площадь затопления дельты значительно уменьшится, в то же время увеличится продолжительность периода осенне-зимнего затопления (рис. 2, б).

За расчетный период (1914—1940 гг.) после окончания гидростроительства изменится частота и повторяемость среднемесячных расходов в году, в том числе и в зимний период (рис. 3). Если в бытовых условиях среднемесячные расходы воды, равные 2500—3000 м³/сек, имели обеспеченность 50%, то после зарегулирования такую обеспеченность будут иметь расходы, равные 7500—8000 м³/сек, т.е. в 3 раза больше.

Уровень воды значительно повысится, особенно если принять во внимание влияние ледостава, когда зимний коэффициент расходов в дельте приблизительно равен 0,6. Соответственно этому площади заливания дельты в зимний период окажутся большими. Так, при 1%-ной обеспеченности среднемесячных расходов расчетного этапа регулирования площадь заливания в среднем окажется равной 65%, а нижней зоны дель-

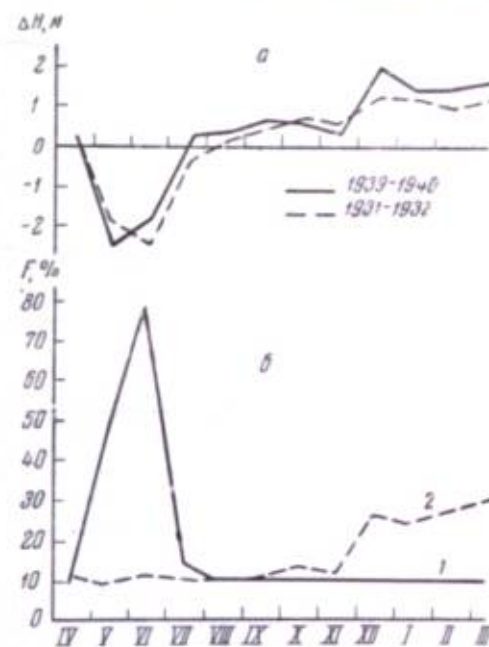


Рис. 2. Внутригодовой ход приращения среднемесячного уровня воды в дельте Волги (а) и изменение величины площади затопления дельты после зарегулирования (б) стока Волги 1 — до регулирования; 2 — расчетный этап регулирования

ты—85% (табл. 3). При 50% обеспеченности эти величины уменьшатся соответственно до 35 и 63% территории дельты, а при 99% обеспеченности заливание будет отсутствовать, т. е. практически площадь водной поверхности будет представлять собой зеркало водотоков и водоемов в период межени.

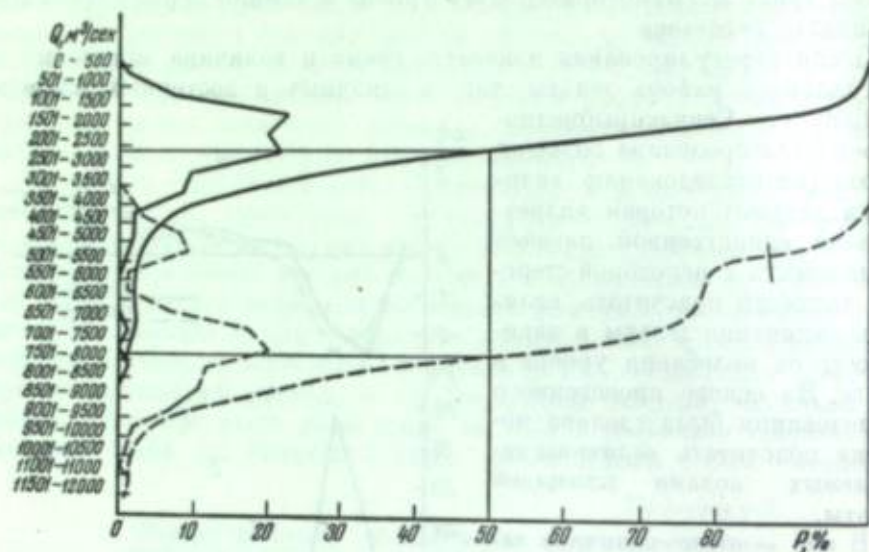


Рис. 3. Изменение частоты и повторяемости (P, %) среднемесячных расходов воды Волги после зарегулирования
(Обозначения см. на рис. 2)

Однако в различные зимние месяцы (декабрь—март) величины заливания также могут оказаться различными. Наибольшими они будут в феврале—марте (35—38% для всей дельты и 63—66% для нижней зоны дельты), наименьшими — в январе (соответственно 22 и 50%).

Таким образом, достаточно устойчивое и продолжительное перераспределение стока, которое произойдет между главными рукавами и между восточной и западной частями дельты, окажет значительное влияние на гидрологический режим всей дельты, а следовательно, и на режим взморья дельты.

Таблица 3

Изменение величины заливания дельты Волги при изменении зимних расходов различной обеспеченности

	Обеспеченность, %				
	1	4	50	95	99
Расход, м³/сек	10 200	9 750	7 700	4 700	4 250
Уровень, м	—22,90	—23,25	—23,70	—24,63	—24,75
Средняя площадь заливания дельты, % . .	65	51	35	12	10
Площадь заливания нижней зоны дельты, % . .	85	77	63	28	26

Если бы дельта не замерзала, то вследствие зарегулирования стока Волги увеличилась бы доля стока восточной части дельты. Однако сток в зимний период в 3—4 раза и более будет больше обычного, что повлечет за собой выход вод на пойму и замерзание ее.

Ввиду переменных расходов ледяной покров, естественно, будет иметь вертикальное смещение, что вызовет различные катастрофические последствия для тех построек, которые окажутся расположенными в зонах зимних разливов.

Наличие большого дробления водотоков, особенно в восточной части дельты, и отсутствие там больших свободных выходов вод на взморье создадут даже в период открытого русла значительный динамический подпор, который при увеличенных расходах зимой окажется еще большим.

При строительстве в низовьях Волги ГЭС на образование подпора, в первую очередь в восточной части дельты, будет влиять и внутриводный лед, формирование которого весьма возможно. Этот лед закупорит многочисленные мелкие протоки. Более крупные протоки вследствие их малой водоносности и мелководья на выходе окажутся не в состоянии пропустить подо льдом значительный расход воды. Поэтому есть все основания полагать, что подпор заставит основной сток Волги направиться по Бахтемиру, который будет «промываться» и углубляться, образуя новую дельту на своем выходе.

Гидрографическая сеть дельты без вмешательства человека и проведения работ по расширению и углублению выходов на взморье, прежде всего в восточной части дельты, может отмереть.

Н. А. Белинский, Г. П. Калинин

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПЕРСПЕКТИВАХ
ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ
НА 1956 — 1970 гг.**

Задача более или менее точного определения изменений уровня Каспийского моря на длительный срок весьма сложна по следующим причинам:

1) на основе существующих планов использования водных ресурсов и перспектив развития сельского хозяйства можно получить лишь весьма ориентировочное суждение о порядке величин, характеризующих изменения водного баланса за счет хозяйственной деятельности человека;

2) современный уровень развития климатологии не позволяет получить объективные, достаточно научно обоснованные представления о последовательности изменений во времени хода климатических факторов.

В то же время некоторые обстоятельства облегчают решение вопроса о возможном диапазоне колебаний уровня моря.

1. Уровень Каспийского моря является своеобразным интегратором многолетних колебаний гидрометеорологических явлений, происходящих в его бассейне. В связи с этим отдельные кратковременные, эпизодические отклонения гидрометеорологических условий от «нормы» (отвечающие современному положению уровня) не могут вызвать существенных изменений уровня моря. Только длительные или часто повторяющиеся с одним и тем же знаком отклонения от указанной «нормы» гидрометеорологические условия могут вызвать значительные изменения уровня моря.

2. Амплитуда ежегодных колебаний климатических элементов значительно больше амплитуды колебаний их средних значений за длительный период времени. В связи с этим вероятные колебания средних за длительный период значений климатических элементов являются относительно небольшими, но они-то в конечном счете и оказывают существенное влияние на уровень моря. Ориентировочное представление об этих колебаниях можно получить на основании исследования элементов водного баланса Каспия за многолетний период.

3. В бассейнах основных рек, питающих Каспий, уже в настоящее время проводится или намечается к проведению комплекс водохозяйственных мероприятий, оценка которого позволяет получить, хоть и весьма приближенно, некоторые представления о масштабах изменения водного баланса.

Указанные обстоятельства дают возможность, хоть и сугубо ориентировочно, оценить вероятный диапазон изменений уровня Каспийского моря, конечно, при том условии, что в столь длительной перспективе не будет введено каких-либо принципиально новых форм и масштабов использования водных ресурсов в речных бассейнах. Но при последнем условии интересы, связанные с использованием Каспия, очевидно, будут этими формами учитываться особо.

Из изложенного видно, что для оценки будущего диапазона изменений уровня Каспийского моря необходимо учесть определенные крайние и средние значения хода элементов водного баланса Каспийского моря в естественных условиях, вероятные изъятия из стока рек, впадающих в море, и наконец, вероятные пополнения стока рек, питающих Каспий.

Такой подход к оценке будущих колебаний уровня Каспийского моря, с нашей точки зрения, является вполне возможным, и он не расходится с оценкой экспертной комиссии Госплана 1951 г.

Исходными материалами для такого расчета послужили:

1) «Водный баланс Каспийского моря в связи с причинами понижения его уровня» (Б. Д. Зайков, Гидрометеоиздат, 1946 г.);

2) экспертиза Госплана СССР «К вопросу о снижении уровня Каспийского моря» (1951). (В экспертизе принимали участие Ю. В. Александровский, Б. А. Аполлов, Н. А. Белинский, Г. П. Калинин, С. Н. Крицкий, М. Ф. Менкель, Л. Т. Федоров).

Учены также результаты работы «О колебаниях уровня Каспийского моря» (Н. А. Белинский и Г. П. Калинин, Гидрометеоиздат, 1946).

Расчет произведен по двум периодам: 1) по наиболее неблагоприятному в отношении гидрометеорологических условий (1930—1944 гг.), когда падение уровня Каспийского моря составило около 2 м; 2) по многоводному периоду (1915—1929 гг.), когда притоком вод в Каспий обеспечивалось высокое стояние его уровня.

Эти периоды считались аналогами для возможных в будущем (1956—1970 гг.) многоводных и маловодных лет. Для последующего периода (1956—1970 гг.) были учтены изъятия речного стока на забор воды для заполнения мертвых объемов водохранилищ, забор воды на пропитывание их ложа в период начального наполнения, потеря воды на испарение с поверхности водохранилищ, забор воды на ирригацию и обводнение (с частичным возвратом обратно в речную сеть), задержание влаги на полях посредством агротехнических мероприятий.

По бассейну Волги учтено принятое в упомянутой экспертизе Госплана расходование воды на орошение на базе местного стока в размере от 250 до 340 тыс. га. Орошение и обводнение на базе крупных волжских электростанций не принималось в расчет, так как в последних проектных проработках оно не предусматривалось. Таким образом, были приняты следующие суммарные изъятия воды (км³) по годам:

Год	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
Изъятия	10	20	21	22	24	25	27	28	30	31

В приведенных числах наряду с поддающимися расчету данными об изъятиях речного стока учтены также в значительной мере условные величины изъятий за счет агротехники, снегозадержания и т. д., которые к 1965 г. приняты в размере около 15 км³.

Таким образом, приведенные данные об изъятиях во всяком случае не занижены, а скорее являются завышенными. Учитывая, однако, что это дает некоторый запас, полагаем возможным принять указанные числа для предварительных расчетов. В фактический приток воды в Каспийское море за 1915—1929 гг., а также за 1930—1944 гг., внесены коррективы на существовавшие в данные годы изъятия стока на орошение и заполнение верхневолжских водохранилищ в следующих размерах:

1915 г.	1,9 км ³
1925 »	2,9 »
1929 »	4,1 »
1930 »	4,4 »
1935 »	6,1 »
1940 »	7,5 »
1944 »	8,1 »

Хотя величины этих поправок являются грубо ориентировочными, они не вносят большой погрешности в расчет. Изъятия за 1966—1970 гг. являются значительно менее определенными. В целях запаса водопотребление на 1966—1970 гг. принято с учетом его роста в размере 5—7% в год, а именно:

1966 г.	33 км ³
1967 »	35 »
1968 »	37 »
1969 »	39 »
1970 »	41 »

Что же касается пополнения стока рек, впадающих в Каспийское море, за счет рек из других бассейнов (северных, сибирских), такая перспектива станет, по-видимому, реальной за пределами 1970 г., и поэтому здесь она пока не учитывалась. Приток воды в Каспий за 1930—1944 гг., так же как и за 1915—1929 гг., принят по данным Б. Д. Зайкова с учетом указанных выше поправок на ирригацию. Исходные данные об осадках и испарении, а также о площади моря приняты по данным того же автора. Сток воды в залив Кара-Богаз-Гол рассчитывался согласно рекомендованной Б. А. Аполловым кривой расхода.

Расчет последующих изменений уровня Каспия производился на основе учета всех элементов водного баланса для периода как с благоприятными, так и наиболее неблагоприятными гидрометеорологическими условиями. В обоих случаях учитывались приведенные выше данные об изъятиях речного стока.

Расчеты показали, что в случае наступления многоводного периода уровень Каспийского моря к 1970 г. повысится (округленно) на 0,5 м. В течение этого периода могут происходить отдельные колебания уровня (порядка 0,3—0,5 м от современного).

Оценивая верхний диапазон колебания уровня, следует иметь в виду упоминавшиеся ранее возможные погрешности в учете влияния агротехники. В случае, если влияние агротехники окажется меньшим по сравнению с принятым в расчетах, при наступлении многоводного периода подъем уровня Каспийского моря может несколько превысить 0,5 м. В случае же маловодного периода падение уровня к 1970 г. может достигнуть 1,9 м, или округленно 2 м. В течение этого периода

наблюдалось бы преобладающее падение уровня с временными задержками.

Указанный диапазон колебаний уровня Каспийского моря характеризует сравнительно редкие сочетания гидрометеорологических условий; поэтому маловероятно, чтобы фактические колебания уровня в период 1956—1970 гг. вышли из пределов рассматриваемого диапазона.

Учитывая также, что возможные колебания уровня Каспийского моря практически ограничены повышением до 0,5 м и снижением до 2 м, считаем, что вероятное падение уровня Каспийского моря следует оценивать величинами порядка 1 м.

Приведенные здесь данные являются сугубо ориентировочными и нуждаются в дополнительных проработке и уточнении. В частности, особых уточнений требуют величины изменений стока за счет агротехнических мероприятий.

Л. К. Блинов

СОЛЕВОЙ БАЛАНС КАСПИЙСКОГО МОРЯ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ В СВЯЗИ С ПАДЕНИЕМ УРОВНЯ

Вопрос об изменениях гидрологического и гидрохимического режимов моря в целом, в особенности тех его районов, которые имеют существенное значение для рыбного хозяйства Каспия как места нереста и нагула рыбы, тесно связаны с высотой стояния уровня Каспия.

Наиболее существенное значение для рыбного хозяйства имеет режим солености каспийских вод. Изучение изменений солевого режима Каспийского моря проводилось в Лаборатории химии моря и в других отделах ГОИН.

Соленость такого изолированного водоема, каким является Каспийское море, будет прежде всего определяться приходом и расходом солей.

Приход солей	Расход солей
Соли, вносимые речным стоком, — S_p	Соли, выпадающие в осадки при процессах биотической и химической седиментации, — S_{oc}
Соли, поступающие с грунтовыми водами, — $S_{гр}$	Соли, поступающие со стоком в Кара-Богаз-Гол и другие заливы, — $S_{зал}$
Соли, вносимые ветром и поступающие с атмосферными осадками, — $S_{атм}$	Соли, теряющиеся при фильтрации воды в песчаные грунты берегов и дна, — $S_{ф}$ Соли, увлекаемые ветром с брызгами воды в атмосферу и на сушу, — $S_{вет}$

Соотношение прихода и расхода солей будет определять и изменение средней солености моря во времени. Соленость Каспийского моря будет зависеть и от высоты стояния уровня.

Изменение солености замкнутого водоема, не имеющего сброса воды, зависит от высоты стояния уровня моря и может быть выражено следующей формулой:

$$V_t S_t = V_0 S_0, \quad (1)$$

где V_t и S_t — объем и соленость водоема (моря) через t лет с начала изменения его уровня;

V_0 и S_0 — начальные величины объема и солености моря при исходной отметке уровня.

Полное же изменение солености с учетом изменения уровня и прихода — расхода солей за t лет может быть выражено такой формулой:

$$V_t S_t = V_0 S_0 + V_p (S_p - S_{oc}) + V_{гр} S_{гр} + V_{атм} S_{атм} - (V_{зал} S_{зал} + V_{вет} S_{вет} + V_{ф} S_{ф}), \quad (2)$$

где V_p — объем речного стока, поступившего в море за t лет с начала изменения уровня;

$S_p - S_{oc}$ — соленость речного стока (S_p), поступившего в море за t лет с начала изменения уровня, за вычетом солей, перешедших в осадки в результате седиментации (S_{oc});

$V_{гр}$ и $S_{гр}$ — объем и соленость грунтовых вод, поступивших в море за t лет;

$V_{атм}$ и $S_{атм}$ — объем и соленость атмосферных осадков, поступивших за t лет;

$V_{зал}$ и $S_{зал}$ — объем и соленость воды, поступившей в Кара-Богаз-Гол и другие заливы за t лет;

$V_{вет}$ и $S_{вет}$ — объем и соленость воды, поступившей в атмосферу и на сушу в результате действия ветра;

$V_{ф}$ и $S_{ф}$ — объем и соленость воды, теряющейся в результате фильтрации каспийской воды в пористые грунты берегов и дна.

К числу составляющих солевого баланса моря, которые количественно определены с необходимой для наших расчетов точностью, относятся: а) современные величины объема и средней солености каспийской воды; б) водный и солевой сброс рек; в) количество солей, подвергающихся седиментации; г) сброс каспийской воды в Кара-Богаз-Гол; д) ветровой вынос с акватории моря каспийской воды и солей.

К числу составляющих солевого баланса, еще не определенных количественно, относятся: а) количество воды и солей, поступающих за счет грунтового питания; б) количество солей, поступающих с атмосферными осадками и в твердой фазе за счет атмосферной циркуляции; в) количество каспийской воды и солей, теряющихся за счет фильтрации в пористые породы берегов и дна.

Наиболее достоверными статьями солевого баланса Каспийского моря, определяемыми количественно, являются водный и солевой сбросы рек. В Каспийское море впадает свыше ста рек, из которых водный сток Волги составляет 78,5% всего стока в Каспий, сток Куры — 5,3%, Урала — 3,5%, Терека — 3,3%, Сулака — 1,6%; сток всех остальных рек равен 7,8% (от среднего многолетнего сброса речных вод).

Солевой сброс наиболее крупных рек — Волги, Куры, Урала и Терека — подробно исследован О. А. Алекиным; сброс других рек был вычислен К. И. Ивановым по данным «Гидрологических ежегодников». Среднегодовой суммарный солевой сброс рек составляет 72,3 млн. т., из которых 53 млн. т, или 74%, приходится на солевой сброс Волги.

Наиболее существенная расходная статья солевого баланса Каспия — сброс каспийской воды в Кара-Богаз-Гол. За 60-летний период наблюдений содержание солей в заливе возросло со 180 до 300 г/кг (в настоящее время).

Солевой сброс подвержен колебаниям во времени. В период наблюдений 1921—1950 гг. минимальный годичный сброс составил 78,5 млн. т (1939 г.), максимальный — 332,6 млн. т (1926 г.). Среднегодовой солевой сброс за этот же период составил 182 млн. т. Таким образом, солевой сброс в Кара-Богаз-Гол почти в 2,5 раза превышает поступление солей со стоком рек.

С. В. Бруевич считает, что весь карбонат кальция речных вод в море переходит в твердую фазу и большей частью оседает в грунте донных отложений, частично же — в виде тонкодисперсных частиц — остается во взвешенном состоянии, и в таком виде поступает со стоком в залив. По К. И. Иванову, среднегодовая седиментация карбоната кальция в Каспийском море равна 37 млн. т.

Ветровой вынос солей с акватории Каспийского моря (исключая акваторию Кара-Богаз-Гола), по нашим наблюдениям в 1947—1949 г., составляет ежегодно 23 млн. т при средней скорости ветра 6 м/сек.

Соли, поступающие из атмосферы с осадками и приносимые в твердой фазе с атмосферной циркуляцией, не исследовались путем прямых количественных наблюдений, за исключением некоторых опытов Б. А. Аюллова. По косвенным подсчетам К. И. Иванова, ежегодное атмосферное поступление солей приблизительно равно 20—23 млн. т.

Пользуясь приведенными выше величинами, нетрудно вычислить значение каждой из составляющих суммарный солевой баланс моря.

При расчетах мы пользовались, кроме приведенных выше данных по солевому балансу, следующими исходными данными: начальный объем моря (V_0) был принят равным $76,04 \times 10^3$ км³; в качестве нулевой отметки глубины был взят средний многолетний уровень — 326 см над нулем бакинского футштока; исходная средняя соленость ($S^0_{\text{‰}}$) каспийской воды (за исключением Кара-Богаз-Гола) принималась равной 12,8 ‰.

Если принять, что весь солевой сброс рек — 72 млн. т — полностью идет на пополнение солевой массы Каспия, то годичное приращение солености моря за счет речных солей составит всего 0,00094 ‰, или (округленно) $\approx 0,001$ ‰, т. е. солевой сброс рек способен повысить среднюю соленость каспийской воды за 1000 лет на 1 ‰. Если же принять во внимание, что из 72 млн. т солей, сбрасываемых реками, 37 млн. т подвергаются седиментации и лишь 35 млн. т идут на пополнение солевой массы моря, то годичное приращение солености составит только 0,0005 ‰, или за 1000 лет 0,5 ‰.

Поступление солей через атмосферу принято равным ветровому выносу с акватории моря. Каждая из этих составляющих баланса дает годичное приращение $\pm 0,0003$ ‰.

Наиболее существенная расходная статья — сброс каспийской воды в Кара-Богаз-Гол — дает годичное понижение солености, равное 0,0024 ‰.

Алгебраическая сумма прихода и расхода солей показывает, что солевой баланс Каспийского моря отрицателен и составляет — 0,002 ‰ ежегодно, т. е. что средняя соленость Каспия при существующих условиях баланса понижается за 1000 лет на 2 ‰.

Изменение средней солености Каспия при падении уровня и при различных величинах V_t [см. формулу (2)] показано на рис. 1. Расчетом уста-

новлено, что понижение уровня моря на 5 м от исходной величины вызовет увеличение средней солености каспийской воды только на 0,32 ‰, при понижении уровня на 25 м соленость увеличится на 1,3 ‰ (т. е. ≈ 10 % от средней многолетней величины) и будет равна 13,3 ‰.

В наших расчетах не могли быть учтены поступление солей с грунтовыми питанием и потери при фильтрации каспийской воды в пористый грунт берегов и дна. Но совершенно очевидно, что столь мощный фактор солевого пополнения моря, как солевой сброс рек и опресняющее действие Кара-Богаз-Гола, могут более или менее существенно влиять на соленость Каспийского моря только в геологические периоды времени. Поэтому трудно допустить, чтобы грунтовое питание Каспия превосходило или было количественно равным солевому сбросу рек, а потеря солей путем фильтрации каспийской воды в грунт берегов и дна была эквивалентна потере солей за счет стока в Кара-Богаз-Гол. Следовательно, недоучет нами указанных составляющих солевого баланса не может внести существенных погрешностей в наши расчеты. Изменение средней солености Каспийского моря в целом будет весьма незначительным.

Иначе дело обстоит в мелководных районах моря — в Северном Каспии и в заливе Кара-Богаз-Гол. В мелководном Северном Каспии понижение уровня моря вызовет значительное сокращение акватории и объема этой части моря, изменение температурного режима и т. д., причем для отдельных частей Северного Каспия, западной и восточной, эти изменения будут неодинаковы, что создаст известное перераспределение солености. Акватория Северного Каспия при среднем многолетнем уровне (326 см по бакинскому футштоку) составляет 111 000 км², или 28,4 % всего зеркала Каспийского моря. Объем этой части моря при тех же условиях равен примерно 680 км³, что составляет лишь 0,9 % объема Каспия. За 20-летний период падения уровня моря акватория Северного Каспия сократилась на 18 % и при современном стоянии уровня (126 см по бакинскому футштоку) составляет 94 000 км². Еще больше потери водной массы Северного Каспия: за этот период объем моря сократился на 40 %, а именно с 680 до 463 км³ (при современном стоянии уровня).

При дальнейшем падении уровня на 3 м от существующего акватория Северного Каспия сократится до 51 100 км², и тогда она составит только 47 % акватории, соответствующей среднему многолетнему уровню моря. Такое понижение уровня моря обусловит еще более глубокие изменения морфометрии Северного Каспия, что вызовет известное перераспределение солености воды этого своеобразного района моря.

С понижением уровня восточная часть Северного Каспия обособится от западной. Водообмен между обеими частями Северного Каспия будет происходить только через узкий пролив, располагающийся примерно

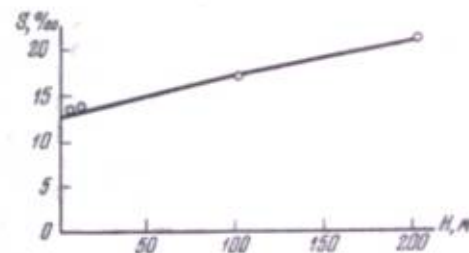


Рис. 1. Изменение солености Каспийского моря в связи с падением уровня моря. По вертикали — соленость, ‰; по горизонтали — падение уровня от среднего многолетнего, м.

* С учетом зоны, осушаемой при сильных ветрах. Без учета осушаемой зоны акватория при отметке уровня 126 см будет составлять еще меньшую величину, а именно 85 800 км².

по Уральской бороздине. Этот пролив будет становиться тем уже, чем более низким будет стояние уровня моря. По расчетам В. А. Леднева и Г. Н. Зайцева, при падении уровня на 3 м (от современного) ширина пролива будет равна около 42 км, при падении уровня еще на 1 м она сократится до 9 км при глубине 0,8—0,9 м.

Если уменьшение стока Волги и понижение уровня Каспийского моря в целом должно вызывать некоторое повышение средней солености, то в Северном Каспии соленость будет изменяться несколько своеобразно в силу особенностей морфологии. По расчетам К. И. Иванова, при понижении уровня соленость западной части Северного Каспия будет уменьшаться вследствие перераспределения стока Волги, сокращения площади испарения и объема этой части моря. Сброс волжских вод при уменьшении площади испарения и объема будет оказывать здесь сравнительно с существующим большее опресняющее действие. Соленость восточной части вначале тоже будет уменьшаться до понижения уровня на 3 м от существующего (126 см по бакинскому футштоку). Это уменьшение солености будет вызвано теми же факторами, какие будут действовать и в западной части моря. Однако в дальнейшем соленость будет постепенно повышаться за счет сокращения поступления пресных вод в эту часть Северного Каспия, а также в результате затрудненного водообмена с западной частью и может достигнуть 14‰. Следует предполагать, что некоторого повышения солености ($\approx 0,7$ ‰) можно ожидать в период заполнения Куйбышевского и Сталинградского водохранилищ, когда из волжского стока одновременно будет изъято значительное количество воды.

При падении уровня моря на 4 м от исходного современного (126 см по бакинскому футштоку) средняя соленость в районе пролива, который соединит будущие восточную и западную части Северного Каспия, по К. И. Иванову, не будет превышать 6‰, лишь при особо неблагоприятных условиях маловодности и нагонов соленой воды из Среднего Каспия соленость может повыситься здесь до 8‰.

При падении уровня водообмен между западной и восточной частями уменьшится. Отношение водообмена к объему восточной части при падении уровня не ниже 3 м от современного стояния уровня, по существу, остается без изменений и примерно будет равно 1,2. Но если уровень моря упадет ниже 3 м, водообмен между западной и восточной частями Северного Каспия будет все более затрудняться вследствие сокращения сечения канала, соединяющего обе части, и указанное отношение будет быстро уменьшаться.

Ожидаемая средняя соленость восточной части Северного Каспия при падении уровня до 3 м будет изменяться в зависимости от величины стока Волги в пределах от 6,5 до 8‰; лишь в отдельные годы соленость будет достигать 10—11‰ при предельном максимуме 12—13‰. При падении до 4 м от принятого нами современного уровня ожидаемая средняя соленость воды восточной части достигнет 9—10‰, и лишь в особых условиях она может повышаться до 13—17‰.

Падение уровня Каспийского моря существенно изменило морфологию залива Кара-Богаз-Гол. Акватория залива, по данным А. И. Дзенис-Литовского, сократилась на 7000—8000 км², а наибольшая глубина, по наблюдениям 1954 г., составляла 3,1 м.

Значение залива в народном хозяйстве страны двойное. С одной стороны, карабогазская рапа — источник ценнейшего химического сырья. С другой стороны, Кара-Богаз-Гол «непроизводительно» поглощает большое количество морской воды, которая через узкий Карабогазский про-

лив поступает в залив. Как известно, за 60-летний период наблюдений соленость карабогазской рапы возросла со 180 до 300 г/кг, что существенно изменило характер садки солей и повело к резкому ухудшению условий добычи сульфата.

Закрытие Карабогазского пролива хотя и сохранит некоторое количество каспийской воды, но поведет к быстрому усыханию залива Кара-Богаз-Гол, который превратится в огромную соляную пустыню. Ветры, дующие над высохшей поверхностью залива, покрытой тончайшей пылью выветрившегося мирабилита и других солей, будут переносить соляную пыль на сотни километров за пределы усохшего Кара-Богаз-Гола. В условиях соответствующей атмосферной циркуляции соли будут оседать на плодородных землях Поволжья и других районов Союза, что может угрожать систематическим засолением плодородных почв и постепенным превращением их в малоплодородные солонцы и солончаки.

С. Н. Бобров

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Вся площадь бассейна Каспия составляет 3500 тыс. км², из них 424 тыс. км² приходится на водную поверхность самого Каспия с заливами при среднем уровне на 26,5 м ниже уровня океана, 2194 тыс. км² падает на сточные области и 882 тыс. км² — на бессточные области. Площадь бассейна Каспия в 8 раз больше площади самого моря, — она простирается почти на 1200 км в меридиональном направлении и примерно на 890 км по параллели. Общий объем моря с заливом Кара-Богаз-Гол составляет 77 тыс. км³.

МЕТЕОРОЛОГИЯ

1. **Атмосферное давление.** Барометрическое давление над Каспийским морем достигает наибольших значений зимой, составляя от 761,8 до 772,6 мм, летом же оно минимально, равняясь в среднем 753,8—762,2 мм.

2. **Ветры.** В южной и средней частях Каспийского моря преобладают ветры муссонного характера. Среднегодовая скорость ветра для большинства пунктов побережья колеблется от 2 до 5 баллов, достигая наибольшего значения на полуостровах Апшеронском, Мангышлаке и в порту Махачкала. Наименьшая скорость ветра наблюдается на севере моря, в районе Астраханского порта и во всей южной части моря. В теплую половину года скорость ветра уменьшается, за исключением района Апшеронского полуострова, где среднемесячная скорость ветра в июле и августе несколько увеличивается, а также части восточного побережья моря, южнее Красноводска, где скорость ветра возрастает от весны к лету и падает к осени.

Для суточного хода скорости ветра характерно увеличение его днем и уменьшение ночью. В теплое время года во многих пунктах побережья наблюдаются бризы, действие которых распространяется на 15—20 км в море и на 30—40 км в сторону суши. Смена берегового бриза морским происходит около 10—11 час. дня, а смена морского береговым — перед заходом солнца. Скорость морского бриза в среднем больше, чем берегового. В северной части моря бризы ярко выражены с июня по август, в районе порта Махачкала — с мая по октябрь, а в районе портов Ленкорань и Пехлеви — с июня по сентябрь. Наибольшее среднегодовое число дней со штормом наблюдается в районах портов Махачкала (89) и в Форте Шевченко (76). Продолжительность штормов зимой — от 3—15 час. до нескольких суток, весной и летом — несколько часов. Иногда

штормы одновременно охватывают либо все море, либо значительный район его. Таких штормов открытого моря бывает ежегодно в среднем около пяти, и отмечаются они главным образом в холодный период года. В северной и средней частях моря штормы наблюдаются преимущественно с северо-запада.

3. **Температура воздуха** на побережье Каспийского моря разнообразна. Самым холодным месяцем является январь, самым теплым — июль, а в некоторых пунктах средней и южной частей Каспийского моря — август. Суточные и годовые амплитуды температуры в средней и южной частях Каспийского моря значительно меньше, чем в северной и восточной, где смягчающее влияние моря слабее.

В южной части моря число морозных дней колеблется в среднем от 4 (гавань Ноушахр) до 42 (сел. Гасан-Кули). В одних и тех же широтах морозы несколько сильнее на восточных, чем на западных берегах моря. Правильный ход суточной температуры во многих частях побережья нарушается наличием бризов. Так, при смене берегового бриза на морской происходит резкое понижение температуры, которая затем, к 13—14 час. дня, снова немного поднимается. На западном и южном берегах южной части моря, где наблюдаются фены, максимум температуры иногда приходится на ночное время. Среднегодовая температура воздуха изменяется от 8—10° в северной части моря до 15—16° в южной; крайние значения среднемесячной температуры составляют от —11° в январе до 28° в августе. Разница между средними температурами января и июля всюду велика и в южной части Каспийского моря достигает 19°. Абсолютный максимум +45° (сел. Гасан-Кули).

4. **Влажность** следует за температурой воздуха: с севера на юг и с востока на запад она возрастает. Летом в южной части моря она составляет от 20 до 22 мм. Зимой на севере моря влажность равна всего 1—2 мм, на юге 5—6 мм.

Относительная влажность в среднем за год колеблется на побережьях от 61 до 84%. Наиболее влажны берега юго-западной части моря. Особенно низкая относительная влажность наблюдается в Красноводске, где летом в середине дня она нередко падает до 35—40%.

5. **Туманы и видимость.** Туманы наиболее часто наблюдаются осенью и зимой в северной части моря, а в средней и южной частях — зимой и весной. Летом туманы редки. Осенние туманы образуются при штилях и слабых ветрах, а весенние — при сильном ветре, иногда они захватывают очень большие районы. Наибольшее число туманов отмечается в районах портов Махачкала (в среднем 47 дней в году) и Пехлеви (42 дня).

Видимость в море обычно лучше, чем у берегов. В течение суток лучшая видимость отмечается днем.

6. **Атмосферные осадки** на побережье Каспийского моря незначительны: среднегодовое количество их в большинстве пунктов не превышает 200 мм. На юго-западе годовое количество осадков увеличивается в среднем до 1600 мм. В районе залива Кара-Богаз-Гол осадков выпадает менее 97 мм. Минимум осадков наблюдается в теплую половину года. В среднем за год на всю площадь Каспия выпадает около 180 мм осадков.

Число дней со снегопадом незначительно как на юге, так и на севере (от 6 до 30 за год).

7. **Испарение.** Средняя годовая величина испарения составляет по Л. Ф. Рудовицу — 1085 мм, по Н. К. Тихомирову — 1300 мм, по Г. Р. Брегану и А. И. Михалевскому — 990 мм. По данным Б. А. Аполлова,

с поверхности за год в среднем испаряется 1000-мм слой воды. Кроме обычного испарения, происходит механическое испарение — при отрыве частиц воды ветром с гребней волн, что впервые было отмечено в 1927 г. А. Ф. Рудовицем.

Проведенными с 1924 по 1929 гг. в Бакинской бухте наблюдениями над испарением установлено, что оно колебалось от 854 до 1111 мм, в среднем составляя 967 мм. Ниже приведены результаты наблюдений (по А. И. Михалевскому) в среднем по месяцам:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
41	35	45	59	91	104	138	136	112	91	63	52

Обмеление северной части моря, прибрежной полосы заливов и бухт вследствие падения уровня моря и, следовательно, большее прогревание в мелководных районах дают основание предполагать, что с единицы площади зеркала моря в целом стало испаряться воды больше. С дальнейшим падением уровня моря годовая величина испарения с единицы площади должна увеличиваться.

ГИДРОЛОГИЯ

1. В Каспий впадает много небольших рек; особенно много их в Дагестане и Иране. Из больших рек, кроме Волги, отметим Урал, Эмбу, Атрек, Сефид-Руд, Ленкоранку, Куру, Самур, Сулак, Терек.

Наибольший удельный вес в речном питании Каспия имеет Волга, дающая ежегодно в среднем около 250 км³ воды, что составляет около 78% всего речного стока (табл. 1).

Таблица 1

Водный баланс Каспийского моря (км³)

Период	Средний уровень моря по бакинскому футштоку, см	Приход			Расход		Дефицит водного баланса
		атмосферные осадки	сток рек	подземный сток	испарение	сток в залив Кара-Богаз-Гол	
1878—1929	326	71,6	341,2	5,5	394,7	26,4	2,8
1933—1940	229	68,4	248,0	5,5	393,6	10,5	92,2
1941—1945	147	70,5	306,8	5,5	379,0	9,6	5,8

Как видно из табл. 1, в течение 1878—1945 гг. одновременно со снижением уровня моря уменьшался и сток рек в него — на 63,8 км³ в год. В результате за период 1933—1945 гг. реки недодали морю 824,4 км³. Резкое падение уровня Каспийского моря на 2,5 м, происшедшее после 1929 к 1956 г., объясняется в основном уменьшением стока Волги.

Сгонно-нагонные колебания уровня, обусловленные ветрами, наблюдаются на всем море, но особенно ощутимы они (с точки зрения мореплавания) в северной части Каспийского моря и в других мелководных районах.

Северные ветры вызывают сгоны во всей северной части Каспийского моря; эти сгоны проявляются наиболее сильно у ее западных берегов. При этих же ветрах южнее линии порта Махачкала — о-в Кара-Ада

повсеместно наблюдаются нагоны, особенно ощутительные в районе бывшего Апшеронского пролива.

Северо-восточные ветры вызывают нагоны в западной половине моря и сгоны — в восточной.

Восточные ветры делят Каспийское море по линии о-в Забурунье — сел. Дивичи на две зоны; в одной из них, расположенной выше этой линии, наблюдаются нагоны, а в другой, расположенной ниже, — сгоны. Наибольшие нагоны при восточных ветрах отмечены в районе Четырехбугорного маяка и сел. Бирючья коса.

Юго-восточные ветры вызывают повышение уровня в северной части моря и понижение в юго-западных районах южной его части. Граница раздела этих двух зон проходит приблизительно по линии Махачкала — Красноводск. Наибольшей величины нагоны достигают в северо-западной части моря.

Западные ветры делят море на две зоны, из которых одна — северо-западная — является сгонной, а вторая — юго-восточная — нагонной. Линия, разделяющая эти зоны, идет от о-ва Забурунье, мимо Форты Шевченко и далее на юг, около восточного берега.

Северо-западные ветры, обуславливая сгон воды во всей северной половине моря, вызывают, однако, меньшие сгоны, чем юго-западные и западные ветры. Восточные районы северной части Каспийского моря имеют при ветрах этих направлений некоторую тенденцию к повышению уровня.

Наблюдаемое потепление, по-видимому, будет продолжаться, что вместе с разбором воды на орошение, обводнение, заполнение водохранилищ вызовет перераспределение стока в течение года и дальнейшее снижение уровня Каспия (табл. 2).

Таблица 2

Зависимость стока рек бассейна Каспия от температуры воздуха

(По Б. А. Аполлову)

Годы	Средняя температура воздуха Москвы	Сток всех рек в Каспийское море, %
1878—1895	3,40	100,0
1896—1929	3,75	93,4
1930—1950	4,30	81,8

2. Течения. Основными факторами, обуславливающими режим течений, являются ветер, неравномерное распределение атмосферного давления, испарения, плотности воды, сток пресных вод с суши. Ветровые течения воды следуют обычно по ветру и отклоняются от него в среднем на 45° вправо. Ветры силой до 3 баллов заметного течения не вызывают; ветер в 4 балла вызывает течение со скоростью около 0,12 м/сек, а в 6—7 баллов — до 0,25 м/сек. Ветер в 10 баллов может вызвать течение, скорость которого доходит до 0,5 м/сек. Неравномерное распределение плотности воды создает в поверхностном слое моря поток, направленный с севера на юг, а в придонных слоях — в обратном направлении.

Влияние стока речных вод сказывается преимущественно вблизи устьев рек, однако влияние Волги проявляется и на значительном

удалении от берега. Течения в северной части Каспийского моря в основном вызываются стоком воды Волги. Вследствие мелководности бассейна течения в северной части Каспийского моря малоустойчивы и часто нарушаются ветровыми явлениями. Средняя скорость течений невелика, однако при совпадении направления ветра с направлением течений она может достигать на западе 0,85 м/сек, на востоке — 0,35 м/сек.



Рис. 1. Схема течений в поверхностном слое воды Каспийского моря (По А. И. Михалевскому)

Преобладающее направление штормового волнения в северной части моря — от ЮВ и В, в средней части — от СЗ и ЮВ, в районе Апшеронского полуострова и южного побережья моря — от С и СЗ, а в юго-восточной части — от З и СЗ.

4. **Н а н о с ы.** Многочисленные реки выносят в Каспийское море большое количество взвешенного и растворенного материала. Одна только Волга выносит его ежегодно к устью в количестве около 25,5 млн. т. Мутность воды Волги в среднем составляет 70 г/м³, а в половодье — 700 г/м³.

В ближайшие десятилетия общая площадь водохранилищ ГЭС в бассейне Каспия значительно увеличится. Вследствие осаждения наносов в водохранилище заносимость Северного Каспия значительно уменьшится. Уменьшение выноса в море питательных веществ, смываемых реками с

Циркуляция вод в средней и южной частях Каспийского моря вызывается в основном действием господствующих ветров и неравномерным распределением плотности воды. Течения поверхностного слоя воды Каспийского моря показаны на схеме (рис. 1).

Преобладающие течения на Каспии можно представить в виде трех больших круговоротов, по одному в каждой из трех его частей, в которых вода движется против часовой стрелки. Такая особенность течения в этом море определяется конфигурацией его берегов и рельефом дна.

Резюмируя, можно сказать, что течения на Каспийском море возбуждаются главным образом ветром.

3. **В о л н е н и е.** В период сильных штормов, при волнении в 8 и более баллов высота отдельных волн доходит до 5—6 м при длине 70—100 м.

Преобладающее направ-

Таблица 3

Посторяемость (%) волнения различных степеней по временам года для северной, средней и южной частей Каспийского моря

Районы моря	Степень волнения, баллы	Зима (XII — II)	Весна (III — V)	Лето (VI — VIII)	Осень (IX — XI)
Северная часть	0	Лед	2	3	3
	1—3	»	63	73	51
	4—5	»	28	21	42
	6 и более	»	7	3	4
Средняя часть	0	3	7	1	3
	1—3	47	62	61	51
	4—5	36	25	33	34
	6 и более	14	6	5	12
Южная часть	0	12	9	12	9
	1—3	59	64	66	66
	4—5	24	23	20	19
	6 и более	5	4	2	6

их бассейнов, неблагоприятно отразится на развитии органического мира на Каспии, особенно в северной части моря.

5. **Г р у н т д н а.** Дно Каспийского моря покрывают самые разнообразные грунты: гравий, песок, ракуша, глина, различные илы, торф и т. п.; здесь можно встретить и каменные грунты.

В год с бассейна Каспия смывается слой всего в 0,01 мм, но так как площадь бассейна моря в 8 раз больше площади зеркала моря, то даже эта незначительная величина дает слой отложений на дне моря толщиной примерно в 0,1 мм в год.

На Каспии имеются и золотые наносы. В ванночке, установленной далеко от берега, всегда обнаруживался чистый желтый песок пустынь, принесенный более чем за 200 км. В северной части моря большие скопления принесенного с берега песка обнаруживаются на льду. В северной и восточной частях моря можно выделить прибрежную зону, обычно мелководную, где преобладают преимущественно грунты песчаные, илистые, ракушечные. В общем величина частиц уменьшается по мере удаления от берега и увеличения глубины. С глубины 6—8 м обычно идут заиленные грунты и илы. В открытых частях моря лежат илы, глины, пески различных цветов, иногда битая ракуша с примесью песка и ила.

На севере Каспийского моря основными грунтами являются речные пески и пески серого, желтого и даже зеленоватого цвета эолового происхождения с примесью ила или ракуши. В средней части моря залегают серые илы и ракуша, на небольших пространствах встречаются черный ил, песок с ракушей и каменные грунты.

В южной части моря преобладают серые и светлые илы; в прибрежных районах залегают песок, песок с ракушей и ракуша. Волнения и течения перемещают донные и взвешенные наносы, эродировав грунт дна и берегов

в одних местах и аккумулируя взвешенные и влекомые по дну наносы — в других. Иногда волнение и течения откладывают из наносов вдоль берега валы, которые отделяют от моря его мелководные участки, образуя лагуны; их много в северной части моря.

6. Температура воды. Температурный минимум наступает в феврале, максимум его приходится на июль — август. Весенний нагрев обычно начинается в марте, а осеннее охлаждение — во второй половине августа. В весеннее время температура воды возрастает от центральной части моря к югу и северу. В теплое время года температура с глубиной понижается, причем летом в водном слое толщиной до 50—100 м это понижение идет очень быстро, а начиная с глубины 50—100 м и до дна температура воды меняется мало.

Температура воды Каспийского моря колеблется от $-1,4^{\circ}$ до 34° . Средняя годовая температура воды — от 10 до $16,5^{\circ}$. Низкая температура воды у восточных берегов Среднего и Южного Каспия объясняется подъемом на поверхность глубинных вод.

7. Лед. Северная мелководная часть Каспийского моря ежегодно покрывается льдом. В среднем и южном его районах образуются неустойчивые льды, притом только в бухтах и заливах прибрежной полосы. В среднем по суровости зимы кромка льда проходит примерно от о-ва Чечень по изобате 10 м до мыса Тюб-Караган. В очень мягкие зимы лед образуется только в восточном районе северной части Каспийского моря, а в очень суровые зимы замерзание распространяется на бухты Кендерли и Бек-Таш, Красноводский залив и на прибрежную полосу от п-ва Челекен до Горганского залива. На западном побережье в очень холодные зимы замерзание наблюдается в районах о-вов Жилого и Артема и в районе пос. Сумгант. Бакинская бухта замерзает лишь в исключительно суровые зимы.

В Северном Каспии вблизи кромки льда сплошной ледяной покров часто ломается ветрами и волнением, образующими торосы. Начало замерзания северной части моря относится, как правило, к первой половине декабря; держится лед до половины апреля. Наибольшего развития ледяной покров достигает в феврале, когда (в суровые зимы) кромка льда проходит от устья р. Сулак на север до $44^{\circ}30'$ с. ш., а затем тянется к п-ву Мангышлак. В это время плавучий лед можно встретить в 46—56 км от кромки сплошного льда. В суровые зимы лед нередко уносится течением до Дербента, а иногда и до Апшеронского полуострова, угрожая сооружениям, расположенным в береговой зоне.

Во второй половине апреля море обычно полностью очищается ото льда.

При дальнейшем ожидаемом снижении уровня уменьшится площадь ледяного покрова, а так как глубины будут меньше, толщина льда увеличится.

8. Соленость вод Каспийского моря, являющегося солоноватоводным бассейном, изменяется от $0,2^{\circ}/_{\infty}$ (в дельте Волги) до 14% (в его юго-восточной части). Соленость в открытых частях Среднего и Южного Каспия составляет $13,1^{\circ}/_{\infty}$; в заливах соленость еще выше и даже доходит до $16^{\circ}/_{\infty}$. Наибольшую соленость имеет залив Кара-Богаз-Гол, где вода (рапа) пересыщена солями и соленость достигает $350^{\circ}/_{\infty}$ и более. В Каспийском море соленость возрастает в направлении с севера на восток. Сезонные изменения не превышают в среднем $2^{\circ}/_{\infty}$. С глубиной соленость увеличивается. На поверхности она равна в среднем $11-13^{\circ}/_{\infty}$, на глубине 400 м возрастает до $12,7-13,2^{\circ}/_{\infty}$. Различия в солевом составе вод Каспия по сравнению с водами океана приведены в табл. 5.

Таблица 4

Основные даты фаз ледового режима

Пункты	Состояние ледового покрова					
	первое береговое полное замерзание			последнее вскрытие		
	среднее	самое раннее	самое позднее	среднее	самое раннее	самое позднее
Астрахань, порт	18. XII	22. XI	23. III	21. III	16. II	17. IV
Чистая банка, о-в	17. XII	3. XII	2. I	9. III	23. II	24. III
Тюлений, о-в	5. I	3. XII	4. II	28. II	6. II	18. III
Брянская коса, мыс	18. XII	30. XI	16. I	4. III	1. II	17. III
Чечень, о-в	14. I	16. XII	5. III	24. II	5. I	25. III
Махачкала, гавань	14. I	25. XII	8. II	16. II	6. I	22. III
Дербент, гавань	—	—	—	—	—	—
Низовая пристань	—	—	—	—	—	—
Красноводск, порт	5. I	5. XII	26. I	16. I	22. XII	5. II
Кендерли, бухта	22. XII	23. XI	7. I	20. II	31. XII	14. III
Александр-Бай, залив	Сведений нет					
Форт Шевченко, залив	11. I	12. XII	11. II	25. II	29. I	31. III
Форт Шевченко, море	28. I	3. I	15. II	21. II	3. II	17. III
Кудалы, о-в	26. XII	2. XII	12. I	ис	ис	ис
Гурьев, город	30. XI	15. II	19. XII	27. III	3. III	15. IV
Забурунье, селение	28. XI	8. XI	18. XII	28. III	14. III	17. IV

Речные воды, соленость которых равна $0,2-0,5^{\circ}/_{\infty}$, вносят в Каспий огромное количество солей. Ветер и сток в залив Кара-Богаз-Гол разгружают Каспий от засоления.

Таблица 5

Химический состав солей в воде Каспийского моря, океана и Волги (%)

Элементы	Каспийское море	Мировой океан	Волга
Натрий (Na ⁺)	24,82	30,59	—
Калий (K ⁺)	0,66	1,11	6,67
Кальций (Ca ⁺⁺)	2,70	1,20	23,34
Магний (Mg ⁺⁺)	5,70	3,72	4,47
Хлор (Cl ⁻)	41,73	55,29	5,46
Бром (Br ⁻)	0,06	0,19	—
Сульфаты (SO ₄ ⁻)	23,49	7,69	25,63
Углекислота (CO ₂ ⁻)	0,84	0,21	34,43
Средняя соленость воды, $^{\circ}/_{\infty}$	12,9	35,0	0,1

По Л. К. Блинову, в 1 м³ воздуха в районе Каспия на высоте 2 м от земли при скорости ветра 2 м/сек содержится 0,05 мг солей, при скорости 24 м/сек — 0,9 мг. Каждый год с моря ветром уносится примерно 10 млн. т солей. Ежегодно в залив Кара-Богаз-Гол ранее поступало в среднем 20 км³

воды и в ней 250 млн. т солей, т. е. в 25 раз больше того, что выносит ветер. По расчетам С. В. Бруевича, падение уровня Каспийского моря на 1 м вызывает увеличение его средней солености на $0,071\text{‰}$. В годовом ходе изменение солености не превышает 2‰ с минимумом летом и максимумом зимой.

В связи с предстоящим дальнейшим падением уровня Каспия возможно будет засоление его северной части восточнее Гурьевской бороздины и опреснение районов о-вов Тюлений, Чечень, а возможно, и Кулалы.

9. Плотность воды увеличивается на 10—25 м обычно наблюдается резкое изменение плотности воды. Зимой этого не отмечено. Плотность поверхностного слоя воды зимой равна в среднем 1,0101, у восточных берегов она повышается до 1,0108, а у юго-западных и берегов Ирана уменьшается до 1,0099. Летом плотность ниже и колеблется от 1,0065 до 1,0075.

10. Содержание газов. Основными газами, содержащимися в растворенном состоянии в водах Каспийского моря, являются кислород, углекислота, сероводород. Поверхностный слой воды обогащается кислородом воздуха; вследствие перемешивания волнением, течением и вертикальной циркуляцией кислород проникает и в глубинные слои. В Каспийском море наблюдается большое содержание в воде кислорода. Здесь на 100-м глубине в 1 л воды содержится от 5,5 до 7 см³ кислорода. Даже на глубине 300 м содержание кислорода достигает 2,5 см³/л. В поверхностных водах сероводорода нет, только на глубинах, превышающих 700 м, его содержание доходит до 0,3 см³/л. В незначительных количествах воды Каспийского моря содержат углекислоту и некоторые другие газы.

11. Прозрачность воды в северной части Каспийского моря колеблется от десятых долей метра до 5 м зимой и до 10 м летом; в средней части моря прозрачность изменяется от 1 до 10 м и более зимой и до 15 м и более летом, в южной части — от 1 до 15—17 м в течение всего года.

12. Цвет воды Каспийского моря колеблется от голубовато-зеленых до бурых оттенков. Вода северной части моря имеет буровато-зеленый и желто-зеленый цвет. Летом, во время половодья рек, цвет воды становится бурым, и граница цветов бурых оттенков спускается на юг. При сильном волнении здесь можно наблюдать специфическую грязно-коричневую окраску, обусловленную взмучиванием илистых частиц дна.

Наблюдаемое в последнее время превышение расходной части водного баланса Каспийского моря над его приходной частью, связанное с общим потеплением и хозяйственной деятельностью человека, вызвало существенные изменения гидрометеорологического режима Каспия.

Л. Е. Веселова

ПРОГНОЗЫ ЛЕДОВЫХ ЯВЛЕНИЙ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ ЛЬДООБРАЗОВАНИЯ

Льдообразование на Каспии начинается в первой декаде ноября с прибрежных мелководных районов северо-восточной части Каспийского моря. Затем процесс льдообразования распространяется на запад, охватывая к концу ноября все районы, ограниченные 3-х метровой изобатой.

В более мористых районах Северного Каспия и в Гурьевской бороздине льдообразование, отмечаемое в декабре — начале января, происходит значительно медленнее вследствие большего запаса тепла в воде и адвекции тепла из глубоководных районов Среднего Каспия. В середине января почти вся акватория Северного Каспия, за исключением центральных районов к югу от параллели 45° , покрывается льдом.

Южнее линии о-в Чечень — Форт Шевченко в холодные зимы образуется преимущественно неустойчивый ледяной покров. В период экстремально холодных предзимий, при ранних и сильных похолоданиях, льдообразование на Северном Каспии наблюдается значительно раньше: от первой декады октября до первой половины ноября. Южнее 45° параллели в холодные зимы устойчивый ледяной покров на Северном Каспии образуется значительно позже: в конце декабря — в январе. Полное замерзание вод Северного Каспия в нормальные по суровости зимы наблюдается обычно в районах, ограниченных с юга дугообразной линией, соединяющей о-в Чечень и северную оконечность о-ва Кулалы, в период со второй половины ноября до января. В холодные зимы со второй декады ноября до середины декабря замерзает почти вся акватория Северного Каспия, ограниченная 20-метровой изобатой. В теплые предзимья в мелководных районах северо-восточного Каспия льдообразование начинается не позже второй декады ноября; в остальных районах оно значительно запаздывает. В экстремально теплые зимы полное замерзание, наблюдаемое в декабре, происходит весьма инертно и охватывает только районы моря, ограниченные 3-метровой изобатой.

На карте изохрон полного замерзания Северного Каспия (рис. 1) видно, что изохроны появления льда и полного замерзания примерно повторяют очертания изобат.

Расчет перемещения кромки молодого неподвижного льда в открытых районах моря является одним из наиболее ответственных вопросов прогноза. До настоящего времени эти расчеты производились без учета

теплообмена с глубоководными районами Среднего Каспия. На основе предложенной Я. А. Тютневом формулы зависимости суммы градусо-дней мороза, необходимой для начала льдообразования, от теплосодержания водной массы в момент перехода температуры воздуха через 0° , нам удалось выяснить влияние адвекции тепла из Среднего Каспия на распространение кромки льда в северной части моря.

В результате адвекции тепла из Среднего Каспия в центральных глубоководных районах Северного Каспия, расположенных к югу от

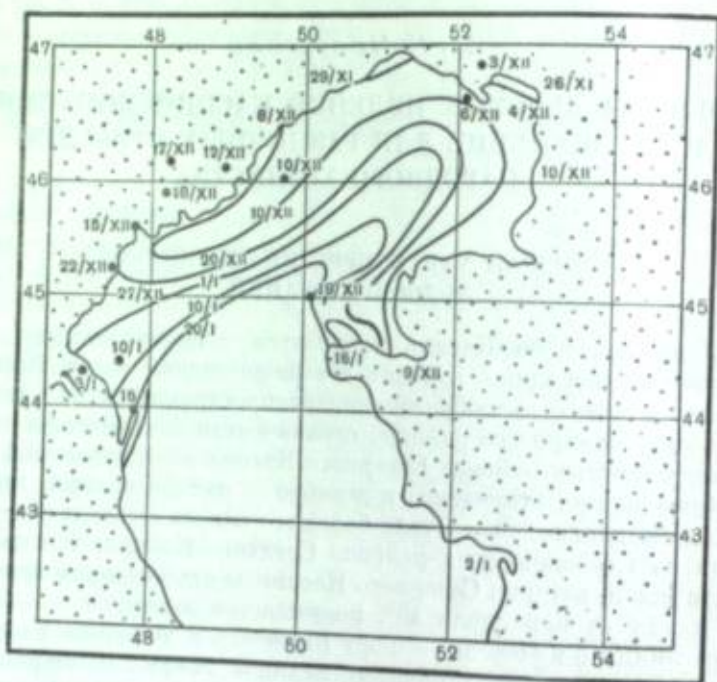


Рис. 1. Карта изохрон устойчивого полного замерзания на Каспийском море

параллели 45° и в Гурьевской бороздине, льдообразование запаздывает по сравнению с расчетными сроками на 20—30 дней и более. Несколько меньшее влияние теплообмена отмечается в районах моря, ограниченных 4—5-м изобатой, где льдообразование задерживается по сравнению с рассчитанными сроками до 10 дней. В районах авандельты Волги влияние адвективного теплообмена со Средним Каспием на сроки льдообразования совершенно незаметно (рис. 2).

Для оценки влияния адвективного притока тепла на нарастание льда в различных районах моря нами был произведен расчет фактических потерь тепла с поверхности ледяного покрова в этих районах за отдельные зимы. Суммарные потери тепла при испарении, излучении и теплообмене с поверхности льда были сопоставлены с данными фактического нарастания льда, и количество тепла, потерянным с поверхности льда, и количеством тепла, затраченным на наблюдавшееся нарастание толщины ледяного покрова, рассматривалась как количественная оценка адвективного притока тепла за тот же период. Анализ показал, что влияние адвективного теплообмена на процесс нарастания льда увеличивается по мере приближения к приглубым и глубоководным

районам, достигая наибольшего значения на границе с глубоководными районами, а также—к концу процесса нарастания льда.

Если, например, в районе Форта Шевченко адвективный теплообмен замедляет нарастание льда в среднем на 10—12 см в декаду, то в районе Чистой банки, более удаленном от глубоководных районов, нарастание льда замедляется лишь на 2 см в декаду. В районе о-ва Пешного адвективный теплообмен не играет почти никакой роли в процессе нарастания льда.

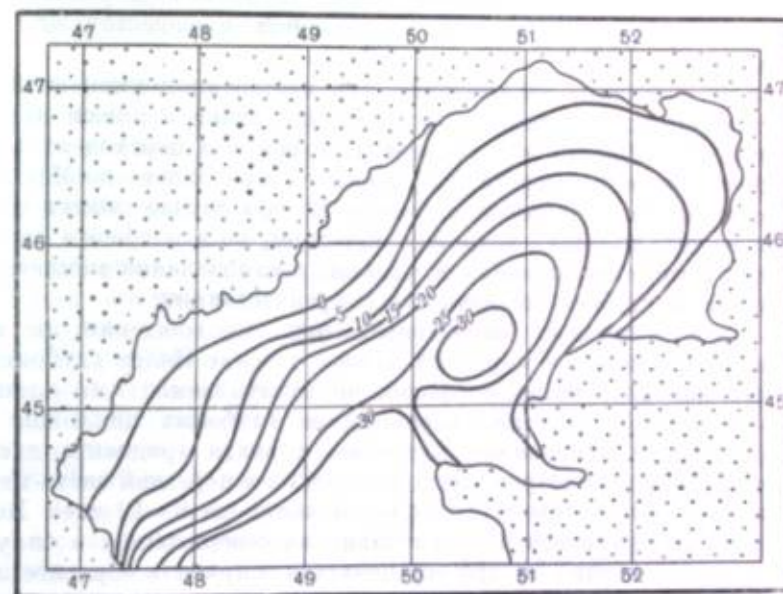


Рис. 2. Запаздывание сроков начала льдообразования под влиянием адвекции тепла Среднего Каспия
(Числа означают количество дней запаздывания)

Подвижки льда в результате вала припая на Каспийском море представляют довольно частое явление. Обычно они сопровождаются сжатиями и наслонениями льда в одних районах, разрежениями льда — в других, т. е. перераспределением его мощности, количества и густоты.

Сжатия ледяного покрова, возникающие под действием внешних сил, бывают двух родов. На Каспии сжатия первого рода наблюдаются при дрейфе плавучих льдов (ледяных полей и битых льдов), вызванном резким усилением ветров юго-восточной четверти до 6—8 баллов, и встречей их с кромкой припая, ледяными массивами или островами. Сжатия второго рода создаются при действии ветра, изменяющегося уровня и волнения на неподвижный ледяной покров и происходят после вала припая при перемещении валоманного льда.

Одним из основных условий сжатия являются ветровое поле и его изменчивость, которые определяются барическим полем и, в частности, величиной и знаком разности атмосферного давления между Гурьевом и Махачкалой; другой характеристикой является вызываемое ветром изменение уровня.

Общий анализ атмосферных и гидрометеорологических процессов позволил выделить четыре основных типа сжатий льдов.

I тип — наиболее распространенные сжатия, наблюдаемые при возникновении значительной разности атмосферного давления между Гурьевом и Махачкалой, достигающей 10—15 мб и сопровождающейся установлением и усилением на Северном и Среднем Каспии сильных ветров восточной четверти (особенно ЮВ и В). Эти ветры способствуют перемещению массы воды из Среднего Каспия в Северный и вызывают в последнем нагон, достигающий 20—30, а иногда и 60 см/сутки, а также способствуют сильному волнению у кромки и зыби среди плавучих льдов. Все эти факторы, вместе взятые, и вызывают валом припая. Сжатия такого типа обычно наступают через 24—30 час. после начала усиления юго-восточного ветра независимо от направления предшествующих более слабых ветров.

II тип — сжатия, наблюдаемые при постепенном уменьшении разности атмосферного давления или смене его знака с плюса на минус, что вызывает ослабление юго-восточных ветров или переход их в западных районах Среднего Каспия, на участке от о-ва Чечень до Махачкалы, на северо-западные и понижение уровня. В этом случае сжатия обуславливаются не только одним ветровым подпором, но и массовым перемещением льдов в сторону понижения уровня, в направлении компенсационных течений, а также — встречей их с препятствиями.

III тип — сжатия, отмечаемые при прохождении на северо-восток через Каспийское море или нижнее течение Волги глубоких циклонов. Это наиболее мощные сжатия по охватываемой ими площади и продолжительности. Быстрое перемещение глубоких циклонов сопровождается резким изменением величины и знака градиента давления, сменой юго-восточных ветров, господствующих в передней части циклона, на северо-западные ветры в его тыловой части (за 6—12 час). Большие массы льда, дрейфующего первоначально на северо-запад, в силу инерции не могут достаточно быстро остановиться и принять обратное направление движения, в то же время в тыловой части циклона льды постепенно приходят в движение в направлении, противоположном первому. В результате встречи льдов, дрейфующих в передней и тыловой частях циклона в различных направлениях, происходит сжатие льда, сопровождающееся вращательным движением отдельных льдин, усиливающим процесс сжатия.

IV тип — сжатия, наблюдаемые при прохождении циклонов по более северным траекториям; они случаются при отходе области высокого давления, расположенной над Казахстаном, к востоку. Это менее существенные сжатия. При данных атмосферных процессах наблюдается постепенное уменьшение градиентов давления, сопровождаемое ослаблением ветра в большинстве районов моря или некоторым (на 3—4 румба) изменением его направления.

Зимой в районе восточного побережья Среднего Каспия, от Форта Шевченко до Александр-Бая, региональные восточные ветры усиливаются местными муссонными градиентами давления и служат причиной сжатий, наблюдающихся при сравнительно слабых и неустойчивых ветрах в остальных районах моря. В этих случаях сжатие может наблюдаться и при спаде уровня, и при его повышении.

Динамические деформации ледяного покрова в Северном Каспии и последующие перемещения льда из одних районов моря в другие связаны с выносом более или менее мощных плавучих льдов из Северного в Средний Каспий. Совершенно очевидно, что вынос большого количества плавучих льдов в западные районы Среднего Каспия и степень распространения их к югу определяются всей совокупностью гидрометеорологиче-

ских условий, обусловленной определенной атмосферной циркуляцией и прежде всего значительной активизацией полярного центра действия.

Основными гидрометеорологическими факторами, обуславливающими мощный вынос плавучих льдов из Северного Каспия в западные районы Среднего Каспия, к району Апшерона, являются:

- 1) мощность ледяного покрова на Северном Каспии, определяемая общей массой льда, образующегося в течение зимы;
- 2) ветровыми условиями районов Среднего и Северного Каспия;
- 3) гидрологическими условиями района выноса — теплосодержанием в деятельном слое моря в западных районах Среднего Каспия, способствующим замедлению или ускорению таяния вынесенного плавучего льда.

Только сочетание исключительно низкой температуры воздуха в осенне-зимний период с господством в восточных районах Северного Каспия восточных и северо-восточных ветров, а вдоль западного побережья Каспийского моря — сильных и исключительно устойчивых северо-западных ветров при наличии ослабленного теплового запаса вод в районе дрейфа льдов способствует мощному выносу льда из Северного Каспия в Средний. Все это приводит к тому, что мощные тяжелые плавучие льды, поступившие в район Апшерона, сохраняются длительное время подобно тому, как это было отмечено в зимы 1928—1929, 1949—1950 и 1953—1954 гг.

Появление у Апшеронского полуострова местного, а тем более приносного льда представляет весьма редкое явление. С 1910 по 1945 г. в этом районе лед появлялся только в течение шести зим (1910—1911, 1926—1927, 1928—1929, 1936—1937, 1949—1950 и 1953—1954 гг.). Следовательно, вероятность его появления составляет 12%. Из указанных зим только 3 раза были отмечены приносные с севера плавучие льды, вероятность появления которых составляет 6%, вероятность же появления тяжелых плавучих льдов, сохраняющихся в указанном районе длительное время, не превышает 4%.

Понижение уровня Каспийского моря может способствовать более раннему образованию и быстрому распространению льдов на Северном Каспии, а следовательно, и более мощным выносам плавучих льдов не только к району Махачкала, но и в более южные районы.

2. ЛЕДОВЫЕ ПРОГНОЗЫ

Краткосрочные ледовые прогнозы на Каспийском море начали составлять в Астрахани еще до 1941 г. Первые ледовые прогнозы Вениаминова и Иванова основывались почти целиком на метеорологических краткосрочных прогнозах.

В 1942—1943 гг. Н. В. Хатуицевым и М. М. Огановым был разработан метод краткосрочных прогнозов перемещения кромки льда в открытом море. В основу метода была положена зависимость нарастания кромки льда от суммы градусо-дней мороза. Позднее появилась работа Э. А. Исаева о прогнозировании воли холода на Каспийском море, приводящих в осенне-зимний период к началу льдообразования. В краткосрочном прогнозе появления льда на южных морях Я. А. Тютнев делает попытку найти корреляционную зависимость между датой появления льда и температурой воздуха и определить связь между суммой градусо-дней мороза, необходимой для появления льда, и температурой воды на поверхности моря в день перехода температуры воздуха через 0°. В 1950 г. сектором морских прогнозов Управления государственной метеослужбы Азерб.

байджанской ССР были обобщены все практические приемы краткосрочного прогнозирования сроков начала льдообразования в мелководных районах Северного Каспия, в результате чего найдена надежная связь между датами появления льда в прибрежной мелководной полосе моря и устойчивого перехода температуры воздуха через 0° .

Метод краткосрочных прогнозов весенних ледовых явлений разрабатывался в Центральном институте прогнозов (ЦИП) Е. М. Саускан, установившей, что таяние льда начинается с установлением положительного теплового баланса на поверхности ледяного покрова и примерно совпадает с моментом перехода 13-часовой температуры воздуха через 0° .

Первую попытку разработать метод долгосрочного ледового прогноза на Каспийском море сделал И. А. Бенашвили путем установления корреляционной связи между датой образования устойчивого припая и величиной эффективного теплонакопления деятельного слоя воды в Северном Каспии (с марта по июль предшествующего сезона); однако обеспеченность указанного метода ниже 60%.

Значительное практическое применение получил метод долгосрочного прогноза сроков льдообразования, разработанный в ЦИП Н. А. Белинским. Этот метод основан на связи индекса атмосферной циркуляции с началом развития процессов льдообразования, в частности, с моментом образования устойчивого льда.

3. ЗНАЧЕНИЕ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

По степени трудности для мореплавания время с наличием ледяного покрова можно разделить на четыре периода.

1. В период становления льда (ноябрь—декабрь) наибольшую опасность для морского флота и рыбной промышленности представляет молодой лед — «резун», срезающий при дрейфе ставные невода, деревянные суда и сооружения.

Осенью 1941 г. в мелководных районах Северного Каспия был застигнут льдообразованием почти весь рыболовецкий флот, большая часть которого вмерзла в лед или была выброшена на берег, и только незначительная часть плавучих единиц была выведена из льда. Аналогичное явление наблюдалось также осенью 1950 г. В октябре 1949 г. в результате кратковременного льдообразования, последовавшего за штормовым сгонным ветром, были срезаны орудия лова стоимостью в несколько миллионов рублей; рыболовецкому флоту при первой же оттепели без потерь удалось вернуться на зимние базы.

Несвоевременное снятие осенью навигационных знаков (буев и бакенов) приводит к срыву и отнесу их в другие районы; при этом лед часто срезает почти все деревянные ограждающие части, что затрудняет плавание больше всего в районе Волго-Каспийского канала и Красноводской бухты.

II. Период спокойного нарастания льда в первой половине зимы (декабрь — январь) характеризуется преобладанием гладких полей льда и сравнительно небольшим количеством аварий судов.

III. Период интенсивных деформаций ледяного покрова характерен для второй половины зимы (с февраля). В этот период из-за подвижек и сжатия терпит аварии не только флот, вмерзший в лед осенью, но и зверобойный флот, промысляющий среди ледяных полей и крупнобитого льда, а также по разводинам и трещинам в неподвижном льду. Так, в феврале 1940 г. парусные рыбницы при сжа-

тии в районе Средней Жемчужной банки получили течь; в феврале 1951 г. вблизи Аграханской косы при сжатии льда несколько моторных рыбниц получили повреждения. В марте 1952 г. в юго-западной части Гурьевской бороздины при сжатии льда было срезано, раздавлено и затоплено несколько зверобойных мотоботов.

Подвижки льда во второй половине зимы представляют опасность и для технических сооружений, находящихся в море. Осенью 1929 г. южнее Искусственного острова экспедицией Рейдтанкера была вбита в грунт труба диаметром 1 м, которую весной не удалось разыскать. Зимой 1939—1938 г. на восточной бровке Волго-Каспийского канала было забито 11 групп свай, состоявших из шести двадцатиметровых рельс, вбитых в грунт на глубину 6 м, огражденных деревянными сваями и одетых «рубашкой» из стали. К весне все сваи оказались накренившимися под большим углом; их не только сгибало, но часто выворачивало в грунте вертикальными и горизонтальными колебаниями льда.

В случае выноса плавучих льдов из северной части моря в западные районы Среднего Каспия здесь создаются тяжелые навигационные условия и усиливается угроза аварий судов при встрече со льдами. В суровые зимы (1949—1950, 1953—1954 гг. и др.) наиболее часто аварии наблюдались в районе Махачкалы и даже южнее. В районах каналов и фарватеров аварии судов нередко происходят при дрейфе льда поперек канала.

Образование ледяного покрова и его перемещения создают угрозу существованию эстакад и оснований. Местное льдообразование, для которого характерно незначительное развитие, создает гораздо меньшую угрозу по сравнению со льдами, выносимыми из Северного Каспия. Так, в феврале—марте 1950 г. в результате выноса большой массы плавучего льда из Северного Каспия к району Махачкала — Дербент возникла серьезная угроза существованию морского нефтепромысла Избербаш. В зиму 1953—1954 г. повторился мощный вынос плавучего льда из Северного Каспия. Плавучий лед, распространившись в более южные районы, к Апшеронскому полуострову, создал угрозу существованию не только эстакад в районе Избербаша, но и нефтепромыслам Апшеронского архипелага. Вынос льда сопровождался резким похолоданием и образованием местного льда, что усугубило опасность положения. Напором льда были значительно повреждены гидротехнические сооружения и причинен большой ущерб нефтяной промышленности Азербайджана и Дагестана.

IV. Период таяния — наиболее безопасный период для навигации. Однако и в этот период большие бедствия терпят иногда рыбаки, занимающиеся подледным ловом рыбы, так как льдины часто отламываются ветром и уносятся в открытое море.

Из приведенных фактов видно, какое громадное влияние оказывает ледяной покров на работу отдельных отраслей народного хозяйства Каспийского моря. Для правильного планирования работы морского и рыболовецкого флота прежде всего необходимо знать сроки появления льда в различных районах моря и сроки окончательного очищения моря от льда. Для удлинения навигационного периода в районах, где навигация возможна в течение круглого года, но зимой поддерживается с помощью ледоколов, и для правильного планирования зимнего рыбного и зверобойного промысла необходимо знать фактическое и предполагаемое распределение ледяного покрова во всех районах моря, покрытых льдами.

Н. И. Винецкая

ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И РЕЖИМ СОЛЕННОСТИ ЕГО СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЗА ПОСЛЕДНЕЕ ДВАДЦАТИЛЕТИЕ

Соленость Северного Каспия зависит от притока речной воды, испарения, осадков и ветрового режима.

Влияние Волги на Северный Каспий сказывается в том, что соленость воды в северной части моря меньше, чем в его средней и южной частях. За период с 1931 по 1935 г. величина солености здесь колебалась в больших пределах: от $0,05\text{‰}$ в предустьевой зоне до 13‰ в районе, граничащем со Средним Каспием, и до 20‰ в юго-восточном районе, вблизи Бузачи и Бурунчука.

Северную часть Каспийского моря делят на две части: восточную и западную. Западная часть характеризуется неустойчивым гидрологическим режимом, обусловленным действием двух мощных факторов: стоком Волги и водообменом со Средним Каспием. Восточная часть Северного Каспия отделена от западной его части подводной возвышенностью — от о-ва Укатного до островов Мангышлакского архипелага. В связи с падением уровня моря и уменьшением глубины с каждым годом водообмен все более уменьшается. Только один-два раза за 6—7 лет сток р. Урал достигал $20\text{—}25\text{ км}^3$. Действующие в этом районе ветры, несомненно, оказывают влияние на перемещение водной массы, но резких колебаний солености за короткий период времени не наблюдалось. Годовые изменения солености здесь более значительны, чем в западной половине, вследствие повышенного испарения и затрудненного водообмена с другими частями моря.

Ветровой режим. Ветры юго-восточной четверти вызывают повышение солености, а ветры северо-западной четверти способствуют опреснению восточной части Северного Каспия. Еще большее влияние на соленость оказывает направление ветров западной части Северного Каспия, так как смена направления ветра или изменение его скорости могут изменить соленость некоторых (особенно прибрежных) районов очень быстро и в большой степени. В период половодья, в зависимости от величины стока и мощности волжских струй, влияние ветра на соленость западной части моря уменьшается. В многоводный 1947 г. (рис. 1) величина весеннего стока была ненамного выше стока 1948 г., но ветры северо-западного и западного направлений в 1947 г. вызвали небывалое опреснение в восточной части Северного Каспия. В многоводный же 1948 г. увеличилась повторяемость ветров юго-восточной четверти, — в результате соленость западной части Северного Каспия повысилась. Под действием ветров измени-

лось и распределение солености в этом районе моря. Волжская вода в основной своей массе проникла в Средний Каспий вдоль западного побережья.

Характеристика многолетних и сезонных изменений солености составлена как по материалам, собранным Промразведкой и ВНИРО с 1931

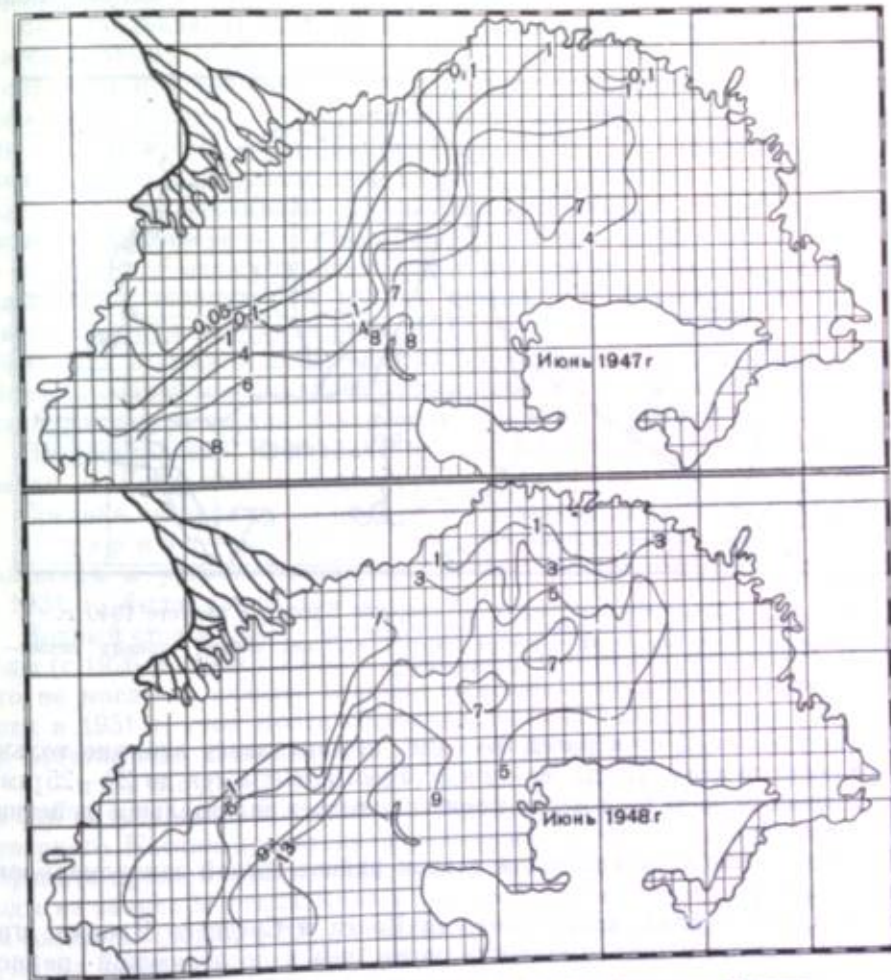


Рис. 1. Распределение солености (‰) в Северном Каспии

по 1956 г. (в количестве свыше 95 000 проб), так и по литературным данным: в опубликованных и рукописных работах Зайцева, Иванова, Горского, Чесалина, Боровик и Винецкой.

В восточной части Северного Каспия были проведены разрезы: Забурунь — о-в Кулалы, Забурунь — о-ва Колпинные и о-в Камынин — о-в Бузачи, в западной части моря — четыре разреза, из них три направлены от предустья Волги к глубинной зоне моря и один поперечный пересекает этот район с запада на восток.

Волжская вода проникает в восточную часть к августу, поэтому обычно в этом месяце здесь наблюдается понижение солености. При этом, если сток Волги понижен, то при восточных ветрах волжская вода почти не оказывает влияния на соленость воды в двух крайних восточных разрезах. Ветер северо-западного направления способствует проникновению

соленость в восточной части Северного Каспия достигла своего максимального значения — 13‰ , т. е. была на 58% выше среднегогодовой солености. В восточной части моря осолонение происходило более интенсивно. Волжская вода поступала в этот район моря в небольшом количестве, а сток Урала с 1935 по 1940 г. составил всего $3,0\text{--}4,4\text{ км}^3$.

Таблица 1

Средние величины солености по годам в восточных и западных частях Северного Каспия в ‰ к среднегодовой солености

Периоды	Год	Восточная часть Северного Каспия	Западная часть Северного Каспия	Среднегодовая соленость Северного Каспия	Периоды	Год	Восточная часть Северного Каспия	Западная часть Северного Каспия	Среднегодовая соленость Северного Каспия
	1931	69,95	—	—	III	1945	80,54	88,65	84,15
	1934	105,49	101,18	102,62		1946	76,64	114,30	95,11
	1935	101,82	118,09	109,42		1947	49,51	69,15	59,12
	1936	117,76	90,42	103,22		1948	63,62	77,66	70,32
II	1937	120,80	117,61	118,37	1949	65,82	87,94	76,52	
	1938	145,25	140,54	141,97	1950	77,74	90,90	83,91	
	1939	151,58	148,23	148,99	1951	80,90	113,59	96,90	
	1940	158,03	109,81	132,78	IV	1952	90,24	88,65	89,39
	1941	120,61	92,55	105,40		1953	106,69	77,19	91,18
	1943	84,55	99,88	91,78		1954	106,45	89,00	96,22
	1944	—	73,40	73,40		1955	98,90	75,69	87,01

III период: 1941—1948 гг. После ряда лет низких половодий на Волге и Урале, в 1941 г. речной сток в Каспийское море резко увеличился: сток Волги был равен 259 км^3 , сток Урала — 25 км^3 .

Если на западе понижение солености наблюдалось в 1940 г., то на востоке это произошло в 1941 г. Средняя соленость в восточной части Северного Каспия в 1941 г. значительно упала; понижение солености в западной части было меньшим.

Волжская и уральская воды опреснили воду до этого осолоненных районов восточной части моря настолько, что даже осенью на разрезе о-в Камынин — п-в Бузачи соленость была немного выше 9‰ .

Кроме того, резкое падение уровня моря с 1930 к 1940 г. привело к значительному сокращению зеркала воды в Северном Каспии. В 1941 г. произошло отшнурование залива Мертвый Култук от восточного района Северного Каспия. Поэтому осолоняющее влияние этого залива при юго-восточных ветрах в районах Бурунчука, Бузачи и о-ва Дурнева прекратилось. В 1942 г. сток Волги еще более увеличился, но и сток р. Урал оставался таким же высоким. В результате повышения дебита Волги и Урала в 1941—1942 гг. уровень Каспийского моря в 1943 г. повысился на 11 см, и соленость в восточной части моря еще более снизилась.

В III периоде надо различать три фазы опреснения Северного Каспия: 1-я фаза — увеличение стока в 1941 и 1942 гг. после семи лет со стоком меньше 200 км^3 вызвало повышение уровня моря и понижением солености в северной его части; 2-я фаза характеризовалась новым уменьшением волжского стока в 1943—1945 гг., приведшим к новому падению уровня Каспийского моря на 21 см. Тем не менее соленость

на востоке продолжала с каждым годом уменьшаться вследствие того, что сток Урала в 1943 г. был несколько увеличен, а в 1945 г. преобладающими были ветры, способствующие продвижению волжской воды на восток. Наконец, 3-я фаза — это новое, еще большее увеличение стока Волги и Урала в 1946—1948 гг., повышение уровня моря на 23 см и снижение солености на востоке и на западе до $5\text{--}6\text{‰}$.

Максимальное опреснение наступило в 1947 г., когда соленость снизилась до величин, не наблюдавшихся в Северном Каспии за весь период исследования. В августе в восточной части моря соленость была равна $3,4\text{‰}$.

IV период — 1949—1954 гг. — период нового осолонения. После 1948 г. вновь произошло уменьшение волжского стока, и в течение последних шести лет он колебался в пределах $206\text{--}235\text{ км}^3$. Уральский сток был несколько большим: годовое поступление воды р. Урал составляло от 4,7 до 10 км^3 . Уровень Каспия снова быстро упал и к 1954 г. снизился более чем на 60 см.

Несмотря на повышенный сток р. Урала, соленость в восточной части моря постепенно увеличивалась и в 1954 г. достигла $8,75\text{‰}$. Это обстоятельство еще раз доказывает, что в солевом режиме восточной части Северного Каспия большее значение имеет волжская вода по сравнению с уральским стоком.

Режим ветров за этот период характеризовался преобладанием северо-восточных и юго-восточных ветров, вследствие чего волжская вода почти не проникала на восток, а распределялась в западной части моря. Поэтому в западном районе средняя соленость, повысившаяся в 1951 г. до 9‰ , снова начала уменьшаться и в 1954 г. была равна $7,5\text{‰}$.

При резком падении уровня Каспия увеличение солености происходило не так интенсивно, как в 1934—1940 гг. Это объясняется тем, что объем и площади моря значительно сократились, поэтому для поддержания солености на определенном уровне было бы достаточно, чтобы в море поступало меньшее количество пресной воды: порядка $230\text{--}240\text{ км}^3$. При дальнейшем уменьшении волжский сток уже не сможет обеспечить водой северную часть моря, поэтому соленость должна будет повышаться, притом довольно интенсивно. Высказанное К. И. Ивановым предположение о том, что в будущем — в результате изменения берегов Северного Каспия и перемещения дельты Волги на юг — в восточную часть моря будет поступать пресная вода, вызывает сомнение. 1955-й год был последним годом незарегулированного волжского стока, к тому же очень многоводным, ненамного уступаая по водности 1947-му году. В результате соленость Северного Каспия в период паводка резко снизилась, особенно в западной его части (до $2,7\text{‰}$). Значительному опреснению в июне 1955 г. способствовал и режим ветров в этом районе.

Осенью 1955 г. в связи с первым изъятием воды Куйбышевским гидроузлом уровень Волги был необычайно низким, поэтому в октябре произошло значительное осолонение западной части моря. Под влиянием ветров юго-восточных направлений, которые в этот период составили 57%, фронт соленой среднекаспийской воды продвинулся далеко в западную часть Северного Каспия. Менее соленая вода была прижата к берегу и распределялась узкой полосой в мелководных районах моря. В результате соленость в октябре 1955 г. оказалась очень высокой — на 23% выше, чем в 1954 г.; 1956-й год был первым годом зарегулированного стока Волги и очень маловодным, в результате чего соленость на западе в июне оказалась почти в 3 раза выше по сравнению с 1955 г. и на 0,8% в сравнении с маловодным 1954-м годом.

ВЫВОДЫ

1. Северная часть Каспийского моря характеризуется большим количеством ветреных дней и малым количеством дней с штилевой погодой. В западной части моря преобладают ветры западных и восточных направлений, в восточной повторяются четыре направления в равной степени. Северо-западные и западные ветры способствуют опреснению, а восточные и юго-восточные — осолонению.

2. Сезонные колебания, распределение в поверхностных слоях и вертикальная стратификация солености зависят от взаимодействия двух факторов: от величины водного стока Волги и ветрового режима, возбуждающего течения в том или ином направлении.

3. С 1931 г. в динамике средней солености Северного Каспия наблюдались четыре периода:

I период (1931—1933 гг.) — нормальное состояние; соленость в среднем равна $5,75\text{‰}$; водный сток повышен (около 300 км^3);

II период (1934 по 1940 гг.) — сильное осолонение; соленость в море начала повышаться, причем наиболее интенсивно в 1937—1939 гг.; сток Волги в этот период составлял меньше 200 км^3 , уровень моря упал на 2 м, соленость возросла до 13‰ , а в некоторых районах восточной части моря достигла 20‰ ;

III период (1941—1948 гг.) — опреснение; из восьми лет шесть отмечались повышенным стоком Волги (более 200 км^3); соленость снизилась в 1947 г. во всех районах моря до $4,5\text{‰}$, т. е. была минимальной за все годы исследования;

IV период (1949—1950 гг.) — некоторая стабилизация солености, обусловленная в 1949 г. преобладанием северо-западных ветров и увеличенным стоком Урала, а в 1950 г. — особенностями годового хода уровня Волги и ветрами тех же направлений. В 1951—1954 гг. в восточной части Северного Каспия происходило постепенное увеличение солености до $8,75\text{‰}$.

4. В многоводном 1955 г., в июне, отмечено сильное опреснение западной части Северного Каспия. Осенью 1955 г. и летом 1956 г., в связи с изъятием волжской воды на гидростроительство, соленость воды Северного Каспия повысилась.

5. Динамика многолетних колебаний солености зависит главным образом от величины водного стока Волги; коэффициент корреляции равен 0,94.

Д. А. Дрогайцев

ПРОГНОЗ ГОДОВОГО СТОКА ВОЛГИ

Причину изменений объема годового стока Волги, как и других рек, надо искать в колебаниях атмосферной циркуляции. В связи с этим на прогноз годового стока рек, по-видимому, полностью можно распространить принцип долгосрочных ледовых прогнозов на морях, сформулированный около 20 лет тому назад В. Ю. Визе. На конкретных примерах Баренцова и Гренландского морей автор показал, как, с одной стороны, под влиянием атмосферных процессов холодной половины года формируется ледяной покров моря, а с другой, как под влиянием меняющегося из года в год (по величине) ледяного покрова арктических морей формируются те или иные особенности атмосферных процессов, обуславливающие аномалии осадков и температуры воздуха на Европейской территории Союза (ЕтС).

Физической основой предлагаемого метода является та же гипотеза о взаимодействии океана и атмосферы, которой руководствовался и В. Ю. Визе. Сущность ее заключается в следующем.

В сезоне предзимья, которым, ради краткости, мы называем последние три месяца календарного года, формируется теплоотдача океана в атмосферу на протяжении всей холодной части года. В зависимости от характера атмосферных процессов предзимья выхолаживание моря может быть сильным или слабым; в нем формируется отрицательная или положительная термическая аномалия, которая в силу большой теплоемкости воды сохраняется в течение нескольких месяцев и в теплое время года сама влияет на процессы цикло- и антициклогенеза в атмосфере.

Исходя из гипотезы, по которой тепловое влияние атмосферы на океан в сезоне предзимья принимается первичным импульсом их последующего взаимодействия на протяжении большей части года, рассмотрим в качестве исходного положения характерные особенности в поле суммарного (т. е. меридионального плюс муссонного) переноса собственно тепла и холода в атмосфере в этой части года, который ввиду небольшого удельного значения муссонного переноса будем называть просто меридиональным переносом. При этом с целью элиминирования пестрой картины быстро меняющихся синоптических положений на срочных картах погоды и выявления длительно сохраняющихся черт в структуре этих полей воспользуемся не срочными, а осредненными по естественным синоптическим периодам картами относительной топографии поверхности 500 мб над поверхностью 1000 мб (OT 500/1000)¹.

¹ Величина OT 500/1000, подсчитываемая в геопотенциальных декаметрах по материалам вертикального зондирования атмосферы на метеорологических станциях, представляет собою по вертикали температуру воздуха в нижнем пятикилометровом слое атмосферы.

Нанесем на один бланк карты местоположение всех центров очагов тепла, а на другой бланк — местоположение всех центров очагов холода в атмосфере, как они вырисовываются на средних периодных картах ОТ 500/1000 по всей территории так называемого первого естественного синоптического района, по которой они составляются в Центральном институте прогнозов (ЦИП) за весь сезон предзимья, т. е. с первого периода октября по последний период декабря включительно. Для ясности заметим, что первый период октября может начинаться и в сентябре, так же как последний период декабря может окончиться в январе, если большая

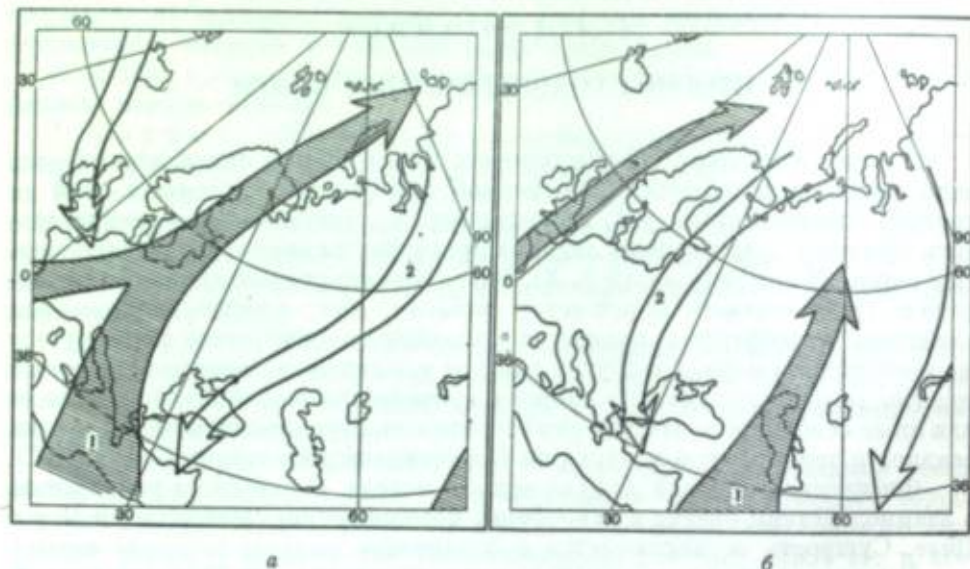


Рис. 1. Схема адвекции тепла и холода в предзимьях 1953 г. (а) и 1954 г. (б)
1 — ось преобладающего меридионального переноса собственно тепла; 2 — ось преобладающего меридионального переноса холода

часть этих периодов захватывает соответственно октябрь или декабрь. В случае, если период состоит из четного числа дней, которые поровну распределяются между соседними месяцами, то период относится к тому месяцу, в котором находится его первая половина. Из центров каждого очага тепла и холода проведем оси гребней и ложбин, которые укажут осредненное направление соответственно адвекции тепла и адвекции холода в течение каждого из периодов.

Такие карты составлялись нами начиная с предзимья 1938 г., когда они впервые стали составляться, за весь последующий ряд лет. Сопоставление их между собой показывает, что каждому предзимью бывает свойственна довольно четкая и своеобразная локализация преобладающего положения очагов тепла и холода, а также их гребней и ложбин, которая хорошо выражает особенность данного года. В противоположность представлению об атмосферной циркуляции как о макротурбулентном процессе с предполагаемым неупорядоченным теплообменом между тропическими и полярными районами земного шара, в действительности в каждом отдельном году по-разному, но вполне определенно размещаются очаги тепла на юге и холода на севере, а также зоны адвекции обоих знаков в умеренных широтах.

Не рассматривая из-за отсутствия сколько-нибудь достаточных данных самого процесса зимнего выхолаживания, в данном случае северной части Атлантического океана и примыкающих к нему морей, опуская в физической цепи событий явления, относящиеся к морю, мы на основе упомянутой гипотезы вправе ожидать наличия связи между характерными особенностями в структуре полей адвекции собственно тепла и холода в предзимье и последующим развитием атмосферных процессов.

Обусловленная своеобразием циклонической и антициклонической деятельности, величина годового стока Волги может служить локальным индексом длительных аномалий в атмосферных процессах на значительном пространстве Европы и прилегающей к ней части океана. Сопоставим на этом основании годовую сток Волги у Куйбышева со сборными картами гребней и ложбин в поле ОТ 500/1000 предшествующего предзимья, качественно отображающими структуру адвекции тепла и холода в атмосфере.

В качестве примера возьмем два соседних года — 1954 й и 1955-й, первый — с очень малым, а второй с большим стоком в бассейне Волги (как и по всей Европейской части Союза), и посмотрим, в чем заключались особенности географической локализации гребней тепла и ложбин холода в предшествующих им предзимьях и были ли они вообще.

На рис. 1 приведены схемы адвекции собственно тепла и холода, составленные по сборным картам ложбин и гребней в поле ОТ 500/1000 предзимий: слева — 1953 г. (а), перед маловодным 1954-м годом, справа — 1954 г. (б), перед многоводным 1955-м годом. Стрелки на схемах представляют медианные члены в пучках ложбин и гребней и отображают генеральное направление адвекции холода и собственно тепла в меридиональном переносе тепла в атмосфере. Сравнение левой схемы с правой обнаруживает существенное различие в структуре меридионального переноса собственно тепла и холода в предзимьях перед мало- и многоводными годами на Волге. В самом деле, как видно из схемы (а), в предзимье 1953 г. выносы тепла происходили (с юга на север) через Западную и Центральную Европу, а адвекция холода — с Таймырского полуострова в юго-западном направлении на Черное и Каспийское моря. Именно этой адвекцией холода были обусловлены значительные холода зимой 1953—1954 гг. на Каспийском и Черном морях. В предзимье же 1954 г., как показывает схема (б), через Центральную Европу была направлена адвекция холода, а приблизительно вдоль Урала лег стрежень адвекции тепла. Таким образом, в пространстве вокруг интересующего нас бассейна Волги ложбины и гребни в рассматриваемых двух предзимьях (приблизительно) поменялись местами, а противоположная локализация гребней и ложбин в двух предзимьях повлекла за собой противоположные по величине стока воды на Волге.

Отсюда приходим к следующим выводам:

а) адвекция тепла (с юга на север) к западу от бассейна реки и адвекция холода (с севера на юг) к востоку от него в предзимье влечет за собой в наступающем году малую водность реки;

б) адвекция тепла к востоку от бассейна реки и адвекция холода к западу от него в предзимье влечет за собой в наступающем году большую водность реки.

Проверка этого правила на других годах показала, что в принципе оно всегда справедливо. Однако иногда встречаются затруднения при его применении из-за невозможности в отдельные годы получить четкую схему адвекции тепла и холода по сборным картам гребней и ложбин. Полученное правило взаимной ориентации адвекции тепла и адвекции холода

в предзимье перед мало- и многоводным годами не является локальной особенностью бассейна Волги. 1954-й год был маловодным, а 1955-й год — многоводным почти на всей ЕтС. Больше того, это справедливо и в отношении Западной Сибири. К востоку от зоны адвекции холода через Среднюю Азию на верховьях Оби и Енисея в предзимье 1953 г. была направлена адвекция тепла, лишь частично показанная на рис. 1. В сочетании с упомянутой адвекцией холода она явилась предпосылкой сильно увлажненного 1954 года в Западной Сибири. Напротив, адвекция тепла вдоль Урала в предзимье 1954 г. в сочетании с имевшим тогда место генеральным направлением адвекции холода приблизительно с низовьев Лены на Алтай явилась неблагоприятной предпосылкой для Западной Сибири, за которой там наступил маловодный на реках и засушливый 1955-й год. Из этого следует, что сформулированное выше правило обладает общностью во времени и в пространстве.

Осмыслим его физически на примере бассейна Волги. Схема (а) на рис. 1 представляет собой, по существу, схему антициклогенеза над территорией центральной и восточной Европы, что подтверждается весьма малым количеством осадков зимой 1953—1954 гг. на большей части ЕтС. Схема же (б) на рис. 1 есть схема развития циклонов — или возникающих на месте, или проходящих на ЕтС с юга и запада. Следовательно, в самом предзимье адвекция тепла и холода по схеме (а) обуславливает дефицит, а по правой — избыток осадков. Обычно схема адвекции, а с нею и аномалия осадков сохраняются от предзимья до зимы. Осадки же холодной половины года на Волге, как и на большинстве других рек, играют решающую роль в годовом стоке. Объем весеннего половодья у Куйбышева в среднем за указанные 75 лет составляет 65% годового стока.

Но дело не только в зимних осадках. За малоснежной зимой 1953—1954 г. на юге ЕтС наступило засушливое лето, так же как за многоснежной зимой 1954—1955 г. пришло дождливое лето. Инерцию в аномалии осадков от зимы к лету (что, впрочем, бывает не всегда) в свете принятой гипотезы можно объяснить следующим образом. Адвекция холода из Арктики на Европу в предзимье 1954 г. привела к сильному выхолаживанию северных морей и к формированию в них повышенной ледовитости, которая сохранилась от зимы к лету и летом 1955 г. стала очагом формирования холодных воздушных масс, приток которых на материк вызывал здесь циклогенез и осадки. Обратная этому картина имела место в 1953—1954 г. Вследствие значительной адвекции тепла с материка в предзимье 1953 г. Баренцево и Гренландское моря подверглись лишь небольшому зимнему выхолаживанию, в связи с чем летом 1954 г. были отмечены в бассейне Волги дефицит осадков, а на юге ЕтС — засуха.

Отсюда видно, что в принятой гипотезе взаимодействия океана и атмосферы в зимний период первичную роль играет атмосфера, а в летнее время — океан.

Для того, чтобы из установленных на примере принципиальных особенностей структуры межширотного теплообмена предзимья, приводящих к противоположным по знаку аномалиям водности реки, получить метод прогноза годового стока, эти особенности надо перевести на язык цифр, представить их числом, характеризующим размерность самого явления. Решение этой задачи начнем с более объективного представления очагов тепла и холода в атмосфере, их гребней и ложбин посредством аномалии ОТ 500/1000, измеряемой в геопотенциальных декаметрах. Для этого примем за норму средние месячные карты ОТ 500/1000, построенные в ЦИП для большей части Северного полушария по наблюдениям за годы 1947—1953. Считая, что среднемесячное значение относительного геопотенциала

равно его среднесуточному значению на 15-е число данного месяца, по отсчетам этой величины с карт для любой точки могут быть построены кривые годового хода ОТ 500/1000, с которых, в свою очередь, можно снять и условные нормы на каждый день. Расчеты аномалий ОТ 500/1000 будем производить для точек пересечения пятикратных параллелей с двадцатикратными меридианами к северу от полярного круга и с десятикратными меридианами к югу от него в пространстве между параллелями 35 и 80° и между меридианами 40° З и 110° В. Путем отнесения естественного периода к его центральному дню были подсчитаны аномалии ОТ 500/1000 для каждого периода предзимья за весь ряд исследуемых лет (1938—1955).

Естественно, что в очагах тепла и на гребнях аномалии получаются положительными, а в очагах холода и в ложбинах — отрицательными. Оказалось, что для выявления характерных особенностей в структуре межширотного теплообмена нет необходимости учитывать все гребни и ложбины и обусловленные ими аномалии. Для этого достаточно взять лишь их экстремальные значения по месяцам или даже всего предзимья в целом. Поэтому найдем в каждой из упомянутых выше точек максимальные и минимальные значения средних периодных аномалий ОТ 500/1000 и нанесем их на карты. Поля максимальных и минимальных аномалий ОТ 500/1000 предзимья оказались хорошим средством числовой оценки, а следовательно, и сопоставления во времени и пространстве: первые — очагов тепла и гребней, вторые — очагов холода и ложбин. Отсюда мы вправе ожидать наличия асинхронной корреляционной связи между экстремумами аномалий ОТ 500/1000 предзимья и различными индексами атмосферных процессов последующих сезонов. На основе правил формирования стока в зависимости от знака преобладающей адвекции к западу и к востоку от бассейна реки были подсчитаны коэффициенты корреляции между объемом годового стока Волги у Куйбышева и экстремальными значениями аномалий ОТ 500/1000 предшествующего предзимья, взятыми как над самим бассейном, так и в различных направлениях вокруг него. При этом, как и следовало ожидать, величины (и знаки) коэффициента корреляции получались различными.

На этом основании, естественно, возникла задача найти связь с наибольшим коэффициентом корреляции. В результате многочисленных поисков было найдено, что объем суммарного стока W Волги у Куйбышева за календарный год имеет наиболее тесную обратную корреляционную связь с величиной

$$S = T + (P - Q),$$

где T — сумма максимальных значений аномалий ОТ 500/1000 предшествующего предзимья, подсчитанная по десяти точкам пересечения параллелей 60 и 65° с меридианами 40°, 50°, 60°, 70° и 80° восточной долготы;

P и Q — суммы минимальных значений ОТ 500/1000 того же предзимья, подсчитанные каждая по четырем точкам пересечения тех же параллелей 60 и 65° в первом случае с меридианами 40 и 50°, во втором — с меридианами 70 и 80° восточной долготы.

Получение наиболее тесной связи стока Волги с экстремальными значениями аномалий ОТ 500/1000, взятыми по территории, расположенной к северу от бассейна реки, подтверждает гипотезу о решающем влиянии арктических морей на формирование аномалии осадков на ЕтС по сравнению с возможными другими влияниями (табл. 1).

Таблица 1

Значения годового стока Волги и Урала W (км³) для года, указанного в левом столбце таблицы, и аргументы прогноза этого стока

Годы	Волга					Урал				
	T	P	Q	S	W	L	M	N	K	R
1939	281	-42	-29	268	175,1	165	-53	-31	143	4,6
1940	125	-79	-43	89	184,0	76	-73	-42	45	4,9
1941	57	-63	-59	53	225,1	38	-78	-60	20	21,9
1942	59	-102	-66	23	245,1	31	-131	-74	-26	19,9
1943	100	-51	-46	95	228,4	93	-72	-43	64	7,2
1944	126	-50	-51	127	229,2	100	-42	-67	125	3,8
1945	141	-25	-33	149	206,2	103	-18	-41	126	7,3
1946	78	-74	-70	74	250,3	57	-109	-65	13	25,2
1947	57	-74	-42	25	291,9	32	-87	-84	29	19,5
1948	114	-47	-47	114	258,9	101	-64	-59	96	20,6
1949	155	-40	-75	190	213,5	87	-78	-72	81	11,0
1950	148	-58	-69	159	220,7	121	-42	-70	149	5,6
1951	142	-74	-61	129	208,4	114	-60	-77	131	4,2
1952	119	-88	-66	97	217,2	90	-77	-62	75	9,1
1953	90	-80	-78	88	248,2	76	-73	-94	97	7,4
1954	215	-61	-55	209	196,2	95	-84	-63	74	5,6
1955	136	-46	-46	136	262,9	103	-44	-60	119	3,3

По данным табл. 1 построен соответствующий график (рис. 2), на котором сплошной линией показано изменение по годам, отложенным на оси абсцисс, суммарного годового стока Волги у Куйбышева W (км³), а пунктирной линией — изменение аргумента S в геопотенциальных декаметрах, подсчитанного по преддизью предшествующего года и взятого в перевернутой шкале.

Как показывает ход этих кривых, аргумент S , подсчет которого производится в первых числах января, хорошо предопределяет величину суммарного стока в наступившем году. В рассматриваемом 17-летии годовой сток Волги колебался с большей амплитудой, и аргумент S одинаково хорошо сигнализировал как об очень большом стоке в 1947 г., так и об очень малом стоке в 1939 или 1954 г.

Коэффициент корреляции (r) аргумента S с годовым стоком W равен $r = -0,65$. Величина r , подсчитанная по семнадцати годам, превышает коэффициент корреляции случайных величин (0,605) при уровне значимости 0,01.

Для оценки полученного коэффициента корреляции мы должны сравнить его с максимальным значением коэффициента корреляции случайных чисел при данном числе коррелируемых пар и при различных уровнях значимости P . Напоминаем, что так называется разность между единицей и вероятностью того, что данная связь между двумя рядами чисел есть случайная связь. В математической статистике принято считать связь доказанной, если представляющий ее коэффициент корреляции превышает его максимальное значение для случайных чисел при 5%-ном уровне значимости.

Полученный нами коэффициент корреляции из 17-летнего ряда превышает его значение для случайных чисел (равное 0,605) при зна-

чительно более высоким 1%-ым уровне значимости. А это означает (с вероятностью более чем 0,99), что полученная нами связь не случайна, а имеет физические основы.

Уравнение регрессии W по S получилось таким:

$$W = 264,3 - 0,31163S.$$

Из 17 исследуемых лет только в одном 1940-м году величина стока Волги у Куйбышева отклонилась в отрицательную сторону от действительной более чем на 20% многолетней амплитуды. Отсюда следует, что обеспеченность предлагаемого метода в пределах 20% многолетней амплитуды составляет 94,1%, что делает его вполне приемлемым для практического использования.

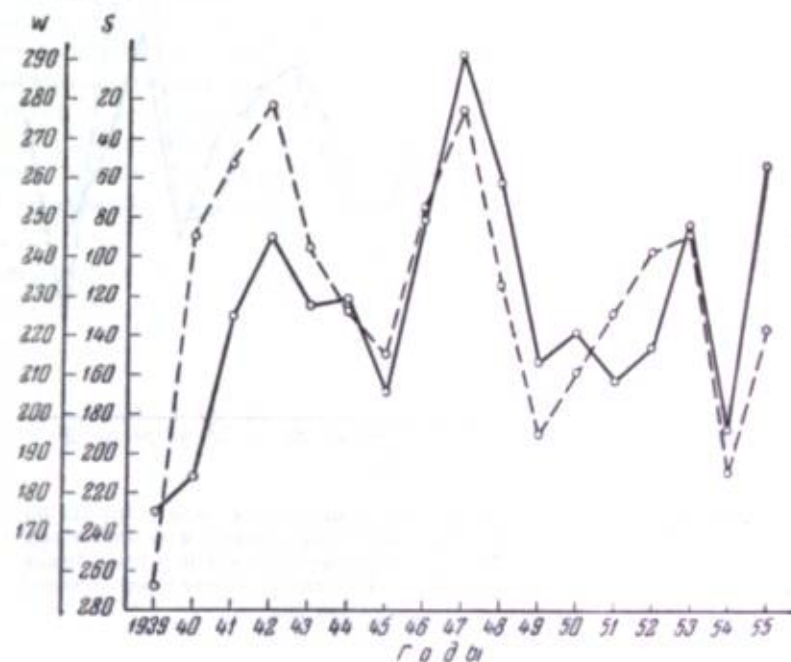


Рис. 2. Изменение по годам аргумента S (штриховая линия) в преддизью и суммарного стока Волги W в наступающем календарном году (сплошная линия)

Представляет методический интерес возможность распространить изложенный метод прогноза годового стока на другие реки, впадающие в Каспийское море, — в данном случае на р. Урал, несмотря на небольшие размеры ее стока.

Оказалось, что объем суммарного стока (R) р. Урал, подсчитанный у створа Кушум за календарные годы, имеет наиболее тесную обратную корреляционную связь с величиной:

$$K = L + (M - N),$$

слагающие которой, в отличие от S , сняты не с полей абсолютных экстремумов от 500/1000 преддизья, а с полей средних арифметических величин максимумов и отдельно минимумов от 500/1000 октября, ноября и декабря. В правой части последнего равенства L есть сумма средних

месячных максимумов ОТ 500/1000, подсчитанных в десяти точках пересечения параллелей 55 и 60° с меридианами 40°, 50°, 60°, 70° и 75° восточной долготы; M и N суть суммы средних месячных минимумов ОТ 500/1000, подсчитанные каждая по восьми точкам пересечения параллелей 50°, 55°, 60° и 65° в первом случае — с меридианами 40° и 50°, во втором — с меридианами 65 и 75° восточной долготы. Значения как максимумов, так и минимумов ОТ 500/1000 на пятикратных меридианах по всем параллелям определялись как среднее арифметическое между их отсчетами

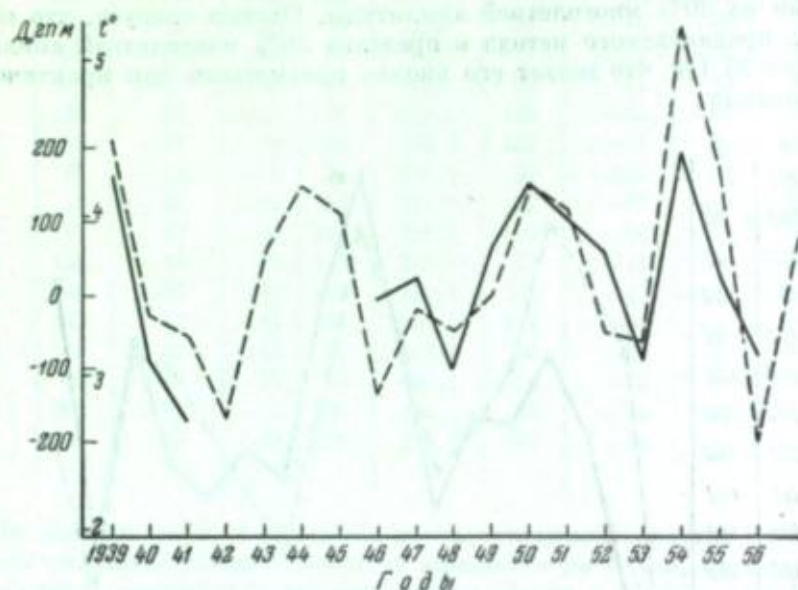


Рис. 3. Изменение по годам средней температуры воды с апреля по июнь на кольском меридиане (сплошная линия) и осредненных (вдоль линии разреза) индексов меридионального переноса тепла в атмосфере D в предшествующем предзимье (штриховая линия) (D — в геопотенциальных метрах)

на ближайших к ним десятикратных меридианах. На картах легко усмотреть, что трапеции, по которым подсчитывались суммы L , M и N , образуют букву H , нижняя часть которой обрамляет бассейн р. Урал.

В табл. 1 даны по годам значения годового стока Урала R (км³), а по предшествующим им предзимьям — значения сумм L , M , N и K в геопотенциальных декаметрах, округленные до целых единиц.

Если построить график изменения значений R и K по годам, то между ними (как и для Волги) легко усматривается обратный ход. Коэффициент корреляции между R и K получился равным $r = -0,74$, а уравнение регрессии таким:

$$R = 18,8 - 0,102K.$$

Следовательно, основы изложенного метода оказались вполне применимыми и для прогноза годового стока р. Урал. Этот метод позволяет совершенно объективным способом рассчитать в конце декабря или в самом начале января суммарный объем стока реки в наступающем году.

Для доказательства упомянутой выше гипотезы взаимодействия океана и атмосферы и основанного на ней прогностического значения предзимья на рис. 3 показана связь между индексами меридионального переноса тепла в атмосфере D (в геопотенциальных метрах), осредненными над линией стандартного гидрологического разреза по Кольскому меридиану в Баренцовом море в предшествующие предзимья и средней температурой воды на этом разрезе в слое 0—200 м с апреля по июнь данного года (см. горизонтальную шкалу на рис. 3). Эти индексы подсчитаны способом, изложенным в работе автора «Формирование аномалии осадков на Украине»¹.

Согласованный ход обеих кривых свидетельствует о том, что действительно индексы меридионального переноса тепла в сезоне предзимья хорошо предопределяют термическое состояние моря в последующие — весенний и летний — периоды.

Тот же факт, что индексы меридионального переноса тепла и температура воды на этом графике берутся по одной и той же вертикали, свидетельствует о том, что термическое состояние моря в любой точке предопределяется индексом меридионального переноса тепла в атмосфере над этой точкой. Остается лишь неизвестным, как далеко (по поверхности океана) можно распространять эту связь.

¹ Изв. АН СССР, сер. геогр., 1957, № 3.

В. М. Журнов

СГОННО-НАГОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ У ЗАПАДНЫХ БЕРЕГОВ СРЕДНЕГО КАСПИЯ И ИХ СВЯЗЬ С АТМОСФЕРНЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Действие ветра на водную поверхность Каспия при небольших глубинах в прибрежной полосе моря вызывают сгонно-нагонные явления, которые могут быть названы эпизодическими, или кратковременными, колебаниями уровня; амплитуда их достигает иногда больших значений: до 1,5 м в Среднем и Южном Каспии и до 2,5—3 м в Северном.

В период 10—13 ноября 1952 г. под действием исключительно сильных восточных и юго-восточных ветров произошел чрезвычайно мощный нагон воды в северо-западную часть моря; средняя величина нагона (относительно среднегодового уровня) оказалась равной 3,7 м. Подъем уровня продолжался в течение трех суток; максимальный подъем достиг 15 см/час (в среднем 5—6 см/час). В результате такого быстрого подъема уровня (у Брянской косы и Каспийска он достиг 4,2—4,5 м) оказалась затопленной огромная территория — от Джамбая на востоке до р. Сулак на западе, протяженностью свыше 300 км при средней ширине зоны затопления 33—36 км и наибольшей — до 55 км. В результате катастрофического подъема уровня народному хозяйству был нанесен очень большой ущерб.

Другой случай резкого повышения уровня, правда, значительно меньше приведенного, отмечен 23 февраля 1955 г. на западном побережье Среднего Каспия, в районе Сумганта. В результате сильного штормового ветра северной четверти (до 10 баллов) за несколько часов уровень повысился более чем на 60 см, что привело к размыву перемычки, отделявшей котлован Сумгантской насосной станции от моря, и к затоплению этого котлована. Ширина полосы затопления в районе Сумганта достигла нескольких сот метров. В этом случае также был нанесен ущерб народному хозяйству.

При сильных сгонных ветрах небольшой запас глубины, необходимой для прохода судов при штилевой погоде, легко может стать недостаточным (Бакинский и Ашшеронский порты, стоянки судов нефтяников на о-ве Артема, о-ве Жилом). Кроме того, отток нагонных вод от берегов обуславливает образование поверхностных и донных компенсационных сточных течений. Эти течения, направленные противоположно действию затахающего ветра, ввиду значительной скорости вызывают сильные сносы судов, что может привести к авариям.

Вопросу изучения сгонно-нагонных явлений на Каспийском море за последние годы посвящен ряд работ: Н. Малиновского (1926), Б. А. Аполлова (1930), Р. Брегман (1936), В. Б. Штокмана (1941), В. А. Зенина (1945), С. И. Кан (1948), К. К. Гюля (1952). Труды этих авторов способствовали

расширению представлений о законах взаимодействия указанных явлений с другими гидрологическими элементами. Однако изучение этого весьма сложного явления нуждается в дальнейших исследованиях, в частности, необходимо изучение динамики явления.

Обработанный с 1949 по 1953 г. материал и его анализ позволили выяснить зависимость между ветром и средним уровнем моря за многолетний период, установить средние отклонения уровня при данном ветре и рассмотреть сгонно-нагонные явления в отдельных пунктах изучаемого побережья.

Сгонно-нагонные колебания уровня в районе Махачкалы обусловлены главным образом ветрами северо-западного (с повторяемостью 27%) и юго-восточного направлений (34%), при этих ветрах максимальная величина нагона иногда достигает 1 м, сгона 65—70 см. Повышение уровня здесь происходит главным образом при северо-западных ветрах (табл. 1).

Таблица 1

Средние величины отклонения от среднего уровня у западного побережья Каспия в зависимости от ветров различных направлений за период 1949—1953 гг. (см)

Пункты	Направление ветров							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Махачкала . . .	-3	-3	-3	-5	+3	+4	+4	+2
Низовая пристань	-6	+1	+3	+3	+10	+6	+3	-5
Сумгант	+6	+1	-3	-10	-15	-4	-2	+13
о-в Артем	+9	+4	-5	-13	-16	-8	-5	+9

Для установления зависимости между ветром и средним уровнем в районах рассматриваемых пунктов западного побережья Среднего Каспия за 1953 г. были подсчитаны превышения горизонта воды над среднегодовым уровнем (табл. 2) (рис. 1).

Таблица 2

Зависимость между ветром и средним уровнем на пунктах у западного побережья в аномальный 1953 г.

Пункты	Отметка среднего годового уровня	Отклонение горизонта воды при различных ветрах относительно среднего уровня, см							
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Махачкала	-88	-13	-7	-6	-4	+6	+3	+4	+3
Низовая пристань	-136	-7	+3	+4	+5	+6	+3	-0	-6
Сумгант	43	+9	-2	-4	-9	-18	-8	-5	+14
о-в Артем	98	+13	+5	-4	-12	-18	-13	-5	+6

Район Низовой пристани мелководен (как и остальная прибрежная зона к югу от него), но ввиду открытых берегов здесь значительных колебаний уровня не отмечается. Ветрами, вызывающими повышение уровня в районе Низовой пристани, являются южные, юго-восточные и юго-западные, причем здесь мы сталкиваемся с парадоксальным, на первый взгляд, явлением: ветры, проходящие южнее Низовой пристани, вызывают

понижение уровня. У западного побережья, от Махачкалы до Апшерона, наблюдаются устойчивые по направлению и продолжительности ветры, действующие над большей частью моря. В каждом таком случае колебания уровня обуславливаются перемещением значительных водных масс из одной части моря в другую.

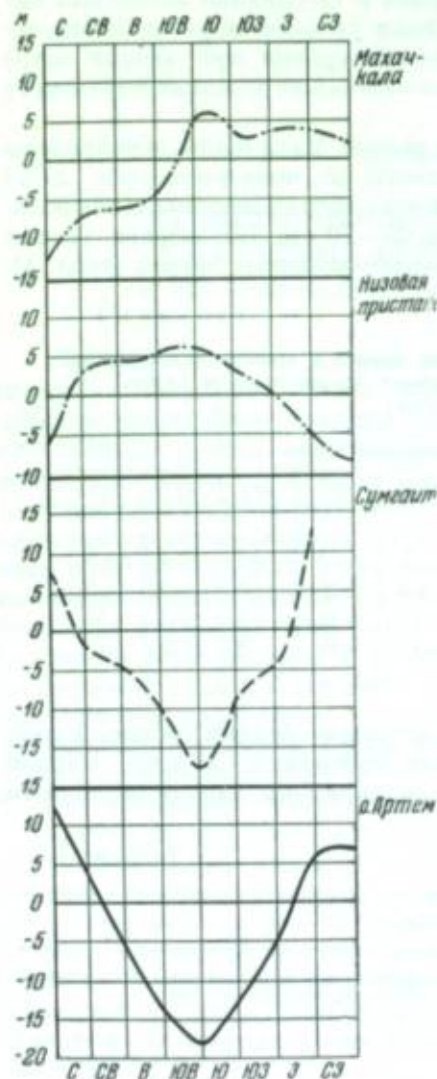


Рис. 1. Зависимость между стоянием уровня (по оси ординаты) и направлением ветра (по оси абсцисс) у западного побережья Среднего Каспия (по данным 1953 г.)

Изучение динамики сгонно-нагонных явлений в районе Сумгаита позволило установить наибольшую величину сгонов и нагонов, их продолжительность, повторяемость и характеристику ветрового режима: продолжительность и направление ветра, максимальную скорость его при повышении или понижении уровня. Анализ материалов показал, что здесь сгоны преобладают над нагонами, причем как сгоны, так и нагоны в

Под действием этих же ветров в открытом море развивается так называемая «нагонная волна», которая, подходя к Апшеронскому мелководному району, начинает изменять свое направление. Фронт волны, находящейся в открытом море, опережая противоположный конец, начинает заворачивать и под некоторым углом следовать к западному берегу Среднего Каспия.

Переместившиеся массы воды под влиянием южных ветров образуют, таким образом, в прибрежных районах повышенные уровни (нагоны воды), в отдельных случаях достигающие до 50—60 см.

В открытом море при сильных восточных и юго-восточных ветрах, преобладающих над слабыми местными ветрами западного и юго-западного направлений, которые оказывают лишь местное влияние на уровень, также происходит повышение уровня.

Район Сумгаита относится к мелководной зоне, а его расположение у «основания» Апшеронского полуострова благоприятствует возможности подпора воды при воздействии на уровень сильных северных и северо-западных ветров и усиливает эффект сгонно-нагонных колебаний. Господствующие в районе Сумгаита в продолжение большей части года северные (повторяемостью 28%) и северо-западные (22%) ветры здесь достигают большой силы. Для акватории Сумгаита, с учетом конфигурации берегов, силы и направления ветра, а также гидрографической характеристики района, нагонными ветрами будут северо-западные и северные, сгонными — южные и юго-восточные.

большинстве бывают кратковременными: длительностью от 6 до 12 час. (34%); но иногда они могут продолжаться до 48 час. и более, как это, например, имело место в сентябре 1953 г., когда под действием сильных северных ветров высота нагона воды составила 67 см. Наибольшее число случаев повторяемости приходится на сгоны и нагоны до 10—15 см, составляя для случаев сгона 44% и для случаев нагона 24%, для сгонов и нагонов высотой до 30 см — соответственно 39 и 33%. Случай повышения уровня более 50 см редки, и для рассматриваемого периода они составили 1%. Наибольшая величина нагона равнялась 67 см, величина максимального сгона — 65 см. Обычно отмеченные случаи максимальных нагонов бывают при сильных северных ветрах.

Район Апшеронского полуострова отличается от рассмотренных выше районов своеобразным режимом ветров, выражающимся в преобладании северных ветров (повторяемостью 28%) и северо-западных (повторяемостью 20%). Сильные северные ветры, господствующие большую часть года, обычно возникают внезапно и дуют с очень большой скоростью, достигающей силы урагана.

Нагонными ветрами для района о-ва Артема являются северный и северо-западный, сгонными — южный и юго-восточный. Для Апшеронского залива, по исследованиям К. К. Гюля, они соответственно будут северными и северо-западными, хотя повышение уровня вызывают также северо-восточные и восточные ветры. Наибольшая величина нагона при северо-западном направлении ветра в районе о-ва Артема достигает 1 м, с удалением же от берега в сторону открытого моря амплитуда непрерывно уменьшается. Величина нагона при сильных северных и северо-западных ветрах колеблется в диапазоне 40—90 см.

Для более детальной характеристики сгонно-нагонных колебаний в районе о-ва Артема нами были проанализированы записи лент мареографа за 1953 г. В результате анализа отобрано 30 наиболее характерных случаев сгонов и нагонов. Анализ их показал, что в 1953 г. повторяемость нагонов преобладала над сгонами. Средняя продолжительность нагона составила 10 час., сгона — 11 час. при максимальной продолжительности нагона 23 часа и сгона — 17 час. Наибольшее повышение уровня составило 47 см, понижение — 46 см.

К северу и к югу от Апшеронского полуострова, по исследованиям Г. В. Ржеплинского и Е. Г. Архиповой, сгонно-нагонные колебания уровня моря различны. Если в северном районе повышение уровня прямо пропорционально скорости северного ветра, причем их максимумы совпадают по времени, то в южной части района при том же северном ветре через 1—2 часа с момента возникновения ветра начинается падение уровня, продолжающееся несколько часов, чаще всего 4—5, а иногда 8—10. Затем, после некоторого равновесия продолжительностью от 3 до 10 час., начинается подъем, средняя продолжительность которого равняется 5—7 час., иногда бывает и большей. Случается, что к моменту прекращения ветра уровень не успевает принять свое первоначальное положение и остается на 20—30 см выше начального. Эти же авторы показали, что при южных ветрах в северной части района уровень понижается, а в южной — возрастает. С удалением в сторону открытого моря амплитуда колебаний уровня постепенно уменьшается. Это положение подтверждается данными о колебаниях уровня по наблюдениям на о-ве Жилом, удаленном от о-ва Артема на 13—15 км, и на Нефтяных камнях, находящихся в открытом море, в 20 км юго-восточнее о-ва Жилого.

В районе Нефтяных камней сгонно-нагонные колебания достигали 16—20 см. Наибольшая суточная амплитуда колебания уровня за 1953 г.

наблюдалась в сентябре, когда она составляла 22 см, максимальная достигала 25—30 см.

Общая картина повторяемости нагонов и сгонов на побережье представлена в табл. 3; в табл. 4 приведены максимальные величины сгонов-нагонов на западном побережье — от Махачкалы до Апшерона.



Рис. 2. Розы нагонов и сгонов в Среднем Каспии

1 — нагон; 2 — сгон

Для представления общей картины сгонно-нагонных колебаний уровня у западного побережья Среднего Каспия нами были построены розы нагонов и сгонов по данным наблюдений с 1949 по 1953 г. (рис. 2).

В результате исследования установлено, что сгонно-нагонные колебания на западном побережье вообще невелики. Непродолжительные слабые ветры, дующие в направлении, параллельном берегу, практически не влияют на изменение уровня этой прибрежной акватории. Более силь-

ные и продолжительные ветры этого же направления вызывают заметные колебания уровня, особенно в зонах подпора воды; такую зону на западном побережье представляет собой Апшеронский полуостров с его

Таблица 3

Повторяемость нагонов и сгонов и преобладающие направления ветров у западного побережья Среднего Каспия, по данным за период 1949—1953 гг., см

Пункты	Нагон	Сгон	Преобладающие направления ветров, вызывающих колебания уровня	
	%	%	нагон	сгон
Махачкала	44,2	47,6	СЗ, СВ, В	С, СВ
Низовая пристань	61,9	23,8	Ю, ЮВ	С, СЗ
Сумгаит	32,2	54,8	С, СВ	Ю, ЮВ
о-в Артема	53,0	41,0	С, СЗ	Ю, ЮВ

мелководной, вытянутой к востоку полосой отмелей, рифов и островов; северо-западный ветер создает в общем случае сгон у северного побережья Дагестана и нагон у южного, с максимумом в Сумгаите; юго-восточный ветер вызывает нагон в Махачкалинском районе и сгон у Сумгаита.

Таблица 4

Максимальные величины сгонов и нагонов у западных берегов Среднего Каспия

Пункты	Нагон	Сгон	Амплитуда
	см		
Махачкала	100	65—70	165—170
Низовая пристань	60	37	97
Сумгаит	67	65	132
о-в Артема	90	66	156

Для всего рассматриваемого побережья вообще характерны кратковременные колебания уровня небольшой амплитуды. В Апшеронском районе сгоны и нагоны бывают в среднем 3—5 раз в месяц (в зимний период). Продолжительность сгона или нагона — в среднем до суток.

ВЫВОДЫ

1. Зависимость сгонов и нагонов от гидрометеорологических условий весьма сложна и иногда приводит к таким явлениям, когда при одном и том же ветре в одном и том же пункте могут наблюдаться как сгоны, так и нагоны.

2. Повторяемость нагонов у западного побережья превосходит сгоны, причем средняя повторяемость нагонов для всего рассматриваемого района составляет около 49%, сгонов — до 40%.

3. Наибольшая величина повышения уровня за указанный период — 67 см, понижения уровня — 65 см.

А. А. Мадат-Заде

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИЕ ПОЛЕ ВЕТРА НА КАСПИЙСКОМ МОРЕ

Типизация атмосферных процессов произведена на основании сборно-кинематических карт, анализа ежедневных синоптических карт и карт барической топографии. При типизации атмосферных процессов был использован синоптический архив Управления гидрометеорологической службы (УГМС) Азербайджанской ССР и Центрального института прогнозов за период с 1928 по 1953 г. В результате было установлено 13 основных типов атмосферных процессов, обуславливающих различные поля ветров на Каспийском море. Некоторые типы были затем обобщены. В результате получено 9 карт полей ветров.

I тип характеризуется в основном распространением континентального арктического воздуха из районов северо-западной Азии, Карского и Баренцова морей в район Каспийского моря. Этот тип наблюдается редко, главным образом зимой. Преобладающими направлениями ветров при действии этого типа являются северное и северо-восточное. При этих атмосферных процессах почти всегда по всему морю наблюдаются сильные и штормовые ветры, особенно над районом Апшерона. Скорость ветра над Каспием при этом типе нередко усиливается до 18—20 м/сек, а на западном побережье Среднего Каспия иногда достигает 25—30 м/сек и более (рис. 1, а).

II тип характеризуется распространением морского арктического воздуха из района Гренландии и Норвежского моря через Скандинавию и Европейскую территорию Союза в район Каспийского моря. Сравнительно с первым этот тип наблюдается чаще; повторяемость в течение года распределяется более или менее равномерно, но в зимние месяцы вероятность несколько больше. II тип в холодное время года отличается большей интенсивностью, с более сильными ветрами, чем в другие сезоны. При этом типе над морем господствуют северные и северо-западные ветры. Сильные и штормовые ветры наблюдаются в основном в средней части моря, где скорость ветра может достигать в северной части моря 20 м/сек, в районе Махачкалы 25—30 м/сек, в районе Апшерона 30—35 м/сек (рис. 1, б).

III тип характеризуется распространением морского умеренного воздуха с Атлантического океана (Азорский максимум) и наблюдается в течение всего года, но чаще в теплое время. Этот тип разделяется на два подтипа.

1-й подтип характеризуется распространением воздушных масс из района северной части Атлантического океана через Центральную Европу в район Каспийского моря. Он характерен для холодного времени года. В северной части Каспия преобладают западные и северо-западные ветры, в средней части — северо-западные, в южной части — северные ветры

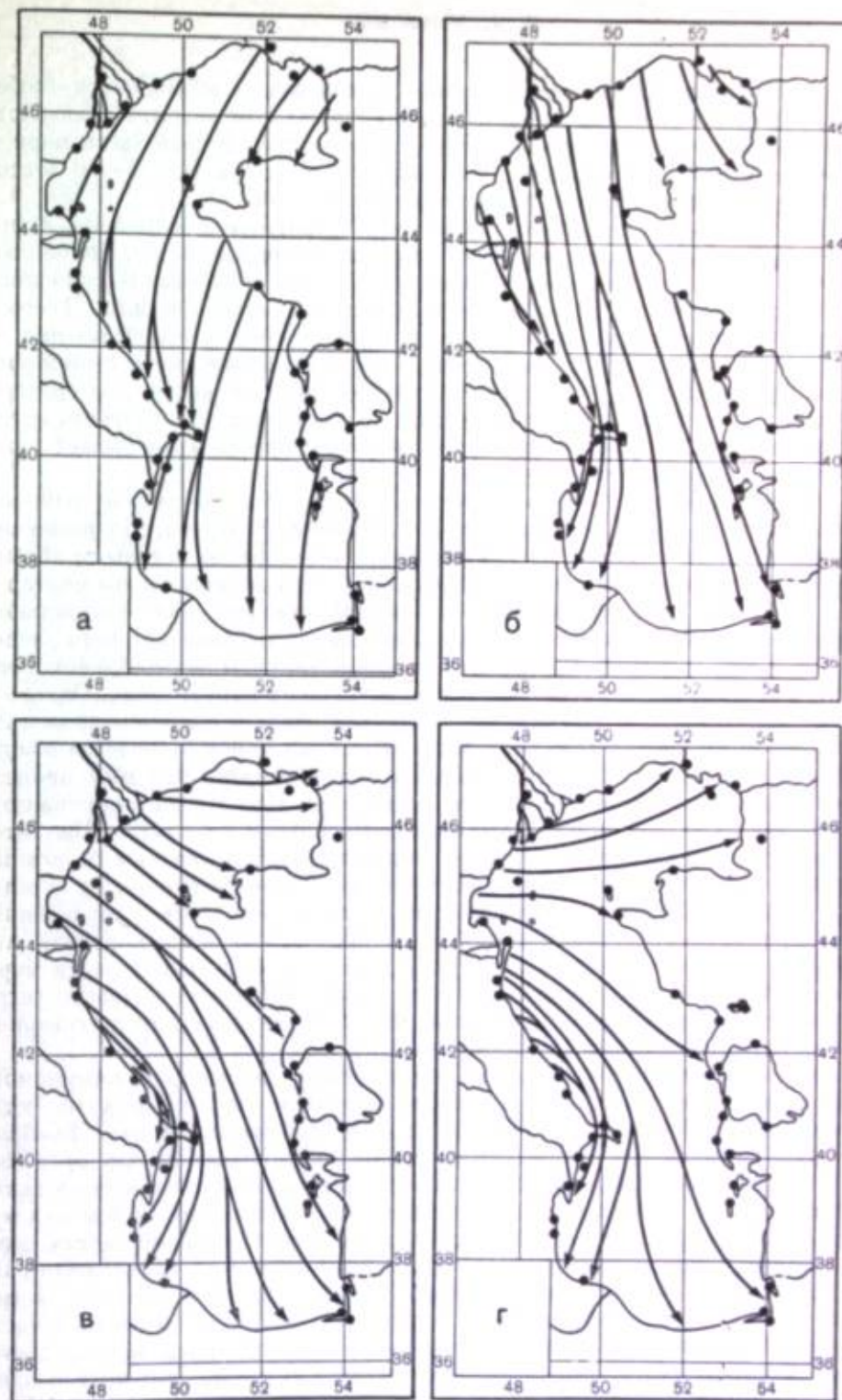


Рис. 1. Поле ветров при I, II, III типах

а — I тип (холодное время года); б — II тип (холодное время года); в — 1-й подтип III типа (теплое время года, повторяемость частая); г — 2-й подтип III типа (теплое время года, преимущественно летом)

главным образом в южной и средней частях моря; особенно часты они в районе Апшерона, где скорость их доходит до 20—25 м/сек, в остальных же районах моря составляет 12—18 м/сек. Этот тип наблюдается в течение всего года, но интенсивные атмосферные процессы характерны только для холодного времени (рис. 2, б).

VI тип. Его развитие обусловлено образованием над юго-восточной частью Европейской территории Союза и над Южным Уралом области высокого давления или установлением здесь отрога Сибирского максимума. Над южными районами (Закавказьем, Северным Ираном и югом Средней Азии) располагается область относительно пониженного давления. При таком расположении барических систем над Каспием отмечаются большие барические градиенты, особенно в средней и северной частях моря, и развиваются сильные ветры, причем господствующими направлениями являются северо-восточное и восточное. На узкой полосе западного побережья Среднего Каспия (район Махачкалы) вследствие влияния орографии преобладают юго-восточные ветры. Чаше всего сильные штормовые ветры наблюдаются в северной части Среднего Каспия; к югу повторяемость штормовых ветров уменьшается; при этом в южной части моря лишь очень редко наблюдаются сильные восточные ветры. Штормовые ветры большой силы бывают в северной части Среднего Каспия в районе Форта Шевченко, Махачкалы, Чечня, где максимальная скорость ветра доходит до 25—30 м/сек. В районе Апшерона максимальная скорость ветра не превышает 15—16 м/сек (рис. 2, в).

VII тип характеризуется образованием области высокого давления над Средней Азией. Над Кавказом в это время отмечается относительно пониженное давление, что способствует переносу воздушных масс с востока на запад, т. е. из районов Средней Азии через море на Кавказ. При этом над Каспийском морем преобладают ветры южного и юго-восточного направлений, в основном в зимние месяцы (рис. 2, г).

Установленные согласно указанной типизации атмосферные процессы можно разделить на две группы.

К первой группе относятся процессы, обуславливающие вторжение на Каспий холодных масс арктического или холодного континентального воздуха умеренных широт. По указанному принципу к ней следует отнести: I тип — «Вторжение на Каспий масс континентального арктического воздуха, сформировавшегося в антициклон в районах Карского и Баренцева морей», II тип — «Вторжение морского арктического воздуха из районов Гренландии и прилегающей части Ледовитого океана», а также VI тип — «Вторжение холодного континентального воздуха из умеренных широт на юго-восток Европейской территории Союза».

При всех указанных типах атмосферных осадков на море развиваются сильные северные ветры, т. е. все они обуславливают установление поля северных ветров. Приносимые северным потоком воздушные массы обычно обладают более низкой температурой. Поля северных ветров наиболее активно воздействуют на режим остальных метеорологических и гидрологических элементов.

Для Северного Каспия поля северных ветров при отмеченных типах в период ноябрь — январь имеют особое значение как льдообразующие факторы. В подавляющем большинстве случаев ледостав на Северном Каспии связан именно с действием указанных выше типов атмосферных процессов, отнесенных нами к I группе. При атмосферных процессах этой группы создаются наиболее благоприятные условия для льдообразования: низкая температура, сгон воды к югу и распространение льдов к югу. В распространении льда к югу (на район Апшерона) первостепенную роль

играет своеобразие синоптических процессов, происходящих над юго-восточной частью Европейской территории Союза, а не низкая зимняя температура. Анализ материалов многолетних наблюдений показал, что при одинаковых температурных условиях (зимой 1953/1954 г.), даже при более низкой суммарной температуре и аналогичном состоянии льдов на Северном Каспии, на район Апшерона льды не распространялись. Таким образом, здесь поле ветра играет основную роль. Продвижение льда на Средний и Южный Каспий связано с исключительно устойчивым и своеобразным полем ветров. Эти явления, т. е. перемещение льда на районы Апшерона, отмечаются очень редко. Можно смело сказать, что такое количество льда над районами Апшерона, какое отмечалось в 1953—1954 гг., наблюдается один раз в 100 лет, хотя суровые зимы как на Северном Каспии, так и над Апшероном наблюдаются значительно чаще. К этой же группе можно отнести III тип — «Действие азорского максимума» и V тип — «Выход южного циклона», при которых над Каспием также устанавливается поле ветров северного направления.

Вторая группа типов атмосферных процессов характеризуется полем ветров южных направлений, которые обуславливают засушливую погоду, связанную с вступлением на Каспийское море масс теплого воздуха. Действие типов указанной группы сопровождается установлением полей ветров юго-западных, южных и юго-восточных направлений. К этой группе относятся тип IV — «Развитие циклонической деятельности над юго-востоком Европейской территории Союза при наличии высокого давления над югом» и VII тип — «Действие Среднеазиатского антициклона при одновременном развитии области пониженного давления над Черным морем и Кавказом». При развитии IV типа, вызванного выносом из районов Малой Азии, Ирана, Ирака и даже Аравии теплых воздушных масс, которые обуславливают поле ветров южного и юго-западного направлений, не наблюдается такой четкой картины определенного поля ветров в приземном слое вследствие воздействия подстилающей поверхности, искажающей поток, и последний можно обычно обнаружить лишь на высоте порядка 2—3 км. Наиболее четко выраженное поле южных ветров этого типа наблюдается в холодное полугодие, когда южные ветры захватывают по крайней мере всю западную часть моря, хотя над восточной в это время могут дуть ветры других направлений.

Немалый интерес представляют катастрофические явления, наблюдавшиеся весной 1954 г., когда сильные восточные ветры нагнали воду, затопившую огромные участки пастбищ на Черных землях, причинив огромный ущерб народному хозяйству. В это время мощный отрог Сибирского максимума простирался над Казахстаном; над югом в это время располагалась область пониженного давления. Одновременно отмечался выход глубокого южного циклона с Черного моря на Северный Кавказ. Отмеченные обстоятельства обусловили над Каспийским морем мощное поле ветров восточного и юго-восточного направлений большой продолжительности. Скорость ветра над Средним и Северным Каспием составляла 20—25 м/сек и более (достигая ураганной силы), что способствовало нагонным явлениям в северо-западной части Каспия.

Исследование и прогнозирование полей ветров имеет большое народнохозяйственное значение. Нередко вследствие действия ветров народное хозяйство несет огромный ущерб, в отдельных же случаях ветры приводят к большим катастрофам, бедствиям и даже человеческим жертвам. Во избежание этого необходимо более детальное изучение полей ветров и обуславливающих их атмосферных процессов с целью заблаговременного прогноза состояния атмосферы.

Н. Я. Миронова

СТОК В ЗАЛИВ КАРА-БОГАЗ-ГОЛ И ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПРОЛИВА И ЗАЛИВА

Значение залива Кара-Богаз-Гол для народного хозяйства СССР общеизвестно.

Гидрологический режим залива — его глубины, уровень, соленость и т. д. — определяется стоком воды Каспийского моря в залив. Уменьшение стока рек в Каспийское море привело к снижению его уровня более чем на 2,5 м и к уменьшению стока в залив. Уровень в заливе упал на 4,5 м, и это повысило соленость его вод, которая возросла до 30‰, что привело к резкому ухудшению условий добычи сульфата натрия.

До 1940 г. сток в залив зависел от высоты стояния уровня Каспия: высокий расход воды в проливе соответствовал высокому уровню моря (рис. 1). С 1941 г. эта связь нарушилась: при том же уровне проходил больший расход, затем при понижающемся уровне моря сток в залив начал увеличиваться (рис. 2).

Если уровень моря падает быстро, то эрозионные процессы не успевают развиваться, и вследствие уменьшения глубины на входе в пролив сток в залив понижается. Если же уровень моря падает, останавливаясь на некоторых горизонтах, то эрозионные процессы успевают разработать дно пролива, и сток в залив увеличивается. Так, в 1940 г. сток в залив составлял 6,5 км³, а в 1949 г. достиг 14 км³ в год при том же уровне.

Систематические наблюдения над стоком воды в залив начались с конца 1921 г. и продолжаются до настоящего времени. За это время сток в залив уменьшился с 25,8 км³ (1929 г.) до 6,0 км³ (1939 г.); к 1947 г. сток достиг 13,4 км³, в 1948—1952 гг. он несколько стабилизировался, составив 12—14 км³ в год. С 1953 г. сток вновь начал уменьшаться, в 1956 г. составил 8,0 км³.

Изменение связи расходов воды с уровнем моря можно объяснить увеличением разности уровней моря и залива. В 1921 г. она равнялась 0,44 м, в 1947 г. увеличилась до 3,17 м, а в 1955 г. разность составляла уже 3,80 м. Следствием этого явилось увеличение скорости течения в проливе и размыв его дна.

По прогнозу Института океанологии АН СССР, уровень Каспийского моря как в силу климатических причин, так и в результате деятельности человека упадет к 1960 г. еще на 30—60 см, или в среднем в год на 7—13 см (при обеспеченности 50 и 95%). В 1955 и 1956 гг. наблюдалось значительное уменьшение стока в залив вследствие обмеления на входе в пролив, где наблюдается рост кос под влиянием морских течений и волнения. В настоящее время глубины на входе в пролив лимитируют сток в залив.

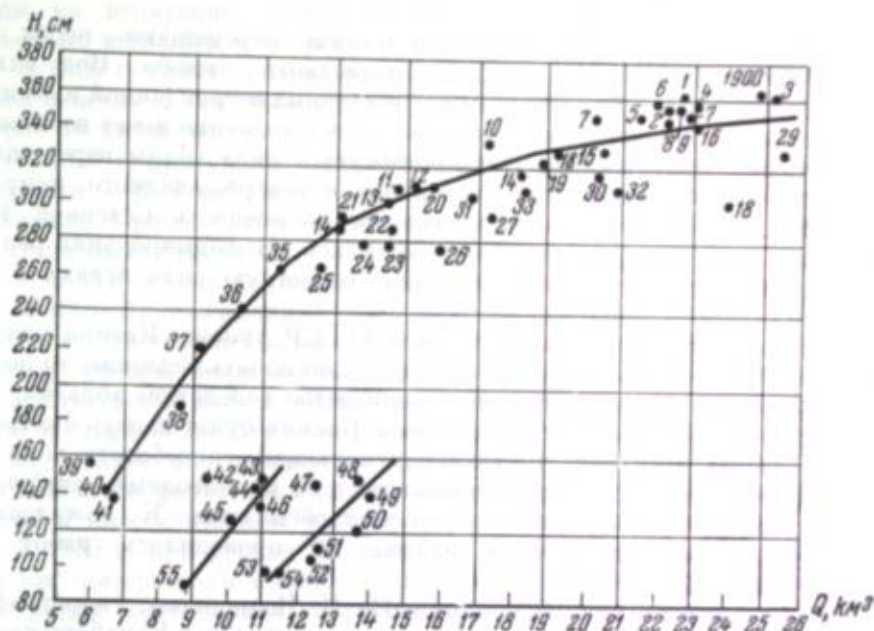


Рис. 1. Связь уровня Каспийского моря со стоком в залив Кара-Богаз-Гол.
H — уровень моря по бакинскому футитону; Q — сток в залив.
Цифрами у точек обозначены годы.

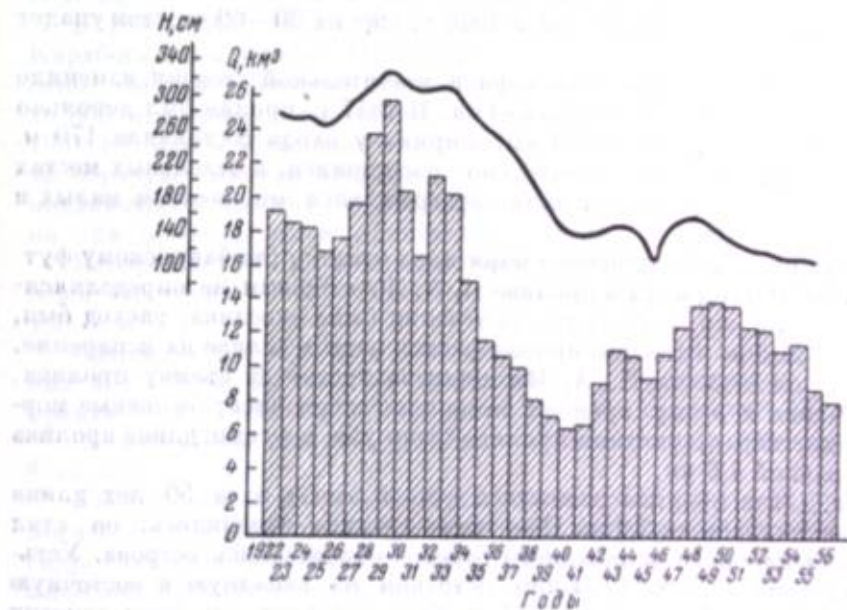


Рис. 2. Сток в залив Кара-Богаз-Гол и ход уровня Каспийского моря.
H — уровень моря по бакинскому футитону; Q — сток в залив Кара-Богаз-Гол.

В рассматриваемом районе волны и течение перемещают песок по дну, способствуя изменению рельефа подводного склона. Под влиянием господствующих в Кара-Богаз-Голе восточных ветров (зимой и осенью часто с южной составляющей) развиваемое здесь волнение имеет восточное и юго-восточное направления. Наносодвижущая сила волны перемещает материал вверх по склону; волны северного и северо-западного направлений откладывают несомый материал на оконечность Северной Карабогазской косы, которая заметно изменилась. В формировании рельефа подводного склона, помимо волнения, известную роль играют и течения.

По прогнозу Института океанологии АН СССР, уровень Каспия упадет к 1970 г. еще на 1—2 м. Если уровень моря будет падать медленно, то песок дна, имеющийся всегда в достаточном количестве вследствие абразии, будет сноситься на косу. Если же уровень Каспия будет падать быстро и на значительную величину, то транспортирующая способность волн не сможет перемещать материал: задержавшись на мелководных участках, он будет способствовать их окончательному обсыханию. К сожалению, в этом интересном и важном районе не проводилось работ по изучению динамики берегов.

В 1921 г. участником экспедиции Н. И. Подкопаева, гидрографом Ф. Ф. Федоровым, были произведены промеры подходов к Карабогазскому проливу. За 34 года (с 1921 по 1955) глубины уменьшились. Значительное снижение глубин происходило при постепенном падении уровня моря. Поэтому падение уровня Каспия к 1970 г. на 1—2 м может вызвать естественное отчленение залива от моря. Намечавшаяся за период 1947—1956 гг. тенденция к падению стока в залив позволяет предполагать, что при падении уровня к 1960 г. еще на 30—60 см сток упадет до 5—6 км³ в год.

Падение уровня Каспийского моря в значительной степени изменило облик пролива и залива Кара-Богаз-Гол. В 1847 г. пролив был довольно широк, длина его равнялась 2,9 км, ширина у входа составляла 170 м. В устьевой части пролив значительно расширился, в отдельных местах глубина уменьшалась; выход в залив преграждался множеством малых и низменных островков.

В 1847 г. уровень Каспийского моря имел отметку (по бакинскому футштоку) 353 см. Расход воды в проливе И. А. Жеребцовым не определялся, но надо полагать, что, хотя скорость течения была невелика, расход был достаточно большим и компенсировал расход воды в заливе на испарение.

В 1864 г. экспедиция Н. А. Ивашинцева произвела съемку пролива. Уровень Каспия к этому времени несколько понизился; основные морфометрические характеристики пролива были уже другими: длина пролива оказалась равной 4,5 км,

В 1897 г. длина пролива равнялась уже 5,5 км, т. е. за 50 лет длина пролива увеличилась на 2,6 км. Очертания пролива изменились: он стал шире, вдоль восточного и западного берегов образовались острова. Устьевая часть разделялась большим островом на западную и восточную протоки. Уровень Каспия в 1897 г. был высоким: он имел отметку по бакинскому футштоку 360 см. Сток воды в залив, определенный И. Б. Шпидлером, составлял 17,9 км³ в год. Эту цифру он и принял за величину годового испарения (в слое воды 1000 мм).

В 1921—1923 гг. на Кара-Богаз-Голе работала экспедиция Н. И. Подкопаева. Наряду с изучением залива экспедиция обследовала также и пролив. Уровень Каспия к этому времени понизился до 291 см (против 360 см в 1897 г.). Сток в залив составлял 18 км³, компенсируя потери воды в за-

ливе на испарение. Длина пролива достигла уже 6,7 км. Пролив был довольно широким, с островами вдоль берегов.

В 1926 г. длина пролива достигала 6,8 км. Уровень Каспийского моря имел отметку 273 см по бакинскому футштоку; сток в залив составлял примерно 18 км³ в год.

В 1929 г. при уровне Каспийского моря 327 см сток в залив был наибольшим — 25,8 км³. В проливе в то время было большое количество островов. Пролив имел неширокий рукав на восточном берегу. Общепотоки были судоходны.

В 1933 г. пролив удлинился до 6,9 км. Таким образом, за время с 1847 по 1933 г. (86 лет) длина пролива увеличилась на 4 км; ширина также уменьшилась до 260 м. При уровне Каспия 308 см сток в залив равнялся 20,2 км³, т. е. высокому уровню моря соответствовал значительный расход в проливе. Разность уровня моря и залива была небольшая; в устьевой части пролива хотя и существовал бар, но пролив был судоходен, так как в залив можно было входить попеременно то через левую, то через правую протоку. На изменение фарватера влияли скорость течения, направление и скорость ветра и высота стояния уровня моря.

В 1939 г. при уровне Каспийского моря 163 см сток в залив упал до 6,1 км³; потери воды в заливе на испарение уже не компенсировались, концентрация солей залива увеличилась до 28,80‰; в заливе началась садка поваренной соли.

В 1946 г. работами Каспморпроекта было установлено увеличение длины пролива до 8,0 км, ширина у входа в пролив составляла 160 м.

Далее уровень моря упал до 141 см, но сток в залив вследствие увеличения разности уровня моря и залива возрос по сравнению с 1939 г. до 10,8 км³.

В 1950—1952, 1955 и 1957 гг. гидрологический режим пролива изучался Карабогазским отрядом Института океанологии АН СССР. Было установлено, что длина пролива составляет 9 км, ширина его колеблется от 120 до 300 м. Основной проток имеет ширину примерно 120 м (по измерению 1951 г.). Здесь образовался водопад высотой около 1,6 м. Порог водопада образуют выходы твердых пород, суглинки и известняки, с трудом поддающиеся размыву. Эти выходы разделяют пролив в устьевой части на три протоки: левую, правую и основную.

Измерения 1951 г. показали общую ширину бара в 281,4 м, ширину левой протоки — 90,0 м, правой — 35,0 м, ширину основной протоки — 120,2 м.

Общий расход воды по наблюдениям 10 сентября 1951 г. на баре составил 404 м³/сек. Из них на левую протоку приходилось 68 м³/сек, на правую — 4 м³/сек. Расход основной протоки составлял 333 м³/сек.

За водопадом ширина пролива постепенно увеличивается, достигая 8 км 550 м.

Уменьшение стока в залив повлекло за собой резкое изменение гидрологического режима залива, что, в свою очередь, обусловило нарушение гидрохимического режима и вместе с тем изменило принятые нормы технической эксплуатации залива.

В результате резкого понижения глубины изменился термический режим залива: распределение температуры по вертикали от поверхности до дна стало более однородным даже в летнее время, так как при незначительной глубине происходят перемешивание и прогрев всей толщи воды. В 1930 г. А. И. Михалевский, произведя гидрологические работы в заливе, отмечал значительное понижение температуры воды в придонных слоях.

Температура рапы вообще очень высокая. Так, если в зоне выклинивания морской воды температура в летнее время равняется $20-22^{\circ}$ на поверхности, то по мере удаления от пролива температура на поверхности рапы увеличивается в среднем на $3-5^{\circ}$, причем почти везде она выше температуры воздуха. Уменьшение стока привело к сокращению площади и объема залива. В настоящее время площадь Кара-Богаз-Гола равняется $13\ 000\text{ км}^2$ против $18\ 346\text{ км}^2$ в 1897 г., т. е. уменьшилась на 29%.

Береговая линия залива отошла далеко от прежней. В юго-восточном районе величина отступления берега наибольшая: до $20-25\text{ км}$. Далее к северу урез воды идет вдоль старого берега на расстоянии $3-5\text{ км}$, а у б. пос. Чагала величина отступления увеличивается до $10-12\text{ км}$.

Такие значительные величины отступления уреза объясняются также и выбросами на берега соли под действием волнения. Обмеление залива в отдельных местах возможно и за счет нарастания дна при интенсивной кристаллизации солей. Возможно, что летом происходит неполное растворение зимней садки мирабилита. Там, где берег отступил, он покрыт довольно мощным, ровным, плотным слоем соли.

Сокращение площади залива вызвало соединение о-ва Тараба с сушей, полное осушение мелководного залива Советского, который представляет собой шор из плотной торосистой соли. Полностью высохла Кургузульская бухта.

Значительные изменения объема залива Кара-Богаз-Гол привели к резкому нарушению его гидрохимического режима. В 1939 г. соленость рапы повысилась настолько, что рассол залива достиг состояния насыщения поваренной солью и выделения ее в твердую фазу. В настоящее время соленость залива очень велика, составляя около 30%, что в 23 раза превышает соленость каспийской воды.

А. С. Пахомова

ИЗМЕНЕНИЕ ГРУНТОВ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ В СВЯЗИ С ПАДЕНИЕМ УРОВНЯ МОРЯ

На основе исследований всего Северного Каспия, проведенных в 1953—1954 гг. Государственным океанографическим институтом (ГОИН) при участии Волжской устьевой станции, а также анализов проб грунтов, собранных в 1954 г. Каспийским филиалом ВНИРО, была составлена новая карта грунтов северной части Каспийского моря, которая показала существенные изменения в составе и распределении донных отложений.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСАДКОВ

В настоящее время в Северном Каспии отмечены все типы грунтов, которые наблюдались до 1940 г. (прежние данные), но состав и распределение их значительно изменились. Большая площадь дна (около 78%) покрыта крупнозернистыми грунтами: песком, песком с ракушей и ракушечником, остальная — истыми отложениями: истым песком, песчаным илом и илом. Характерной особенностью грунтов является наличие в них большого количества ракуши, которая часто служит их основной составной частью, и только пропитана истым материалом, как бы цементирующим ее.

Наиболее распространенными типами грунта являются песок и песок с ракушей, покрывающие огромные площади дна в предустьевых пространствах дельты Волги и Урала до свала глубин и до Уральской бороздины. Обширная площадь мелководья на восток от Уральской бороздины и около о-ва Кулалы также сложена песком с ракушей. Ближе к свалу глубин отложены грубо отсортированные песчано-ракушечные грунты, в которых содержание песчаной и крупноалевритовой фракций почти одинаково. За линией свала глубин распространен ракушечный грунт с очень незначительной примесью терригенного материала.

Из мелкозернистых отложений северной части Каспийского моря наиболее распространен песчаный ил. На малых глубинах он сменяется истым песком, который является переходным типом осадка от песчаного ила к песку. Ил встречается редко и небольшими участками в глубоких местах с относительно спокойным гидрологическим режимом. В восточной части Северного Каспия истые осадки отмечены в Уральской бороздине и Мангышлакском заливе и в западной части — в районе о-ва Тюленьего. В составе осадков всех типов, за исключением ила, преобладающее значение имеет крупный алеврит, как бы выражающий природную основу донных отложений Северного Каспия. Характеристика грунтов всего Северного Каспия и отдельных его районов, а также выносимых реками взвешенных частиц, приведена (в %) в табл. 1.

Таблица 1

Механический состав осадков (средние данные) *

Осадок	Слой положи	Фракции, мм					Количество по стан- ции
		>1,0	1,0-0,1	0,1- 0,05	0,05- 0,01	<0,01	
I. По всему Северному Каспию							
Песок хорошо сортированный при- брежный	Средняя проба	(3,8)	3,4	93,6	1,6	1,4	18
Песок с небольшой примесью ракушки	То же	(13,8)	16,6	79,2	2,0	2,2	48
Песок с большим количеством ракушки	"	(23,7)	33,5	61,0	3,0	2,5	22
Ракушка с песком (песчано-ракушеч- ный грунт)	"	(27,7)	48,6	46,0	2,5	2,9	6
Оолитовый песок	"	(17,2)	98,5	1,0	0,1	0,4	1
Мелнобитая ракушка	"	(17,7)	85,3	8,5	2,5	3,7	2
Илистый песок	Верх	(19,8)	26,1	58,9	7,8	7,2	46
	Низ	(10,5)	10,2	70,9	11,2	7,7	12
Песчанистый ил	Верх	(15,6)	19,5	46,3	16,0	18,2	58
	Низ	(11,0)	9,6	53,4	18,6	18,4	30

II. Уральская бороздина

Илистый песок	Верх	(34,3)	39,5	49,0	3,4	8,1	6
Песчанистый ил	Верх	(21,9)	34,0	36,2	9,4	20,4	7
Ил	Верх	(17,8)	12,6	24,1	24,2	39,1	4
Ил	Низ	(1,2)	1,2	24,8	25,4	48,6	6

III. Мангышлакский залив

Песок	Верх	(9,9)	14,0	78,0	3,9	4,1	3
Илистый песок	Верх	(24,5)	27,3	56,0	10,0	6,7	4
Песчанистый ил	Верх	(20,2)	15,0	48,5	17,5	19,0	13
Ил	Верх	(6,5)	3,2	29,2	27,0	40,6	9
Ил	Низ	(2,3)	4,3	25,2	27,0	43,5	7

IV. Западная часть Каспия

Песок	Верх	(8,1)	8,4	87,9	1,9	1,8	17
Илистый песок	Верх	(7,6)	16,7	64,9	11,4	7,0	14
Песчанистый ил	Верх	(2,2)	2,3	49,8	29,5	18,4	14
Ил	Верх	(0,2)	0,4	15,4	45,2	39,0	3

V. Механический состав взвешенных веществ

Волга (Бахтемир на выходе в море).	—	Нет	0,6	20,4	42,7	36,3	—
Терек (у стан. Каргалинской)	—	Нет	0,4	30,5	35,8	33,3	—
Урал (на выходе в море)	—	Следы	0,7	9,8	40,9	48,6	—

* Механические анализы произведены методом отмучивания с контролем величины зерна под микроскопом. Фракции > 1,0 мм не входят в 100%.

Предустьевое пространство дельты Волги находится под непосредственным воздействием речных выносов и является областью накопления терригенных алевритовых осадков с преобладанием в своем химическом составе алюмосиликатного комплекса (до 95%) и с малым содержанием подвижных компонентов. Содержание карбонатов в осадках относительно невелико: около 20% CaCO₃.

В юго-западной части Северного Каспия можно выделить два района, характеризующихся разными источниками питания осадочным материалом. Первый район расположен к северу от о-ва Тюленьего. Сюда, особенно в период подъема паводка и в самый паводок, направляется основной сток волжской воды. Второй район, расположенный к югу от о-ва Тюленьего, находится под влиянием выносов Терека. В зоне влияния речного стока отлагаются илистые осадки, обогащенные растворимыми соединениями алюминия, железа, марганца и магния. Сопоставление осадков этих районов со взвешенными веществами Волги и Терека наглядно показывает сходство между ними как по механическому, так и по химическому составу (табл. 1 и 2).

Таблица 2

Химический состав донных осадков западной части Северного Каспия (средние данные) и взвешенных веществ Волги и Терека (%)

Компоненты	Осадки района влияния Волги	Взвешенные вещества Волги	Осадки района влияния Терека	Взвешенные вещества Терека
Не растворимый в 10%-ном HCl остаток	65,300	74,730	68,510	69,500
Al ₂ O ₃	5,570	6,350	4,280	4,300
Fe ₂ O ₃	3,570	5,760	3,140	4,380
CaO	7,540	1,930	9,760	8,110
MgO	2,180	2,080	1,570	1,470
Mn	0,085	0,126	0,056	0,130
Фракции < 0,01 мм	32,700	34,100	17,800	33,300

Дно центральной части Северного Каспия, расположенной к югу от свала глубин, между Жемчужными банками и о-вом Кудалы, покрыто ракушей, иногда с незначительной примесью кварцевого песка. Это — обширная область преимущественно биогенной аккумуляции. В восточной половине центрального района широко распространен оолитовый песок. Его образование связано с химическим осаждением углекислых солей из пересыщенной ими морской воды в условиях высокой гидродинамической активности. Естественно, что такие грунты почти нацело состоят из карбонатов. Нерастворимый в кислоте остаток часто составляет всего около 1%. Наблюдается высокое содержание магния в оолитовом песке (больше 2%); это указывает на выпадение из раствора, кроме CaCO₃, также и MgCO₃.

Осадки восточной части Северного Каспия имеют одну общую черту: высокую карбонатность. Этим они резко отличаются от рассмотренных осадков предустьевое пространства дельты Волги и юго-западной части Северного Каспия. Количество окиси кальция в исследованных нами образцах поверхностного слоя грунта достигает 33,05% CaO, что соответствует 59,02% CaCO₃ (сюда не входят обломки ракушки размером > 1,0 мм).

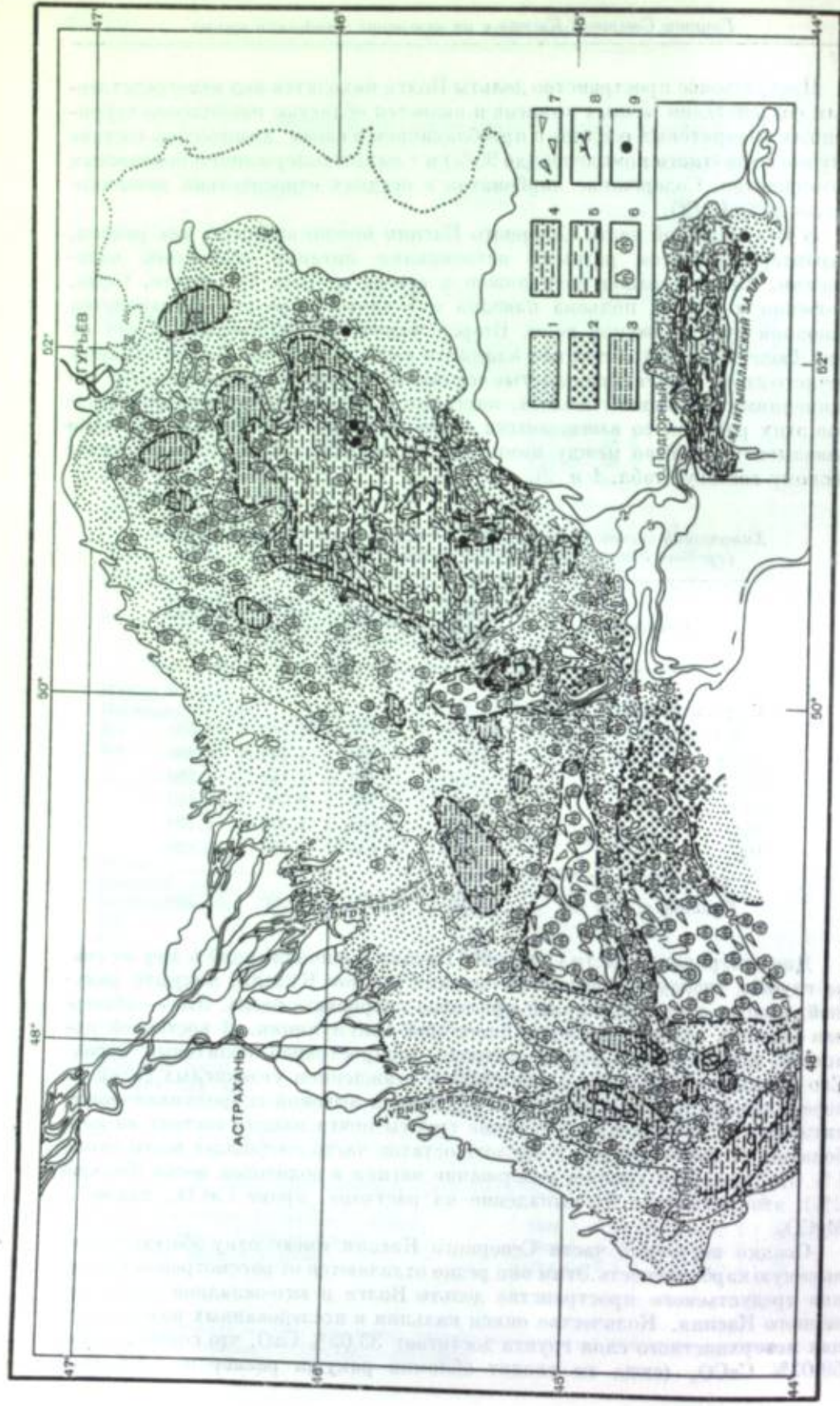


Рис. 1а. Грунтовая карта северной части Каспийского моря (по данным 1954 г.).

1 — пылеватый песок; 2 — крупный песок; 3 — илистый песок; 4 — илистый песок; 5 — ил; 6 — ракушка; 7 — битая ракушка; 8 — водоросли; 9 — границ

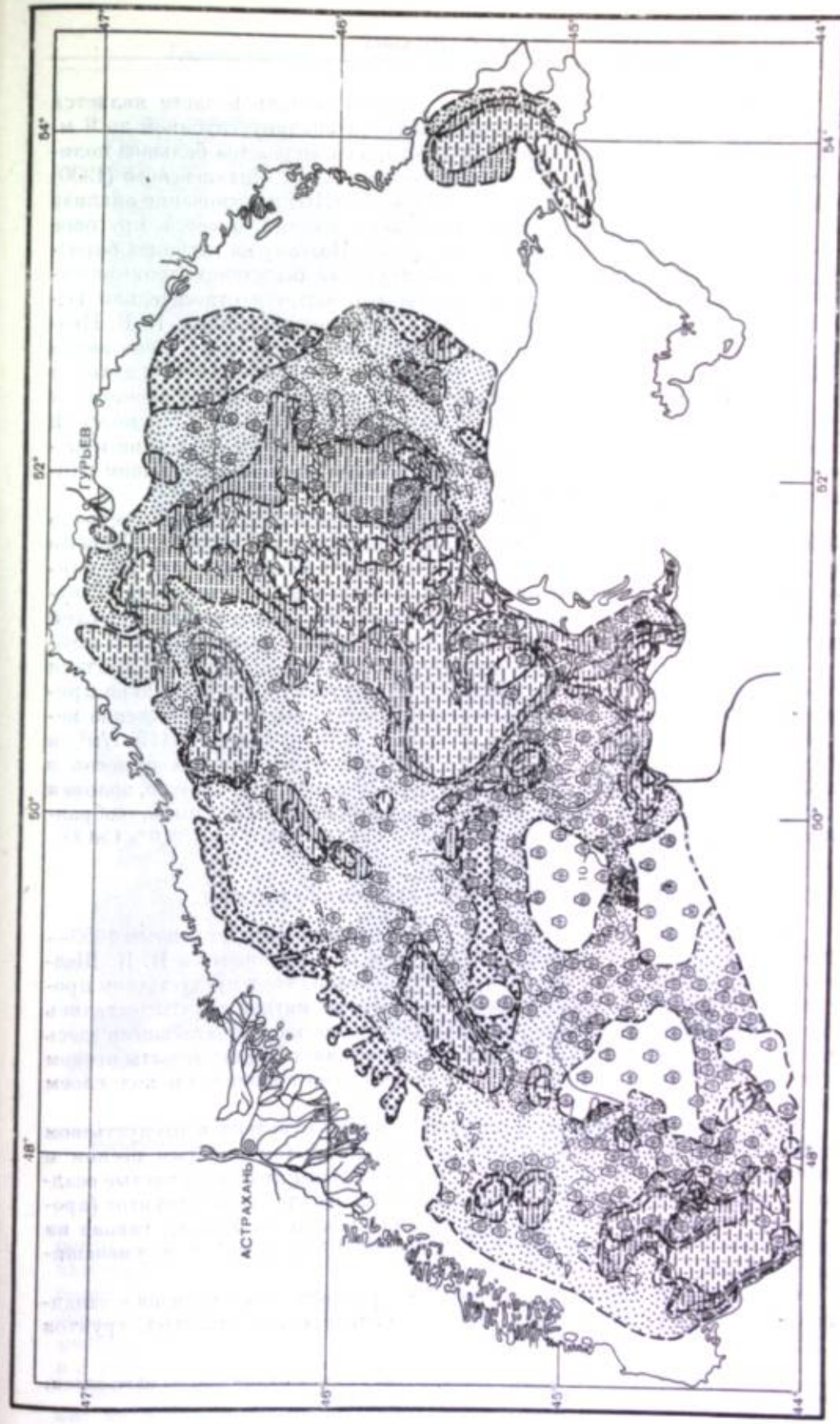


Рис. 1б. Грунтовая карта северной части Каспийского моря (по данным 1940 г.).

Наиболее характерным элементом рельефа восточной части является Уральская бороздина, представляющая собой впадину глубиной до 9 м. Дно ее покрыто истыми осадками, в которых содержится большое количество ракушечного детрита. По схеме течений А. И. Михалевского (1930) и по схеме, разработанной в последнее время в ГОИН на основании анализа полей ветра в восточной части Северного Каспия, имеется круговое течение с центром над Уральской бороздиной. Поэтому на глубинах бороздины создается затихшая зона, способствующая осаждению тонкозернистого материала. В Уральской бороздине наблюдается относительно высокая для Северного Каспия соленость. По последним данным К. И. Иванова, средняя величина солености восточной части Северного Каспия равна $7,4^{10}_{00}$. Летом соленость составляет $9-10^{10}_{00}$, в отдельных случаях доходит до 12^{10}_{00} . В Уральской бороздине и Мангышлакском заливе происходит усиленное выпадение углекислого кальция из пересыщенной им морской воды. Источником карбонатов могут служить до некоторой степени и выносимые уральской водой взвешенные вещества, которые, по нашим данным, содержат $23,46\% \text{ CaCO}_3$.

Немалое значение в осадкообразовании восточной части Северного Каспия имеют золотые выносы из среднеазиатских пустынь. Первые наблюдения над переносом атмосферной пыли в северной части Каспийского моря были произведены Б. А. Аполловым в 1925 г. в районе 12-фуртового рейда. По данным этого исследователя, здесь в год осаждался слой пыли толщиной 0,28 мм. Над Каспийским морем при восточных и юго-восточных ветрах иногда поднимается пыль, которая может держаться в воздухе по нескольку дней (мгла). С. В. Бруевич и М. П. Гудков приводят количественные показатели золотой пыли, выпавшей в течение нескольких дней в районе дельты Волги: в 1950 г. — около 115 г/м^2 , в 1951 г. — 31 г/м^2 . Это указывает на большую роль золотых выносов в процессе формирования осадков. По данным указанных авторов, золотая пыль содержит значительное количество карбонатов. Так, пыль, собранная в 1950 г., имела в своем составе $26,8\% \text{ CaCO}_3$, в 1951 г. — $32,9\% \text{ CaCO}_3$.

2. ИЗМЕНЕНИЕ ГРУНТОВ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

При сравнении грунтовой карты, составленной нами по данным 1953—1954 гг. (рис. 1, а), с картой, составленной П. Г. Поповым и В. К. Щедровым по сборам 1932—1940 гг. (рис. 1, б)¹, видно, что в предустьевом пространстве Волги в настоящее время отсутствуют мягкие грунты; остались только небольшие отдельные участки илистого песка. Отлагавшиеся здесь ранее тонкозернистые осадки (в основном песчанистый ил) покрыты песком и ракушей. Об этом свидетельствуют взятые нами колонки, где под слоем песка с ракушей лежит песчанистый ил (рис. 2).

Еще большее уменьшение истых осадков отмечено в предустьевом пространстве Урала, ранее почти сплошь покрытом истым песком и песчанистым илом. В 1953—1954 гг. здесь отмечены крупнозернистые осадки — песок и грубый илестый песок. Общая площадь мягких грунтов (против береговой линии от Волго-Каспийского канала до Урала), равная на карте 1940 г. 9 тыс. км², унала к 1954 г. до 1,8 тыс. км², т. е. уменьшилась в 5 раз.

Существенные изменения произошли в распределении грунтов в западной части Северного Каспия. Вместо концентрации истых грунтов

¹ Карты 1940 и 1954 гг. вполне сравнимы, так как они составлены по материалам, собранным и обработанным одной и той же методикой.

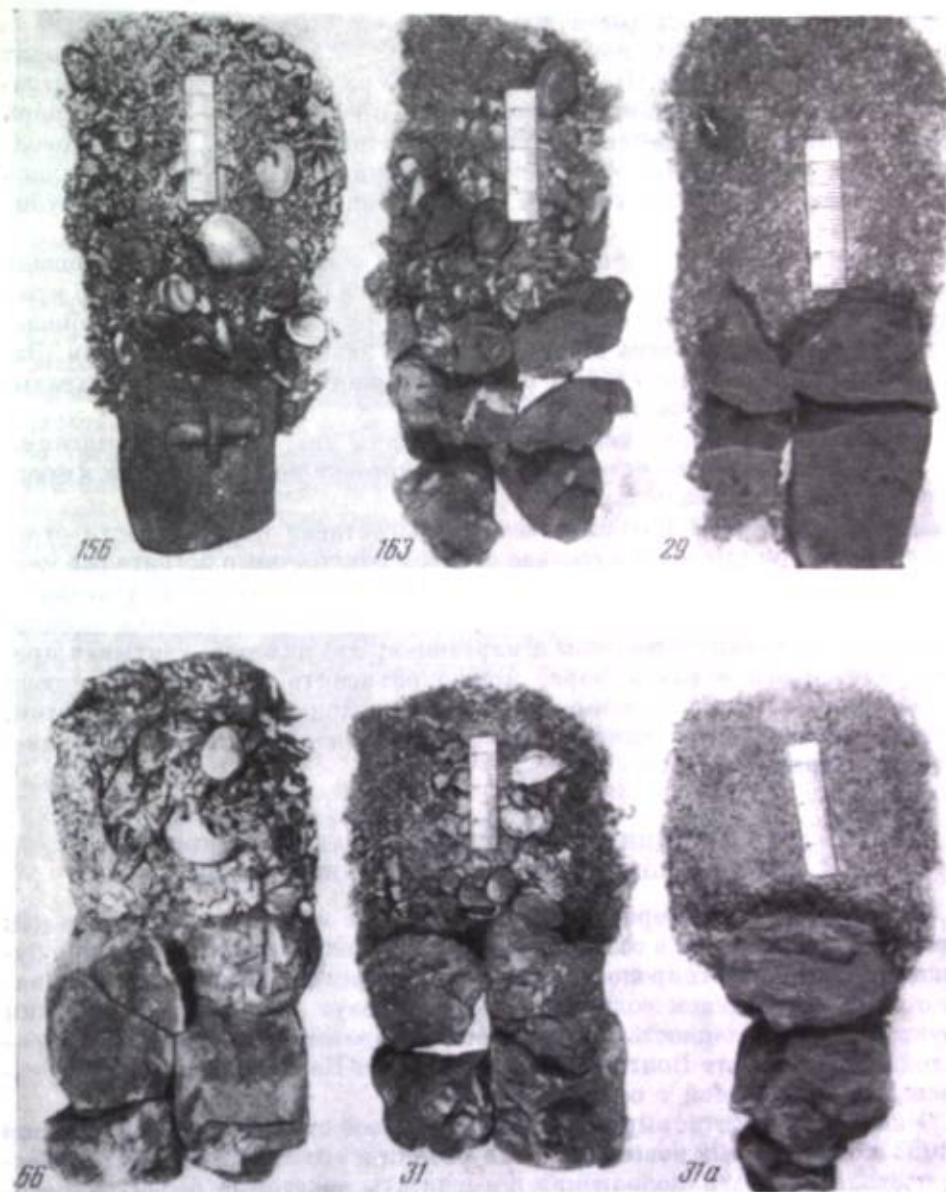


Рис. 2. Грунтовые колонки, взятые в предустьевом пространстве Волги. Под незначительным верхним слоем песка с ракушей залегают плотный однородный песчанистый ил и ил

Числа под колонками — номера станций

покруг о-ва Тюленьего, как это зафиксировано на прежней карте, наблюдаются отдельные участки илистого песка и песчанистого ила, смещенные более на восток. В некоторых местах, где раньше был илестый грунт, обнаружены накопления ракушечника. Площадь истых грунтов уменьшилась с 4,5 тыс. км² в 1940 г. до 2,4 тыс. км² в 1954 г., т. е. почти в 2 раза.

В Уральской бороздине и в настоящее время отлагаются илестые осадки, но площадь их значительно уменьшилась (приблизительно на $\frac{1}{2}$).

Особенно это коснулось восточной и северной частей. На карте 1940 г. илистый песок на востоке показан до глубин 2—2,5 м; сейчас он не выходит за пределы изобаты 5 м. На севере грунты Уральской бороздины смыкались с мягкими осадками предустьевого пространства Урала; теперь между ними протягивается песчано-ракушечная полоса. В глубоководной части вместо пяти отдельно разбросанных участков ила осталось два в южной половине впадины, приуроченные к наибольшим глубинам.

В Мангышлакском заливе илистые осадки занимали большую площадь его: они вдавались далеко на север и почти касались юго-восточного края Уральской бороздины. В настоящее время в результате сильного обмеления вся северная половина Мангышлакского залива покрыта песком. Заливание начинается только южнее о-вов Подгорного и Рыбачьего и захватывает глубоководную часть залива.

Во всех частях моря уменьшилась площадь дна, покрытого мягкими грунтами. Особенно это относится к придельтовой полосе Волги и к предустьевому пространству Урала.

Во всем Северном Каспии отмечено возрастание карбонатности отложений за счет увеличения в составе осадков ракушечного детрита (на мелководье) и пелитоморфного карбоната (на более глубоких участках). Осадки юго-западной части и Уральской бороздины обогатились подвижными компонентами — железом и марганцем. Это явление, учитывая продвижение берега в глубь моря, можно объяснить поступлением сюда речной воды с большей, чем раньше, концентрацией взвешенных частиц, а также усиленной коагуляцией взвесей в условиях повышенной значимости рН морской воды.

3. ТЕНДЕНЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ СОСТАВА ОСАДКОВ ПРИ ДАЛЬНЕЙШЕМ ПАДЕНИИ УРОВНЯ МОРЯ

Падение уровня Северного Каспия на 2—2,5 м вызвало изменение как в распределении, так и в составе осадков. Возможное падение уровня в будущем и колебания гидрологического и гидрохимического режимов в связи с зарегулированием волжского стока вызовут дальнейшие изменения грунтов и направленность процесса осадкообразования. Изменения, происходившие в дельте Волги и в северной части Каспийского моря, изучались М. В. Кленовой с сотрудниками.

Указанная работа выполнена до грунтовой съемки Северного Каспия в 1953 г. Полученный новый материал съемки и его лабораторная обработка позволяют внести дополнения и высказать некоторые более конкретные предположения.

Особенно сильные изменения как в механическом и химическом составе грунтов, так и в их распределении отмечены в предустевых пространствах рек Волги и Урала. Укрупнения осадков здесь можно ожидать и при дальнейшем падении уровня моря. Падение уровня еще на 2 м приведет к увеличению волжского стока в центральной и западной частях за счет восточной. При продвижении берега дальше в море илистые осадки могут образовываться близ свала глубин вследствие коагуляции взвешенных веществ, выносимых волжскими водами, при встрече их с подступающей сюда морской водой. Ожидать большого накопления илистых осадков нет основания, так как скорость течений в этих районах значительно возрастает.

В юго-западной части Северного Каспия отложение мелководных осадков под влиянием волжских выносов будет происходить южнее; может

сократиться (по площади) участок песчаного ила и илистого песка против Аграханского залива. Песчаная коса, протягивающаяся в юго-восточном направлении от о-ва Тюленьего, продвинется в море и еще более изолирует предустьевое пространство Терека. Так как осадкообразование в юго-западной части Каспия по-прежнему будет происходить под влиянием речных выносов, химический состав осадков останется приблизительно таким же, какой наблюдается и в настоящее время.

Площадь восточной половины Северного Каспия при дальнейшем падении уровня моря значительно сократится; осадки, особенно в северных участках и на восточном мелководье, вследствие обмеления неизбежно будут укрупняться. Круговая циркуляция воды с центром над Уральской бороздиной и малой скоростью течений (по данным ГОИН) сохранится. Слабая гидродинамическая активность обусловит отложение на глубоководных участках мелководных осадков. Гидрохимический режим при падении уровня до 3 м, судя по солености воды, почти не изменится, и по-прежнему будет происходить химическое осаждение карбонатов. При падении уровня больше чем на 3 м, когда соленость восточной части Северного Каспия начнет повышаться, интенсивность процесса выпадения карбонатов значительно возрастет.

Нет оснований предпологать, что условия осадкообразования в центральной части Северного Каспия с падением уровня моря сильно изменятся: отложение ракушечных грунтов будет продолжаться и в дальнейшем. По-прежнему будет происходить и процесс химического выпадения карбонатов и образования оолитового песка.

Укрупнение грунтов и уменьшение площади дна, занятой илистыми осадками, указывает на меньшую, чем раньше, аккумуляцию взвешенных веществ речного стока, а в некоторых местах, возможно, и на размыв. Очевидно, часть взвесей вследствие высокой гидродинамической активности выносятся за пределы Северного Каспия.

В. А. Рутковская

ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЕМА РЕЧНОГО СТОКА В КАСПИЙСКОЕ МОРЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Уровень Каспийского моря в основном зависит от испарения воды с его поверхности и от притока воды с водосбора, площадь которого (3 698 тыс. км²) превышает площадь акватории примерно в 10 раз.

Ряд исследователей (Аполлов, Поляков, Кузник) объясняет уменьшение притока воды в значительной мере хозяйственной деятельностью человека.

Основными мероприятиями, могущими оказать влияние на сток в бассейне Каспия, являются: 1) изменения в приемах агротехники, 2) орошение, 3) лесохозяйственные мероприятия, 4) осушение болот, 5) устройство водохранилищ и прудов.

Настоящая работа проведена в целях долгосрочного прогноза уровня Каспийского моря. Это требует по возможности всестороннего учета и изучения деятельности человека и влияния ее на сток рек пространственно (на всем водосборе) и во времени до 1970 г. (на протяжении 15 лет). Учет этот должен найти цифровые выражения.

Разрешение исключительно сложного вопроса о влиянии хозяйственных мероприятий на сток фактически сводится к изучению водного баланса огромной и разнообразной территории водосбора Каспийского моря. Изучение это осложнено неразрешенностью некоторых теоретических вопросов, отсутствием достаточных материалов и особенно количественных показателей по отдельным факторам. К тому же перспективный расчет влияния любой из перечисленных форм хозяйственной деятельности на сток рек на последующие 15 лет осложняется отсутствием достаточно полных плановых материалов и возможными изменениями народнохозяйственных планов, что заставляет ежегодно уточнять расчеты.

На основании изложенного настоящую работу следует рассматривать как первую попытку самого приближенного решения поставленных вопросов.

Кроме опубликованных в печати материалов в работе использованы фактические и перспективные данные по полезащитному лесоразведению, лесистости, зяблевой пахоте, урожайности, осушению заболоченных пространств, орошению, водохранилищам и прудам в бассейне Каспийского моря, предоставленные по просьбе Института океанологии Министерства сельского хозяйства СССР и водного хозяйства РСФСР, Советами Министров союзных и автономных республик и облисполкомами областей,

находящимися на территории бассейна Каспия, Гидропроектом, Гидроэнергопроектом, ВНИИГМ, Институтом леса Академии наук СССР, ВНИИЛМХ, Азводхозом и Гидропроектом Азербайджанской ССР.

Основное внимание в работе обращено на изучение влияния хозяйственных мероприятий на весенний сток, так как: 1) объем весеннего стока составляет 66% от годового; 2) поверхностный сток, влияние хозяйственной деятельности на который изучается и наблюдается в основном в весенний период; 3) такие мероприятия, как зяблевая вспашка, направленная пахота, полезащитные лесные полосы оказывают влияние в основном на весенний сток; 4) за счет весеннего стока идет и заполнение водохранилищ и прудов.

I. ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ И АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА СТОК

Величина изменений поверхностного стока под влиянием изменения агротехники и агролесомелиорации, по данным разных авторов, колеблется в значительных пределах. Так, по Львовичу, потери в весеннем поверхностном стоке для Каменной степи будут равны 54%, увеличение грунтового питания составит 25—30%. По Семихатову, поверхностный сток в центральных областях уменьшится на 28%, а грунтовый увеличится на 93%. По Бочкову, для Дона у Калача уменьшение поверхностного стока будет равно 25%, увеличение грунтового составит 50—60%, по Львовичу, для того же района — соответственно 28 и 22%.

Особенно сильно колеблется в оценке разных авторов ожидаемая норма стока. По Полякову снижение нормы может достигать 40%; по Львовичу: в лесостепи 15—20%, в степи 30—40%; по Туеяниц, на р. Дон у Калача — 30%; по Аполлову, на Волге у Сталинграда — 15%; по Шкляеву, на Оке — 13%; по данным Потапова, по р. Дон у Калача уменьшение стока составит 8—10%; по Бочкову, там же — не более 3%; по Кузину, Огневскому, Соколовскому, норма стока остается без изменений; по Семихатову она увеличивается на 10%.

К различным выводам приходят исследователи и по вопросу о темпах изменения стока. По Львовичу изменения будут происходить быстро и к 1960 г. достигнут 50% предполагаемых им расчетных величин, по Бочкову — через 40—60 лет после осуществления намеченных мероприятий.

Разногласия в полученных оценках могут быть объяснены несовершенством используемых методов, отсутствием достаточного количества данных для характеристики влияния отдельных факторов или их комплекса. И потому решение вопроса о количественном изменении стока под влиянием изменения агротехники может быть в настоящее время только приближенным.

В настоящей работе выявление уменьшения суммарного стока рек за счет агротехники сводится к изучению изменения стока рек Волги и Урала. В Закавказье в основных районах земледелия (Муганская, Мильская, Ширванская степи, Алазанская долина) оказывать влияние на сток будет в основном орошение.

Количественные оценки изменения стока Волги в целом у разных авторов различны. Вероятные потери в стоке у Сталинграда, согласно Кузину, составят около 2% от среднеегодового стока Волги, по Львовичу — 2% от современного стока рек, по Аполлову, норма стока уменьшится на 15%. Большие изменения стока характерны для рек,

бассейны которых (или большая часть их) охвачены агротехникой и агролесомелиорацией (что уже отмечено Львовичем): с уменьшением нормы стока значительно увеличивается процент задержания стока.

Отсюда можно сделать вывод о том, что незначительные изменения стока Волги объясняются в основном формированием стока в пределах лесной и таежной зон.

Уменьшение весеннего стока под влиянием изменения агротехники и агролесомелиорации может происходить за счет следующих агромероприятий: 1) создания лесных полос и балочных лесов, 2) перехода на зяблевую вспашку, 3) применения поперечной пахоты, 4) увеличения глубины пахоты, 5) снегозадержания.

Перечисленные мероприятия, уменьшая поверхностный сток и увеличивая просачивание влаги в почву, способствуют в ряде районов увеличению запаса грунтовых вод и грунтовому стоку.

Расчет суммарного питания грунтовых вод без учета расхода грунтовых вод на испарение не может быть без поправок использован для определения увеличения грунтового стока в реки под влиянием новой агротехники. Учитывая, что снегозадержание и зяблевая пахота чаще всего проводятся на одних и тех же площадях, можно полагать, что снегозадержание может быть учтено по объему воды, удержанной при зяблевой обработке почв, и наоборот. По этим соображениям Кузин учитывает влияние только снегозадержания.

Значение глубокой вспашки для уменьшения поверхностного стока бесспорно (Павловский, Жигалов). Однако отсутствие достаточных материалов не позволяет дать количественной оценки влияния глубокой пахоты.

До 1954 г. в сельское хозяйство внедрялся комплекс мероприятий под названием травнопольной системы земледелия. Ведущим фактором в этой системе является периодическое прекращение возделывания на полях однолетних растений и посев многолетних бобово-злаковых травосмесей.

За последние годы в бассейне Каспийского моря стала широко применяться мальцевская система обработки почв. Гидрологическая роль мальцевской системы в различных районах еще не выявлена и является делом будущего.

Для решения вопроса о том, действительно ли падение уровня Каспия в какой-то степени обусловлено ростом хозяйственной деятельности человека, необходимо проанализировать особенности развития этой деятельности за период падения уровня, т. е. с 1929 г. Это необходимо еще и потому, что для расчета следует выявить тот момент, с которого действительно произошли изменения в размерах, отразившихся на стоке рек.

Период с 1941 по 1952 г. нами охарактеризован данными общего земельного баланса СССР на 1 января 1941 г., 1 ноября 1945 г. и 1 ноября 1952 г. Так как за этот период произошло изменение административного деления, мы используем данные по областям и республикам, площади которых не изменились в указанные сроки («пробная площадь»). За военный период (1941—1945 гг.) пахотные земли в бассейне Каспия сократились по сравнению с площадью распашки 1941 г. в среднем на 32%.

Площадь пахотных земель на 1 ноября 1952 г., составившая 94% площади 1941 г., хотя и близка к довоенному уровню, но еще не достигла его. Соотношение между площадями зяблевой пахоты и той же «пробной площадью» за военные годы (1941—1945) упало с 10% в 1940 г. до 2% в 1945 г. Площади, распаханые под зябь, достигли довоенного уровня несколько ранее 1950 г.

Однако бурный рост площадей, распаханых под зябь, начался с 1953 г., что подтверждается словами Н. С. Хрущева, который указал в 1953 г., что «одна из причин низких урожаев яровых культур во многих районах состоит в том, что до сих пор на больших площадях их высеивают по весновспашке, в плохо подготовленную почву и в поздние сроки» и что «уже в нынешнем году необходимо поднять зябь под весь яровой клин будущего года».

Следовательно, говорить о неуклонном росте площади распаханых земель и о росте зяблевой пахоты и увязывать с ними ход уровня Каспия нет оснований. При расчетах поправки на влияние увеличения зяблевой пахоты на сток следует вводить с 1950 г. с учетом неравномерности роста площадей.

Полезационное лесоразведение стало широко внедряться после постановления Партии и Правительства от 20 октября 1948 г., но воздействие на водный режим оно окажет лишь через несколько лет; следовательно, вводить в расчет влияние лесных полос можно также с 1950 г.

1. Влияние полезационных и балочных лесов на поверхностный и грунтовый сток

Количественные характеристики изменения поверхностного стока под влиянием лесных полос немногочисленны. Приводимые авторами цифры облесенности, при которой полностью задерживается поверхностный сток, близки к 17% (по Харитонову) в Орловской обл., 18% (по Басову) в Каменной степи, 10—20% (по Львовичу) в степи и лесостепи. Рутковский по данным Харитонova для лесной и лесостепной зон выявлена связь между лесистостью (в %) и стоком (рис. 1). Увеличение лесистости на 1% в пределах коренной лесистости от 0 до 10% уменьшает поверхностный сток на 5%, в пределах от 20 до 30% — на 0,9—1,0%. Выводы Рутковского подтверждаются материалами Львовича.

Площади полос, созданных в течение 1949—1955 гг. в бассейне Каспия, так же как и коренная лесистость подсчитаны по данным Главного управления лесного хозяйства и полезационного лесоразведения Министерства сельского хозяйства СССР.

На карте (рис. 2) представлены площади защитных лесонасаждений в процентах от общих площадей областей и республик на 1955 г. по трем группам: <0,5%; 0,5—1%; >1% (до 2,4%). Наибольшая плотность лесных полос падает на Орловскую, Тульскую и Тамбовскую области, затем на области Рязанскую, Пензенскую, а также на Мордовскую и Татарскую АССР.

В лесостепной зоне полезационные полосы составляют около 0,6% при среднем взвешенном проценте лесистости, равном 21, в степной — 0,24% при лесистости 3,4%. Средневзвешенные модули стока (взяты по Зайкову), составившие для лесостепной зоны 3,8 л/сек с 1 км² и 1,6 л/сек с 1 км² со степной зоны, позволили перейти к определению годового стока.

Последний составил со всей лесостепной площади (500 тыс. км²) величину порядка 60 км³ и для степной зоны (300 тыс. км²) — около 16 км³ в год.

Коренная лесистость лесостепи, составляющая 21%, под влиянием лесоразведения изменилась к 1955 г. на 0,6%, что ведет к уменьшению сто-

ка на 0,5%, т. е. $0,3 \text{ км}^2$ (см. рис. 1). Увеличение коренной лесистости степи (составляющей 3,4%) на 0,24%, повлечет за собой уменьшение стока на 1,0%, т. е. на $0,2 \text{ км}^2$ в год.

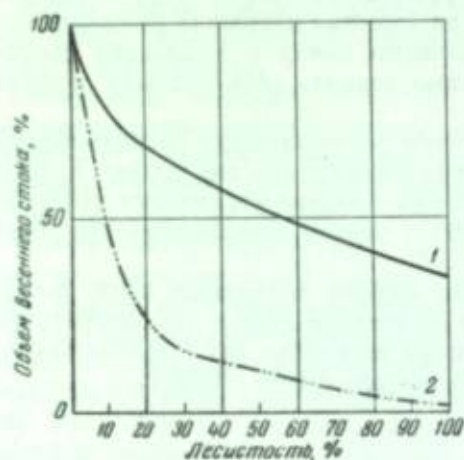


Рис. 1. Водорегулирующее влияние леса в лесной и лесостепной зонах

1 — Истринский опорный пункт Московской обл.;
2 — Моховский опорный пункт Орловской обл.

Предполагая, что создание полос в пределах бассейна Каспийского моря составит те же 60% по отношению к площадям посадки 1949—1955 гг., уменьшение объема поверхностного стока будет равняться $0,2 \text{ км}^2$. В сумме потери в стоке при благополучном развитии уже имеющихся к 1955 г. полос составит в 1960 г. $0,9 \text{ км}^2$. Суммарные потери в стоке за весь период с 1950 до 1960 г. будут равняться $4,4 \text{ км}^2$ (табл. 1).

Влияние полезащитного лесоразведения на грунтовый сток может быть определено по изменению под влиянием лесных полос уровня режима грунтовых вод и по количеству просочившихся талых и дождевых вод. Большее пополнение запасов подземных вод по сравнению со степью под влиянием лесных полос составляет (по Басову, Харитонову, Алифановой) 40—60 мм.

Однако лесные полосы оказывают на подземные воды двойное действие: они способствуют большему пополнению почвенногрунтовых вод, в результате же транспирации снижают их запасы. Данные по изучению испарения и транспирации (Серебрякова, Романов, Черников) показали, что влияние лесных полос нужно рассматривать отдельно для зоны лесостепи и для зоны сухих степей.

В зоне лесостепи под влиянием лесных полос происходит частичный переход поверхностного стока в грунтовый, главным образом, за счет межполосных пространств.

В зоне сухих степей лесными полосами расходуется столько влаги, сколько ее выпадает на них в виде осадков и поступает в виде снежных наносов и поверхностного стока.

Транспирационный расход находится в прямой связи с условиями увлажнения почвы, т. е. чем больше влаги, тем больше транспирация и испарение.

Контроль полученного пополнения запаса грунтовых вод может быть осуществлен сопоставлением данных по инфильтрации. По Басову, Филиповой, Горшенину, на межполосных пространствах Каменной степи и

Этот расчет произведен по годовым модулям стока. Учитывая, что объем весеннего стока составляет около 70% (Зайков), уменьшение весеннего стока составило к 1955 г. около $0,35 \text{ км}^2$.

По мере увеличения возраста и высоты лесных полос увеличивается и их полезный эффект. Если считать (по Панфилову), что эта эффективность по мере увеличения возраста и высоты к 1960 г. удвоится, то потери в стоке за счет лесомелиорации 1949—1955 гг. должны составить к этому времени около $0,7 \text{ км}^2$.

По мере увеличения возраста и высоты лесных полос увеличивается и их полезный эффект. Если считать (по Панфилову), что эта эффективность по мере увеличения возраста и высоты к 1960 г. удвоится, то потери в стоке за счет лесомелиорации 1949—1955 гг. должны составить к этому времени около $0,7 \text{ км}^2$.

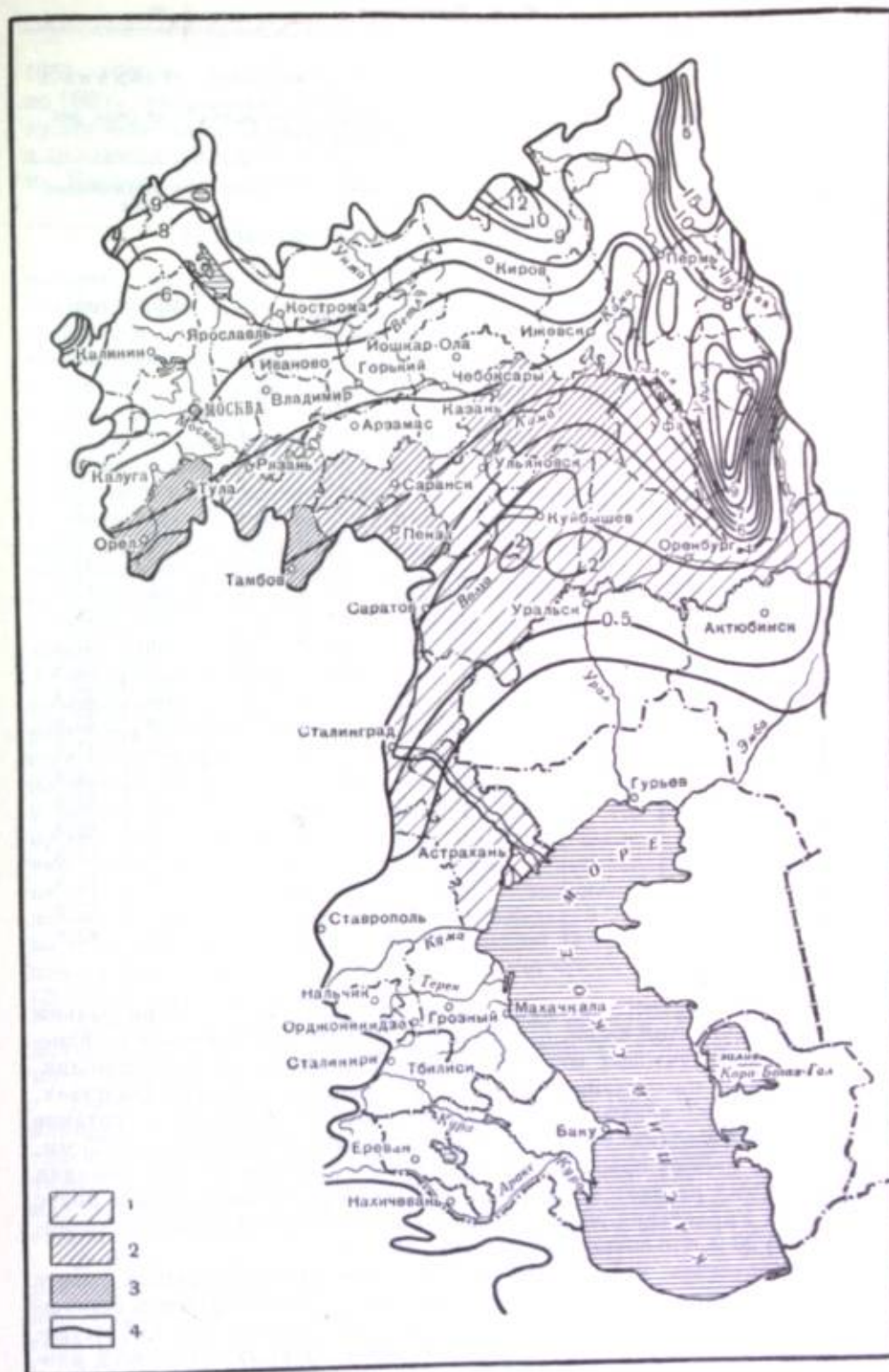


Рис. 2. Карта бассейна Каспийского моря. Площади полезащитных полос и овражно-балочных насаждений в процентах от общих площадей республик и областей (по данным МСХ СССР на 1955 г.)

1 — < 0,5%; 2 — 0,5—1%; 3 — > 1%; штрихи модулей стока

Таблица 1
Влияние агротехнических и агролесомелиоративных мероприятий на сток рек в бассейне Каспийского моря (км³)

Годы	Полезодатные лесные полосы и овражно-балочные насаждения						Зяблевые и направленные пахоты		
	уменьшение поверхностного стока			пополнение грунтовых вод			1950—1955 гг.	1955—1960 гг.	нарастающий итог
	1949—1955 гг.	1955—1960 гг.	нарастающий итог	1949—1955 гг.	1955—1960 гг.	нарастающий итог			
1950	0,00	—	0,00	0,00	—	0,00	0,0	—	0,0
1951	0,10	—	0,10	0,04	—	0,04	1,1	—	1,1
1952	0,10	—	0,20	0,08	—	0,12	0,8	—	1,9
1953	0,20	—	0,40	0,12	—	0,24	1,6	—	3,5
1954	0,20	—	0,60	0,16	—	0,40	2,2	—	5,7
1955	0,35	0,00	0,95	0,20	—	0,60	3,3	0,0	9,0
1956	0,40	0,10	1,45	0,24	0,02	0,86	3,3	0,5	12,8
1957	0,45	0,10	2,00	0,28	0,05	1,19	3,3	1,0	17,1
1958	0,50	0,20	2,70	0,32	0,07	1,58	3,3	1,5	21,9
1959	0,60	0,20	3,50	0,36	0,10	2,04	3,3	2,0	27,2
1960	0,70	0,20	4,40	0,40	0,12	2,56	3,3	2,3	32,8
1961	—	—	—	—	—	—	—	5,0	37,8
1962	—	—	—	—	—	—	—	5,0	42,8
1963	—	—	—	—	—	—	—	5,0	47,8
1964	—	—	—	—	—	—	—	5,0	52,8
1965	—	—	—	—	—	—	—	5,0	57,8
1966	—	—	—	—	—	—	—	5,0	62,8
1967	—	—	—	—	—	—	—	5,0	67,8
1968	—	—	—	—	—	—	—	5,0	72,8
1969	—	—	—	—	—	—	—	5,0	77,8
1970	—	—	—	—	—	—	—	5,0	82,8

Тимащевского опытного пункта в грунт поступает на 30—60 мм больше воды, чем в открытой степи, — величины, близкие к полученным по изменению уровня грунтовых вод (40—60 мм). Учитывая, что часть дополнительной влаги, поступающей в почву на межполосных пространствах, расходуется на испарение, допускаем, что дополнительное питание грунтовых вод составит примерно 50% от указанной величины, или 25 мм.

Площадь лесных полос в лесостепной зоне бассейна Каспия (посадки 1949—1955 гг.) равняется примерно 3000 км² при средней ширине полос (по данным Управления лесного хозяйства Министерства сельского хозяйства СССР) 20 м, что составляет 150 тыс. пог. км.

Если допустить, что влияние лесных полос равно 25-кратной высоте древостоя, принятой МСХ (при средней высоте 2 м), получаем действующую площадь в 7500 км². Так как питание грунтовых вод на 1 км² составляет около 25 тыс. м³, величина пополнения подземных вод со всей площади в 1955 г. близка к 0,20 км³, а в 1960 г. составит 0,40 км³.

Созданные за период с 1949 по 1955 г. лесные полосы уменьшили поверхностный сток к 1955 г. на 0,35 км³. При нормальном их росте и постепенном возрастании влияния это уменьшение в 1960 г. составит около 0,7 км³. Уменьшение весеннего стока под влиянием запланированных на

1955—1960 гг. полос составит 0,2 км³ в 1960 г., а за весь период с 1950 по 1960 г. уменьшение стока, согласно табл. 1, составит 1,84 км³. Поскольку эта величина в балансе Каспийского моря составляет ничтожную часть¹ и находится в пределах точности расчета, в дальнейшем при расчете уровня Каспийского моря влияние полос не учитывается.

2. Влияние зяблевой и направленной пахоты на поверхностный сток

По данным Кузина, в зоне избыточного увлажнения после влажной осени зябь, как более увлажненная, весной задержит влаги меньше, чем целина или залежь. В зоне с недостаточным увлажнением зяблевая вспашка всегда будет способствовать большему усвоению влаги почвой, чем целина или залежь.

Исследования Бялого (Саратов), Разумовой (города Ершов и Балашихов), Урываева (на Валдае) показали, что величина стока талых вод зависит от степени насыщения почвы водой с осени и условий истекшей зимы (промерзание). Кроме того, величина стока с зяби и с залежи зависит от механического состава почв. Таким образом, говорить о влиянии агротехники на сток можно только в зональном разрезе и с учетом метеорологических факторов того года, к которому относятся исследования.

1) Для зоны избыточного увлажнения имеются данные Небольсина, Жигалова по Московской области, Решетникова и Урываева по Валдаю. Небольсин приводит средние за 4 года годовые коэффициенты стока, а не весенние; кроме того, он не указывает характер распахивания склонов. Решетников в 1938 и 1939 гг. фактически сравнивает сток с однолетней и двухлетней залежью и целины, так как площади распахивались только раз в 1936 г. Указанные материалы не используются в работе. Исследованиями Жигалова показано, что на тяжелых почвах продольная и поперечная пахота во влажные годы не сказывается на величине стока, в сухие же годы, независимо от направления распахивания, сток на зяби составляет примерно 90% стока с залежи. На легких супесчаных почвах во влажные годы сток при продольной распахивке уменьшается на 50%, при поперечной — на 70% (Урываев). В сухие годы на супесчаных почвах независимо от направления пахоты сток с зяби составляет 15—35% (25%) от стока с залежи.

Для расчетов допускаем, что в бассейне Каспия тяжелые и легкие почвы составляют равные части от распаханных площадей, а повторяемость сухих и влажных лет равняется 50%.

Вышеизложенное представлено в табл. 2 (над чертой — пределы влияния, под чертой — средние величины влияния для сухих лет), согласно которой сток при продольной распахивке в среднем для легких и тяжелых почв в сухие и влажные годы составляет 66% от стока с залежи, или сток на зяби будет при продольной распахивке меньше на 34%. Соответственно при поперечной распахивке сток будет на 40% меньше (округленно).

2) Для зоны недостаточного увлажнения располагаем материалами Фалесова (для Поволжья), Кабанова, Кузника, Львовича (для Заволжья), Сухарева (для Каменной степи), Гарюгина (для Приазовья).

Для оценки влияния зяблевой вспашки и направленной пахоты на сток принимаются показатели Кузника и Львовича, т. е. в среднем в сухие и влажные годы сток под влиянием зяблевой вспашки уменьшается по сравнению со стоком с залежи на 66—75%, в среднем — на 70%.

¹ К 1970 г. это увеличит падение уровня моря на 7—8 см.

Таблица 2

	Залежь	Продольная пахота		Поперечная пахота	
		тяжелые почвы	легкие почвы	тяжелые почвы	легкие почвы
Влажные годы . . .	1	1	0,5	1	0,30
Сухие годы	1	0,9	0,15—0,32	0,9	0,15—0,35
Средние	1	0,66	0,25	0,61	0,25

С 1950 по 1955 г. произошло изменение административно-территориального деления, поэтому для выявления роста площадей зяби для этого периода используются данные по областям, не изменившим своих площадей.

Таким образом, мы видим, что увеличение площади зяби с 1950 по 1955 г. равняется 9% от общей площади исследованных областей.

Объем весеннего стока со всей площади распашки составляет 134 км³. Считая, что увеличение зяблевой вспашки с 1950 по 1955 г. равно 9% и что сток под влиянием зяби уменьшается в среднем на 55%, уменьшение стока в 1955 г. составит 6,6 км³.

Учитывая, что области, не изменившие своих площадей, не характеризуют наиболее многоводной части бассейна Волги, где увеличение распашки под зябь в этот период шло значительно слабее (1—9% к общей площади в областях Вологодской, Ярославской, Калининской, Костромской, Кировской, Горьковской, Ивановской, Владимирской, Московской, Калужской, Пермской), следует констатировать, что вычисленные величины явно преувеличены; для расчета со всей площади они должны быть уменьшены по крайней мере вдвое. В таком случае уменьшение стока в 1955 г. под влиянием увеличения площадей под зябь будет равно 3,3 км³.

Для определения влияния зяблевой вспашки за период с 1955 по 1960 г. использованы данные Министерства сельского хозяйства СССР (рис. 3—5), представленные на картах, составленных по четырем градациям. Сопоставление карт, построенных для 1955 и 1960 гг., показывает продвижение всех зон к северу за счет увеличения зяблевой пахоты.

Сопоставление данных 1955 и 1960 гг. позволяет получить представление об увеличении площадей зяблевой пахоты в бассейне в шестой пятилетке. Эти данные в процентах от общих площадей республик и областей представлены на карте (рис. 3) по трем градациям, положенным в основу расчета (от 0,5 до 2%, от 3 до 5% и от 6 до 8%).

Учитывая зависимость величины стока талых вод от насыщенности почвы водой и ее промерзания, нельзя оценивать влияние увеличения зяблевой пахоты в пределах одной и той же градации одинаково по всей территории бассейна. Поэтому выделяем (по Костякову) зоны: избыточного увлажнения (I) (с высокой влагообеспеченностью почвы, ежегодным длительным и сравнительно глубоким промерзанием и более поздним полным оттаиванием почвы по сравнению со сходом снежного покрова), неустойчивого увлажнения (II) с теми же особенностями, но с образованием сезонной мерзлоты в условиях умеренного увлажнения почвы) и недостаточного увлажнения (III), где сезонная мерзлота формируется в условиях

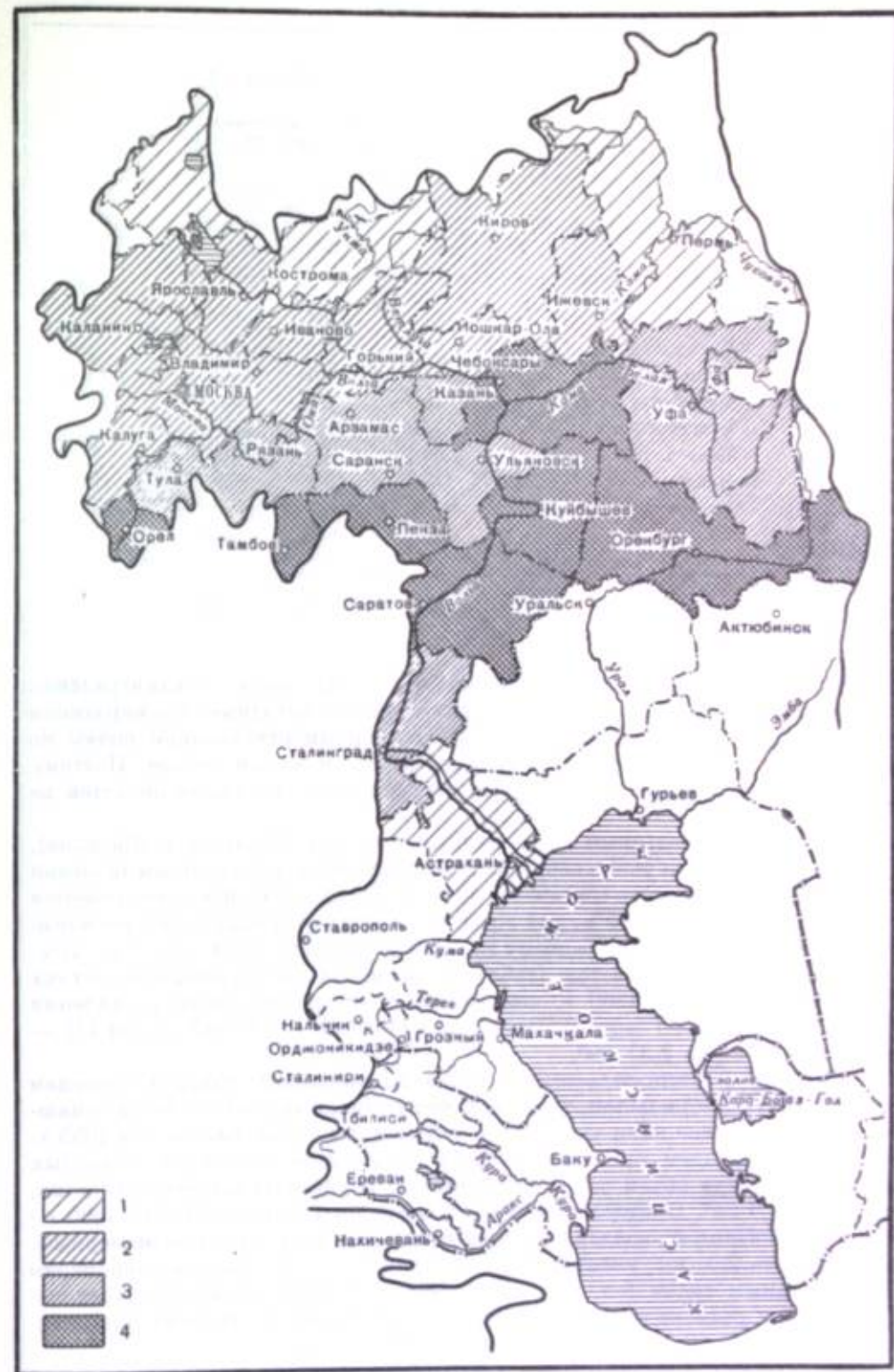


Рис. 3. Карта бассейна Каспийского моря. Площади зяблевой пахоты в процентах от общих площадей республик и областей (по данным МСХ СССР на 1955 г.)

1 — 0,5—5% — зона слабого влияния зяблевой пахоты на сток; 2 — 6—15% — зона умеренного влияния; 3 — 16—24% — зона большого влияния; 4 — 25% и больше — зона наибольшего влияния

Таблица 3

Подъем ябл по АССР и областям, не меняющим площади (впробная площадь) за период 1940—1955 гг.

Республики, области	Площадь республик и областей, тыс. км ²	Площадь ябл, тыс. га	
		1950 г.	1955 г.
Мордовская	26,1	401	507
Чувашская	18,3	221	318
Татарская	67,6	964	1764
Марийская	23,1	118	157
Башкирская	143,5	1182	2526
Пензенская	43,3	874	1190
Чкаловская	122,8	1651	3094
Сумма	444,7	5411	9556
%	100	12	21

слабо увлажненных почв. Южная часть III зоны (Сталинградская и Астраханская области) характеризуется неежегодным промерзанием в условиях слабого увлажнения и более ранним оттаиванием почвы по сравнению со сходом снега, а следовательно, и малым стоком. Поэтому при расчетах влияние зяблевой пахоты на сток с указанных областей не учитывается.

Согласно приведенным выше данным по стоку (Урываев и Жигалов), в зоне избыточного увлажнения уменьшение стока под влиянием зяблевой и направленной пахоты составляет 40%, в зоне недостаточного увлажнения (Кузник, Львович) — 70%; для зоны неустойчивого увлажнения это влияние принимаем равным среднему из оценок двух смежных зон, т. е. 55%.

В результате подсчетов (табл. 4) оказалось, что уменьшение стока по зонам с 1955 по 1960 г. под влиянием предполагаемого увеличения ябл составит для I зоны 0,50 км³, для II зоны — 1,7 км³ и для III — 0,13 км³, а всего 2,33 км³.

Для определения задержания стока по отдельным годам и периодам (с 1950 по 1955 г.) в целом, учитывая неравномерный рост зяблевой вспашки, установленное нами увеличение задержания стока, равное для 1955 г. 3,3 км³, вычисляем пропорциональное увеличение площадей, поднятых под зябь. Тогда объем воды, задержанной за рассматриваемое пятилетие, составит 9,0 км³. Предполагая, что в течение пятилетия (с 1955 по 1960 г.) рост увеличения площадей, распаханых под зябь, будет равномерным, полученные 2,3 км³ уменьшения стока для 1960 г. разбиваем равномерно по отдельным годам (см. табл. 1). В 1960 г. влияние всей зяби будет выражаться в размере около 5 км³, что по отношению к среднему многолетнему стоку Волги составит величину порядка 2%.

Аналогично тому, что было установлено выше в отношении лесных полос, влияние зяблевой вспашки не может иметь односторонней направленности в изменении гидрологического режима. Задержанный зяблевой пахотой поверхностный сток частично расходуется на испарение, а частично переводится в подземный.

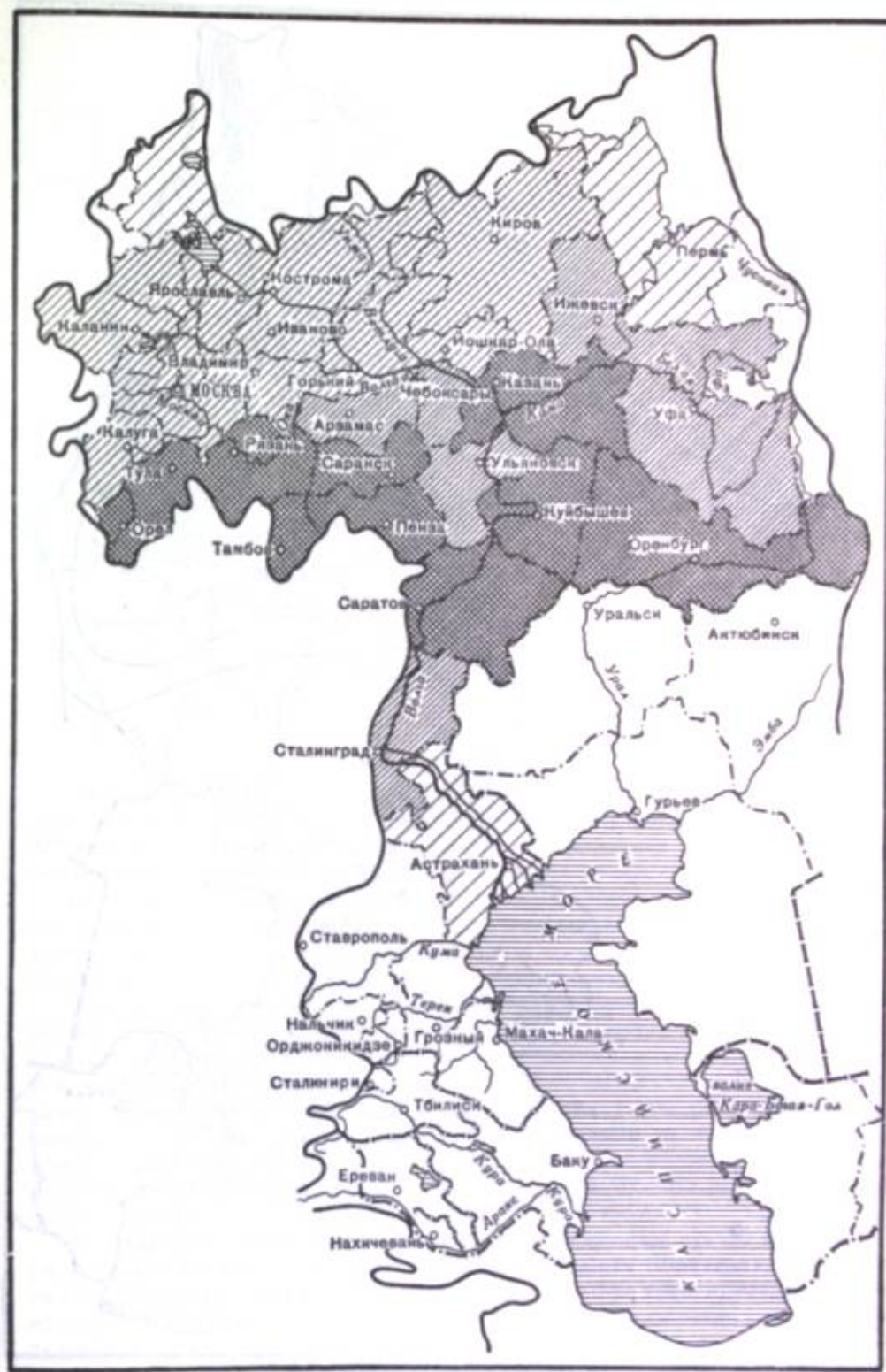


Рис. 4. Карта бассейна Каспийского моря. Площади зяблевой пахоты по перспективным данным на 1960 г. по республикам и областям (по материалам МСХ СССР)

Условные обозначения те же, что и на рис. 3

Таблица 4

Уменьшение стока по зонам

Зоны	Градации	Модуль стока, д/сек км ²	Объем весеннего стока, км ³	Увеличение площади зяблевого слоя от общей площади области, %	Стоки с площадей, вновь распахиваемых под зябь, км ³	Уменьшение стока, %	Уменьшение стока по зонам, км ³
I	1-я	8,30	8,4	1,0	0,08	40	0,50
	2-я	7,80	12,3	4,0	0,49		
	3-я	7,00	9,0	7,0	0,63		
	Суммарно 1,2						
II	1-я	6,30	25,6	1,0	0,26	55	1,70
	2-я	4,80	53,3	4,0	2,10		
	3-я	4,70	10,7	7,0	0,75		
	Суммарно 3,11						
III	1-я	4,00	11,9	1,0	0,10	70	0,13
	2-я	1,65	2,3	4,0	0,09		
	Суммарно 0,19						
	Суммарно 2,33						

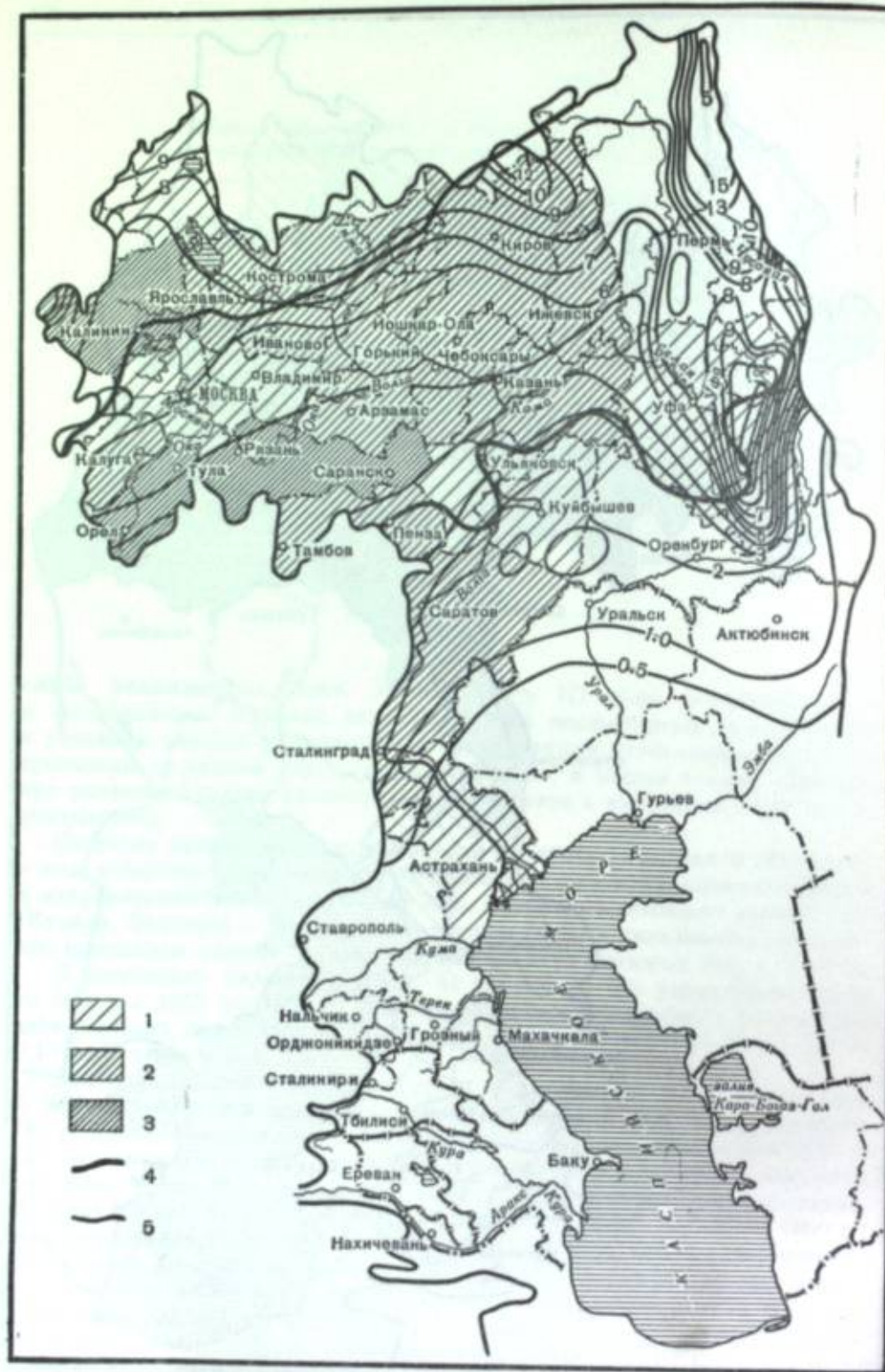


Рис. 5. Карта бассейна Каспийского моря. Увеличение площади зяблевой пахоты за пятилетие (с 1955 по 1960 г.) в процентах от общих площадей республик и областей (по материалам МСХ СССР)

1 — 0,5—2,0%; 2 — 3,0—5,0%; 3 — 6,0—8,0%; 4 — граница зоны увлажнения; 5 — изоэтисты модулей стока

Этот вопрос мало изучен. Вся новая агротехника, направленная на задержание влаги на полях, проводится в целях увеличения урожайности. Можно предположить, что увеличение урожайности влечет за собой повышение испарения с сельскохозяйственных полей.

Согласно произведенным нами расчетам, в 1960 г. за счет увеличения площади зяблевой вспашки (286 тыс. км²) в бассейне Каспия будет задержано 5 км³ воды, т. е. 2% по отношению к среднему многолетнему стоку Волги, что в переводе на слой воды в среднем составит около 20 мм.

Учитывая, что по перспективным данным Советов Министров автономных республик и Облисполкомов к 1960 г. урожайность зерновых повысится (средневзвешенное по 12 республикам и областям) на 66% без увеличения площади, овощных культур — на 138% (при увеличении площади на 32%)¹ и технических культур — на 100% (при увеличении площади на 27%)², следует считать, что основная часть задержанной влаги будет израсходована на суммарное испарение, а потому увеличение подземного питания рек под влиянием зяблевой пахоты не может быть существенным.

В отношении урожайности увеличение увлажнения на 20 мм нельзя расценивать как малую величину, так как (по данным Черкасова, Константинова, Алпатъева, Журавлева) рост расхода воды на транспирацию отстает от роста урожая. По Черкасову и Журавлеву, после достижения определенного уровня урожай продолжает расти, расход же воды не изменяется. Что касается коэффициента транспирации, то по мере роста урожая он падает.

¹ По данным 13 республик и областей.

² По данным 8 республик и областей.

Таблица 5

Увеличение урожая, изменение коэффициентов транспирации и расхода воды (в относительных величинах)

Рост урожая	Расход воды	Коэффициент транспирации	Примечание
1,21	1,10	0,91	Данные Черкасова
1,35	1,09	0,81	»
2,92	2,14	0,71	»
2,12	1,25	0,77	» Константинова
1,25	1,21	0,92	» Журавлева
1,33	1,19	0,90	»
1,21	1,00	—	» Алпатьева
1,33	1,02	—	»
1,29	0,97	—	»
1,82	1,09	—	»
1,33	0,95	—	»

II. ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ РЕЧНОГО СТОКА

В бассейне Каспийского моря орошение проводится в областях не только засушливых, но и со значительным годовым количеством осадков (например, во Владимирской, Ивановской и др.).

Расчет расхода воды на орошение в 1950 г. произведен по данным Министерства водного хозяйства РСФСР и Министерства сельского хозяйства СССР об орошаемых в бассейне Каспия площадях и средних нормах полива. Данные 1955 г., так же как плановые материалы на 1960 г., получены от Советов Министров и Облисполкомов соответствующих республик и областей.

При подсчете расхода воды на орошение в 1950 и 1955 гг. учтены не орошаемые земли (т. е. земли с наличием оросительной сети), а фактически поливавшиеся, причем площади последних составляли в среднем 66% (от 45 до 90%), т. е. $\frac{2}{3}$ от площадей с оросительной сетью.

Суммарный водозабор по части РСФСР, входящей в бассейн Каспийского моря, составил в 1950 г. 1,49 км³, суммарный же водозабор на орошение по всему бассейну Каспия — 7,68 км³, а в 1955 г. — соответственно 2,40 и 8,32 км³.

Указанные материалы позволили на карте бассейна Каспийского моря (рис. 6) выделить районы с различной величиной суммарного водозабора по четырем градациям:

- 1) 0,1— 5,0 млн. м³/год
- 2) 5,1— 50,0 »
- 3) 51,0—500,0 »
- 4) 501,0—1500 »

и тем самым выявить площади, имеющие большое значение для уменьшения стока рек в Каспийское море за счет орошения.

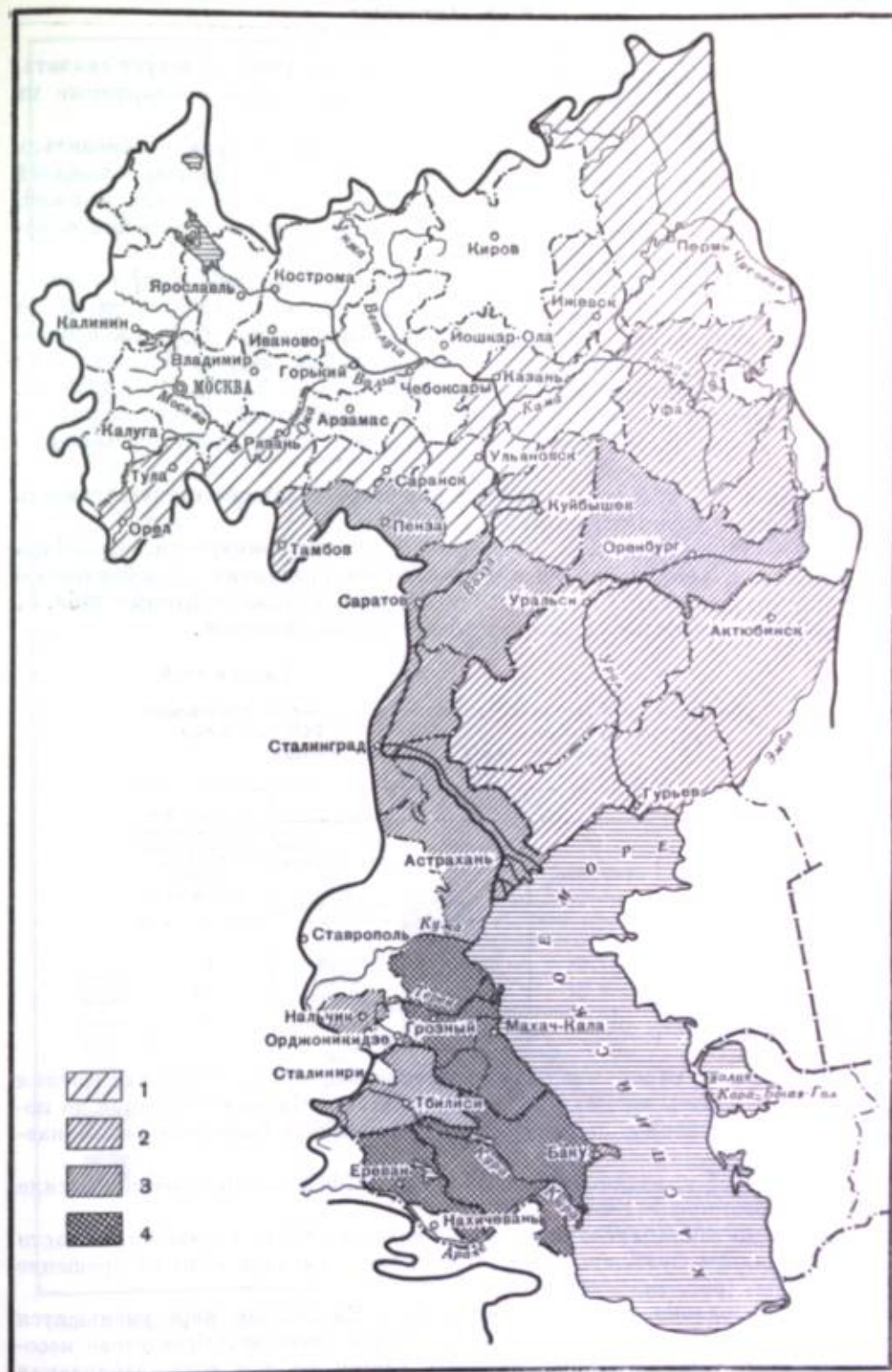


Рис. 6. Карта бассейна Каспийского моря. Суммарный водозабор на орошение по областям и республикам в 1955 г. (млн. м³)

1 — 0—5; 2 — 6—50; 3 — 51—500; 4 — 501—1500

В отношении расчета величины водозабора на 1960 г. следует сказать, что положенные в основу данные представляют собой планируемые на пятилетие площади с оросительной сетью.

Приводимый ниже расчет орошения для 1960 г. может измениться в связи с новыми заданиями; кроме того, величина поливных площадей может существенно колебаться в зависимости от климатических условий, а расход влаги на полив может претерпеть изменения от изменений коэффициента полезного действия и ряда других факторов.

Величина водозабора не изменяется пропорционально росту поливаемых площадей, что подтверждается данными по фактически политым землям и суммарному водозабору по Азербайджанской ССР, где водозабор 1950 и 1955 гг. составил для обоих лет 4,56 км³, несмотря на рост поливных площадей (с 644 тыс. га в 1950 г. до 832 тыс. га в 1955 г.).

При условии полива всех земель с оросительной сетью водозабор в 1960 г. по РСФСР составит 7,25 км³, а по всему бассейну — 15,27 км³.

В связи со сказанным приведенные выше величины следует считать в какой-то мере завышенными.

На карте бассейна (рис. 7) выделены районы суммарного водозабора в 1960 г., рассчитанного по тем же четырем градациям (с добавлением пятой), что и на карте 1955 г., судя по которой, а также по данным табл. 6, ожидается значительный рост расхода воды на орошение.

Таблица 6

Динамика суммарного водозабора на орошение и процентное орошение суммарного водозабора по РСФСР ко всему водозабору (км³) в бассейне Каспия

Годы	Водозабор			Процентное отношение водозабора части РСФСР ко всему водозабору
	суммарный	по части РСФСР	по остальным республикам (в пределах бассейна Каспия)	
1950	7,68	1,49	6,19	19
1955	8,32	2,40	5,92	29
1960	15,27	7,75	7,52	51

Приведенное распределение суммарного водозабора в бассейне Каспия позволяет сделать заключение, что для баланса Каспийского моря до последних лет основное значение имело орошение в бассейнах рек Закавказья.

Уже в 1955 г. величина водозабора по РСФСР почти вдвое превысила зафиксированную в 1950 г.

Согласно запланированному орошению на 1960 г., водозабор по части РСФСР должен будет составить 50% от всего расхода воды на орошение в бассейне (рис. 8).

Нельзя, однако, считать, что приток в Каспийское море уменьшится на все количество воды, изъятой из рек на орошение. Вследствие несовершенного устройства оросительных систем не вся вода, забираемая из источника орошения, поступает на поля, а при преувеличенных нормах или низкой технике полива часть воды, уже поступившей на поля, теряется (для урожая) на фильтрацию в почву и на сбросы излишка вод.

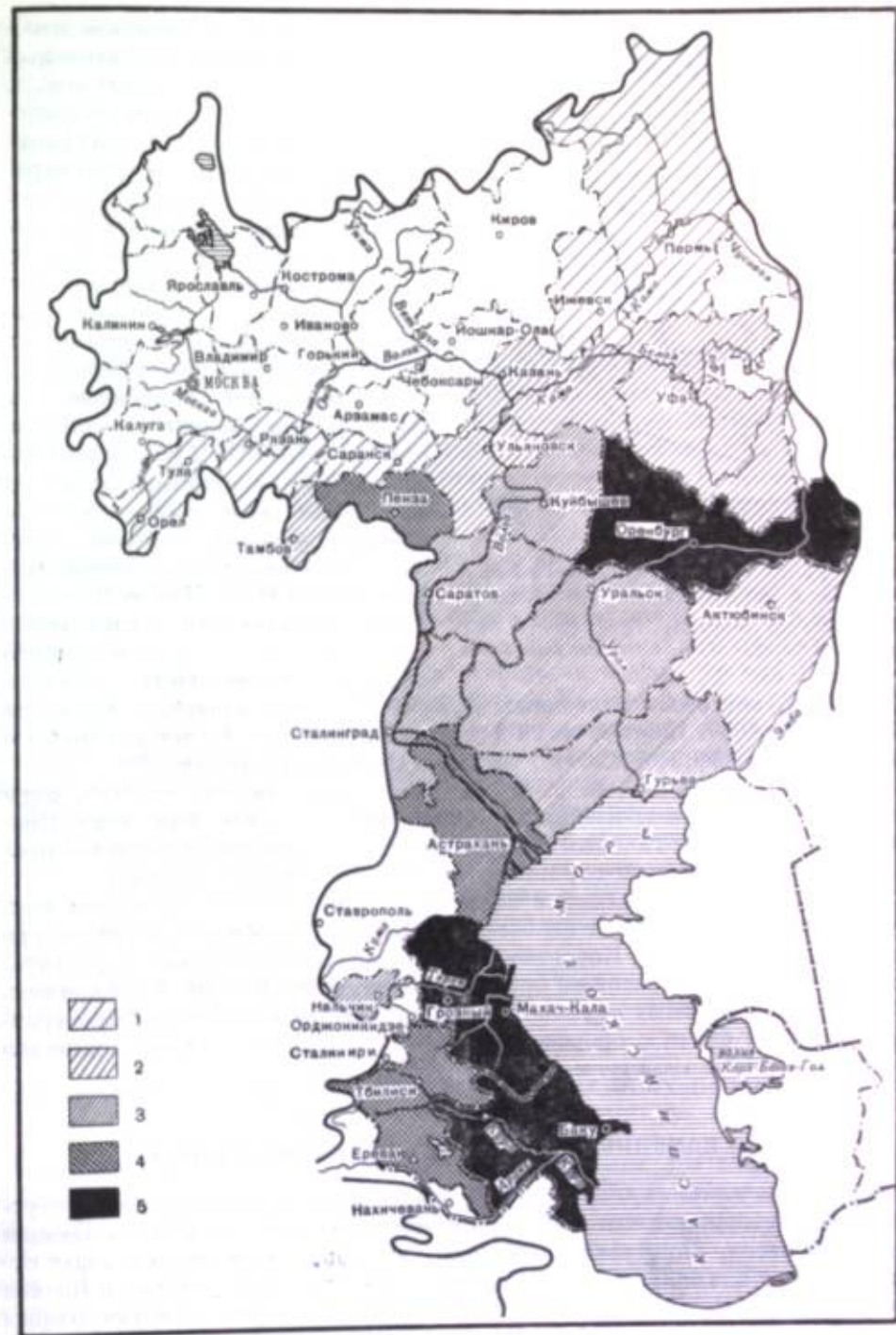


Рис. 7. Карта бассейна Каспийского моря. Суммарный водозабор на орошение по областям и республикам в 1960 г. (млн. м³).

1 — 0,1—5,0; 2 — 5,1—50; 3 — 51—500; 4 — 501—1500; 5 — 1501 и больше

Для определения изъятия воды в бассейне Каспия на орошение необходимо знать величину коэффициента полезного действия оросительных систем. Однако определение к. п. д. затруднено тем, что одни исследователи определяют этот коэффициент по расходу воды на транспирацию, другие (Натальчук) — по количеству воды, доведенной до поливной площади. Определение к. п. д. осложняется и зависимостью его от большого количества различных факторов (географических и инженерно-гидротехнических).

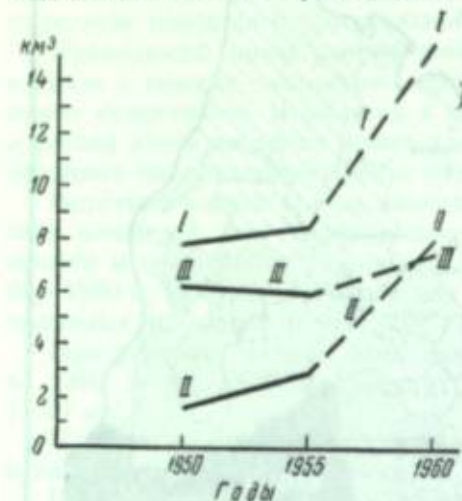


Рис. 8. Распределение водозабора на орошение в бассейне Каспийского моря

I — суммарный водозабор; II — часть РСФСР в пределах бассейна; III — остальные республики

Ознакомление с материалами Министерства водного хозяйства РСФСР¹ и ВНИИГМ (Володько) показало, что на практике к. п. д. еще полностью не доведен до требуемых значений, которые, согласно Постановлению Совета Министров СССР № 1097 от 19 марта 1949 г., установлены в следующих размерах²: к. п. д. межхозяйственных оросительных каналов 0,70—0,75, внутрихозяйственных 0,75—0,80, использование воды на полях 0,85—0,90. Поэтому нами для ориентировочных расчетов использован средневзвешенный к. п. д., согласно Кузнецову равный 0,50.

Однако принятый к. п. д. не дает основания считать, что 50% воды всего водозабора на орошение расходуется на восстановление стока. Возмещение стока идет главным образом за счет фильтрации из каналов оросительной системы и водохранилищ и сбросов воды при поливах.

Часть профильтровавшейся воды может, не дойдя до грунтовых вод, испариться и уйти за пределы бассейна Каспия. Имеющиеся в литературе указания (Касаткина, Коростелева и Кузнецова) позволяют допустить, что 20—25% воды, взятой на орошение, поступает в Каспий. Если принять количество возвратных вод равным 25% водозабора, то величина безвозвратных потерь в связи с орошением в бассейне Каспия составит примерно по 6 км³ в 1950 и 1955 гг. и 11 км³ в 1960 г.

III. ВЛИЯНИЕ ЛЕСОВ НА ОБЪЕМ ГОДОВОГО СТОКА

Вопрос о влиянии изменения площади лесов на речной сток дискуссионен. Высоцкий и Отоцкий придерживались взгляда об иссушающем влиянии лесов. По Дубаху и Кузину, вырубка лесов не оказывает существенного влияния на объем годового стока рек. Соколовский и Бочков считают, что леса увеличивают объем годового стока рек. Львович вскрыл методические ошибки в работе Бочкова и опроверг сделанные последним выводы.

Для выяснения влияния изменения лесистости в бассейнах рек Волги и Урала на уровень Каспия нами использованы материалы Цветкова

¹ Отчеты по водопользованию за 1950, 1951, 1952 гг.

² По данным Черкасова.

в отношении площади лесов за период с 1696 по 1914 г., т. е. за 218 лет. Сокращение площади лесов в год в бассейнах Волги и Урала составило (тыс. га):

1696—1725 гг.	165
1726—1741 »	161
1742—1762 »	172
1763—1795 »	167
1796—1860 »	105
1861—1887 »	615
1888—1914 »	264

Судя по приведенным данным, за период с 1696 по 1914 г. в бассейнах Волги и Урала произошло сокращение площади лесов на 35%.

Сопоставление динамики лесистости со стоком, так же как и любого другого фактора, взятого изолированно и возникающего под влиянием деятельности человека, является в какой-то мере неправильным, так как, во-первых, оно не учитывает изменений климатических условий за рассматриваемый период и, во-вторых, производится без учета влияния других факторов. Возможность такого сравнения оправдывается огромными размерами меняющейся площади лесов, предполагаемого значительного влияния вырубки лесов на сток и длительности периода наблюдений.

Сопоставление кривых динамики лесистости и хода уровня Каспийского моря показало, что колебания уровня Каспия, так же как и сток Волги, носят циклический характер, а падение лесистости — процесс односторонний направленный, что, возможно, объясняется несовершенством метода определения площади лесов по отдельным периодам.

Сопоставление динамики лесистости по новейшим данным с ходом уровня Каспийского моря также не позволило обнаружить связи между объемом стока и лесистостью. Следовательно, влияние вырубки лесов на объем годового стока рек, а тем самым и на уровень моря, если и имеет место, то затухает и поглощается влиянием других факторов.

Все изложенное не дает возможности учитывать влияние вырубки лесов для прогноза уровня Каспийского моря.

IV. ВЛИЯНИЕ ОСУШЕНИЯ БОЛОТ И ЗАБОЛОЧЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ НА ОБЪЕМ РЕЧНОГО СТОКА

Значительная площадь северной части бассейна Каспийского моря заболочена. Министерство сельского хозяйства СССР проводит осушение болот и заболоченных пространств, в связи с чем возникает вопрос о влиянии проводимых работ на питание рек, впадающих в Каспийское море. Для этого необходимо: 1) выяснить гидрологическое значение осушения болот, 2) выяснить размеры осушаемых на территории бассейна площадей.

Большинство исследователей (Сукачев, Доктуровский, Крицкий и Менкель, Великанов, Аполлов, Давыдов, Костяков) считает болота фактором, отрицательно влияющим на водный режим рек: они уменьшают суммарный и межливневый сток, увеличивают паводок. Некоторые положительные гидрологические свойства болот признают Дубах, Поляков и Огневский.

На основании обобщения результатов экспериментальных материалов болотных гидрологических станций гидрометслужбы и теоретических исследований Иванов пришел к выводу, что «комплексные болотные водосборы, представленные различными микроландшафтами, входящими в системы выпуклых моховых, грядово-мочажинных болотных массивов, дают пониженный сток по сравнению с незаболоченными водосборами и увеличенное испарение по сравнению с незаболоченными водосборами и со средней нормой испарения для данного района в целом».

Для оценки возможного значения осушения использованы данные Министерства водного хозяйства, показавшие, что осушенные (например, в 1953 г.) площади составили 0,3% площади бассейна Волги и 0,1% площади бассейна Каспия.

Осушение, проводившееся в таких масштабах, и даже в несколько больших, безусловно, не может отразиться на режиме Волги, а значит, и на режиме Каспия. На этом основании при расчете изменения стока под влиянием деятельности человека мелиорация болот нами не учитывается.

У. ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ОБЪЕМ ГОДОВОГО СТОКА

1. Водоохранилища

Для разрешения проблемы регулирования речного стока в целях транспортных, энергетических и ирригационных в бассейне Каспийского моря построено, сооружается и запроектировано большое количество водохранилищ.

На заполнение мертвых объемов водохранилищ, на напывание их ложа и последующее ежегодное испарение с их водной поверхности расходуются большие объемы речного стока, что вызывает уменьшение питания Каспийского моря.

В основу расчета положены материалы Советов Министров Армянской ССР, Грузинской ССР, Дагестанской АССР, Гидроэнергопроекта, Гидропроекта, Азгипроводхоза¹. Учет единовременных потерь на заполнение водохранилищ не представляет затруднений.

Согласно имеющимся в нашем распоряжении материалам по строящимся и намеченным к постройке водохранилищам, потери на заполнение их мертвых объемов составят к 1960 г. около 75 км³ и 177 км³ к 1970 г. (табл. 7).

Подсчет потерь на испарение с поверхности построенных, строящихся и запроектированных водохранилищ, произведенный по данным перечисленных выше организаций, показал, что суммарные потери на испарение составят величины порядка 26 км³ в 1960 г. и 147 км³ в 1970 г. (см. табл. 7).

Следует предположить, что испарившаяся с водохранилищ влага полностью не выносится за пределы рассматриваемого бассейна, а частично выпадает здесь же в виде осадков. В данном случае вновь возникает вопрос о внутриматериковом влагообороте, который для бассейна Каспийского моря еще не разработан.

Используемые в практике проектирования приближенные нормы потерь на фильтрацию (в виде процента от соответствующего объема воды в водохранилище или в виде определенного слоя воды в зависимости от площади его зеркала) оценивают все возможные виды потерь: 1) через

¹ В расчете используются данные по водохранилищам, площади которых превышают 50 км².

Таблица 7

Потери воды (км³) из водохранилищ в бассейне Каспийского моря в 1956 г. и к 1960, 1965 и 1970 гг. на заполнение мертвого объема, испарение с поверхности и пропывание берегов

Годы	Заполнение мертвого объема	Испарение	Напывание ложа	Общие потери	Сброс оз. Севан	Общие потери с учетом сброса оз. Севан
1956	33,9	4,4	10,3	48,6	1,20	47,4
1960	75,2	26,1	19,1	120,3	6,00	114,3
1965	132,7	76,0	26,9	235,6	12,00	223,6
1970	176,7	146,9	31,5	355,1	18,00	337,1

тело плотины, 2) под плотину в обход через берега, 3) на насыщенные грунты.

По вопросу о суммарной фильтрации из водохранилищ можно сказать, что фактические данные представлены в литературе очень скудно. Исходными положениями для некоторых предположений могут служить следующие указания:

— потери воды из водохранилищ путем фильтрации в борта его чаши могут достигать больших величин (Огневский, Крицкий и Менкель);

— потери воды из водохранилища в засушливых областях, где грунтовые воды питаются из реки за счет фильтрации в бока его чаши, повышаются (Крицкий и Менкель);

— потери на фильтрацию в грунт наблюдаются обычно в первые годы эксплуатации водохранилищ, в последующие же годы эти потери уменьшаются.

В практике проектирования используются приближенные нормы, оценивающие фильтрацию в виде процента от соответствующего объема воды в водохранилище или в виде определенного слоя воды в зависимости от площади его зеркала. Потапов, Огневский и Ляпичев приводят нормы потерь на фильтрацию в размере от 5 до 40% в год, или от 0,5 до 2,0 м в год, в зависимости от гидрогеологических условий. Крицкий и Менкель оценивают интенсивность фильтрации для средних гидрогеологических условий в 0,36—0,72 м/год, т. е. в среднем 0,5 м/год.

Можно предположить, что часть воды, профильтровавшейся из водохранилищ, возвращается грунтовым стоком в Каспийское море, часть же расходует на испарение и до моря не доходит. Ввиду отсутствия каких-либо данных по этому вопросу и предполагаемой незначительности этих потерь они в расчет не берутся. С точки зрения учета потерь из баланса Каспийского моря большой интерес представляют только разовые потери воды на насыщение и пропывание ложа водохранилищ. Нормативы на пропывание и насыщение грунтов ложа водохранилищ в период их начального наполнения также не указываются.

В записке, составленной Крицким и Менкелем по вопросу о снижении уровня Каспийского моря, отъем воды на пропывание грунтов ложа водохранилища принят равным 1 м слоя воды на площадь зеркала водохранилища при НПГ. Принятая величина, как на это указывают сами авторы, условна.

Значение потерь на насыщение и пропывание грунтов ложа следует рассматривать в зависимости от физико-географических условий, в кото-

рых находится водохранилище. Можно предполагать, что для водохранилищ, расположенных в северных районах (Рыбинского, Пермского и др.), рассчитанный объем воды будет несколько завышенным. В южных же районах подъем грунтовых вод, связанный с образованием подземных водохранилищ на значительных площадях, вызовет увеличение испарения воды через почву. В результате может оказаться, что расход воды на пропитывание ложа в этих условиях будет иметь не «разовый» характер, а ежегодный.

Трудно установить соотношение объемов открытых и подземных водохранилищ, так как оно зависит не только от геологических и гидрологических факторов, но и от ширины открытых водохранилищ. Так, подземное водохранилище, образующееся вдоль побережья Рыбинского водохранилища, будет составлять незначительную часть последнего, а сопутствующее Горьковскому — значительно большую, потому что ширина Рыбинского водохранилища во много раз больше Горьковского.

В расчетах потерь из водохранилищ нельзя пренебрегать потерями на насыщение грунтов; значение этих потерь следует рассматривать в зависимости от физико-географических условий, в которых расположено водохранилище. Однако величину этих потерь не следует и преувеличивать. Поэтому в среднем (ввиду отсутствия данных) принимаем условно для северных и южных водохранилищ отъем воды на разовое пропитывание грунтов равным 1 м слоя воды на площадь зеркала водохранилища. Тогда к 1960 г. величина этих потерь по всем строящимся и уже запроектированным водохранилищам составит 19 км³ и в 1970 г. — 32 км³ (см. табл. 7). Суммарные потери на заполнение мертвых объемов, испарение и пропитывание берегов и ложа должны составить в 1960 г. 120 км³ и в 1970 г. — 355 км³.

Приведенные величины потерь частично компенсируются Севано-Западинским строительством. По данным Гидропроекта, за последующие годы ежегодный сброс за счет сработки уровня оз. Севан будет составлять 1,20 км³, что увеличит сток в Каспийское море с 1955 по 1970 г. на 18 км³.

Следовательно, уменьшение притока воды в Каспийское море, принимая во внимание сброс воды из оз. Севан, составит 114 км³ в 1960 г. и 337 км³ в 1970 г. (см. табл. 7). Таким образом, ежегодный отъем воды в среднем за 15 лет составит 22 км³.

Как видно из приведенных цифр, регулирование стока — при значительной емкости строящихся и проектируемых в бассейне Каспийского моря водохранилищ — не может не сказаться весьма существенно на объеме годового стока рек. Для дальнейшего уточнения приведенного расчета необходимы соответствующие исследования.

2. Пруды

Учет строительства малых водоемов и перспективное планирование его ведется с недостаточной точностью. Тем не менее Институтом океанологии собраны данные по 36 республикам и областям бассейна, позволяющие (с некоторым преумножением) оценить значение строительства прудов для стока рек. Число прудов в 1955 г. на площади Каспийского бассейна составило примерно 25 тыс. общей емкостью около 1,1 км³ и площадью 142 тыс. га. В 1960 г. число прудов должно составить 31 тыс. при общей емкости 1,5 км³ и площади зеркала 170 тыс. га. Рост числа прудов с 1955 по 1960 г. составит 24 %, объема — 29 %, площади зеркала — 20 %.

Потери стока, связанные со строительством малых водоемов, ничтожно малы по сравнению с потерями, вызываемыми строительством больших

водохранилищ. Тем не менее некоторые особенности малых водоемов заставляют остановиться (в порядке постановки вопроса) на ряде положений, в связи с которыми значение таких водоемов для стока рек возрастает.

Все пруды можно объединить в две группы:

1) пруды, емкость которых полностью используется на хозяйственные нужды в течение теплого сезона;

2) пруды с наличием мертвого объема.

Кроме того, пруды могут характеризоваться источниками питания: за счет талых вод и за счет круглогодичного притока влаги (речного стока).

Объем воды, аккумулируемой прудами, емкость которых используется полностью, должен включаться в расчет (за исключением расхода на насыщение грунтов) в виде ежегодных потерь; для прудов с наличием мертвого объема в расчет принимается ежегодно срабатываемая часть. Пруды, питающиеся постоянным притоком, могут увеличить ежегодный расход сверх своего объема. При существующем учете нельзя судить о количестве прудов приведенных выше типов.

При расчете значения прудового хозяйства для уменьшения стока рек приравниваем уменьшение стока к общей емкости прудов, так как часть прудов расходует полный объем, часть — срабатываемый горизонт и, наконец, часть — больше своего объема за исключением расхода воды на питание грунтовых вод. По Брегману и Кузину, возврат в реки из прудов грунтовым стоком составляет 20—30 %. Таким образом, потери воды на прудовое хозяйство с учетом возвратных вод составили в 1955 г. 0,80 км³ и в 1960 г. составят не менее 1,0 км³.

VI. УМЕНЬШЕНИЕ ГОДОВОГО ОБЪЕМА СТОКА РЕК В БАСЕЙНЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ЗА ПЕРИОД С 1956 ПО 1970 г.

На основании полученных выше оценок влияния деятельности человека на сток рек в бассейне Каспийского моря произведен расчет суммарного влияния основных факторов хозяйственной деятельности на период с 1956 по 1970 г.; при этом для пятилетия с 1956 по 1960 г. использованы данные фактического планирования народного хозяйства. Потери для последующих лет с 1960 по 1970 г. рассчитаны по всем факторам (кроме водохранилищ) по данным на 1960 г.

Итоговые данные по расчету уменьшения годовых объемов стока рек под влиянием деятельности человека представлены в табл. 8.

Суммарные потери в стоке рек за счет хозяйственной деятельности человека за год через пятилетия составляют (км³):

в 1956 г.	59
» 1960 »	188
» 1965 »	383
» 1970 »	582

Наибольшие потери (58 %) в стоке происходят за счет сооружения водохранилищ, а именно (км³):

в 1956 г.	470
» 1960 »	114
» 1965 »	224
» 1970 »	337

Таблица 8

Уменьшение годовых объемов стока рек (км³) в бассейне Каспийского моря под влиянием деятельности человека за период с 1956 по 1970 г.

Годы	Потери воды					суммарные за период с 1956 г.
	под влиянием изменения агротехники	на орошение	на прудовое хозяйство	за счет водохранилищ	общие за год	
1956	3,8	7,0	0,9	47,46	59,16	59,16
1957	4,3	8,0	0,9	3,21	16,41	75,57
1958	4,8	9,0	1,0	3,21	18,01	93,58
1959	5,3	10,0	1,1	5,18	21,58	115,16
1960	5,6	11,0	1,1	55,28	72,98	188,14
	<u>23,8</u>	<u>45,0</u>	<u>5,0</u>	<u>114,34</u>		
1961	5,0	11,0	1,1	9,36	26,46	214,60
1962	5,0	11,0	1,1	7,27	24,37	238,97
1963	5,0	11,0	1,1	26,13	43,23	282,20
1964	5,0	11,0	1,1	40,36	57,46	339,66
1965	5,0	11,0	1,1	26,21	43,31	382,97
	<u>48,8</u>	<u>100,0</u>	<u>10,5</u>	<u>223,67</u>		
1966	5,0	11,0	1,1	18,29	35,39	418,36
1967	5,0	11,0	1,1	52,96	70,06	488,42
1968	5,0	11,0	1,1	14,95	32,05	520,47
1969	5,0	11,0	1,1	13,64	30,74	551,21
1970	5,0	11,0	1,1	13,64	30,74	581,95
	<u>73,8</u>			<u>337,00</u>		
Суммарно	73,8 12,7%	155,0 26,6%	16,0 2,7%	337,15 58,0%	581,95 100,0%	—

Общие потери за 15-летний период составляют 582 км³, что равняется в среднем около 40 км³ в год.

При среднемноголетнем стоке всех рек, впадающих в Каспийское море, в размере 325 км³, это составляет величину порядка 12%. Приведенный расчет представлен на рис. 9.

Каскад волжских водохранилищ приведет к изменению внутригодового стока вод в Каспийское море, что изменит величину испарения воды с поверхности Северного Каспия. Отсюда возникает вопрос об изучении динамики испарения влаги с поверхности моря.

Большинство исследователей (Берг, Аполлов, Самойлов, Зайков, Каминский, Белинский, Калинин, Рутковский) основными причинами падения уровня Каспийского моря считают атмосферные процессы большого масштаба, служащие фоном, на который накладываются вторичные факторы, а именно — хозяйственная деятельность человека. Поэтому при прогнозе уровня Каспийского моря следует учитывать, при каких климатических условиях будет происходить удержание стока за счет хозяйственных мероприятий.

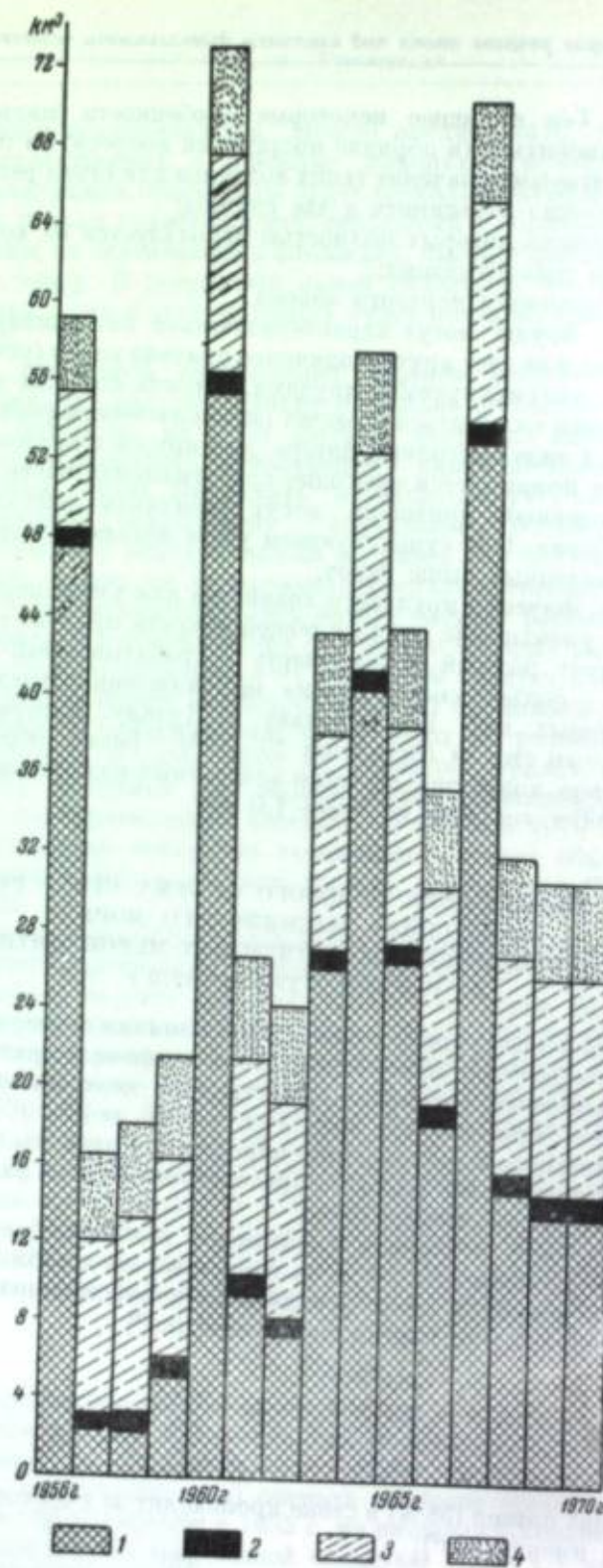


Рис. 9. Уменьшение годового объема стока рек в бассейне Каспийского моря под влиянием хозяйственной деятельности человека за период с 1956 по 1970 г. (км³)

1 — общие потери воды из водохранилищ; 2 — потери воды на прудовое хозяйство; 3 — потери воды на орошение; 4 — потери воды под влиянием изменения агротехники

И. А. Скриптунов

ТЕЧЕНИЯ ПРЕДУСТЬЕВОГО ВЗМОРЬЯ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Материалы, полученные за период с 1954 по 1955 г. в результате больших гидрологических работ, проведенных на предустьевом взморье Океанографическим институтом и Волжской устьевой станцией, позволили исследовать основные особенности режима течений.

Главными факторами, определяющими течения на взморье, являются сток воды Волги, ветер и морфологические особенности района.

За северную границу взморья принимают морской край дельты с его култушной зоной, за южную границу — свал глубин (рис. 1).

Рельеф взморья составляют в основном бороздины, речной и морской бары. Бороздины являются продолжением крупных банок на взморье в виде слабо выраженных понижений рельефа дна. Речной бар представляет собой россыпи крупнозернистых отложений наносов волжских вод в устьевых участках банок и протоков. Морской бар располагается в 15—20 км от морского края дельты и состоит из цепи обширных мелководных осередков, выходящих на дневную поверхность в период больших стогов.

По характеру рельефа, глубинам и некоторым другим морфологическим особенностям все предустьевое взморье можно разделить на три зоны. Первая зона — мелководная — протягивается от морского края дельты до морского бара включительно (до двухметровой изобаты). Вторая зона идет от морского бара до свала глубин (5—6 м) с относительно ровным рельефом при глубинах 2—4 м. Третья зона — свал глубин — представляет собою зону наибольших уклонов дна с резким изменением рельефа.

Величина и распределение стока вдоль морского края дельты имеют существенное значение для режима течений взморья. Волжский сток распределяется по морскому краю дельты неравномерно. По величине поступающего стока все мелководное взморье можно разбить на четыре района: первый — от о-ва Вышка до о-ва Дальний Галкин, второй — между о-вами Дальний Галкин и Морская коса, третий — между о-вами Морская коса и Блиновская коса, четвертый — от о-ва Блиновская коса до Джамбайских островов (см. рис. 1). На первый и третий районы мелководного взморья приходится около 77% всего стока Волги, а на второй и четвертый районы — 22%. Это в основном и определяет различие гидродинамического режима указанных районов. В первом и третьем из них наблюдается повышенная скорость стокового течения, во втором и четвертом отмечается малая скорость.

По величине стока, приходящегося на 1 км береговой линии, морской край дельты разделен на участки: западный, совпадающий с первым районом, и восточный, включающий остальные три района.

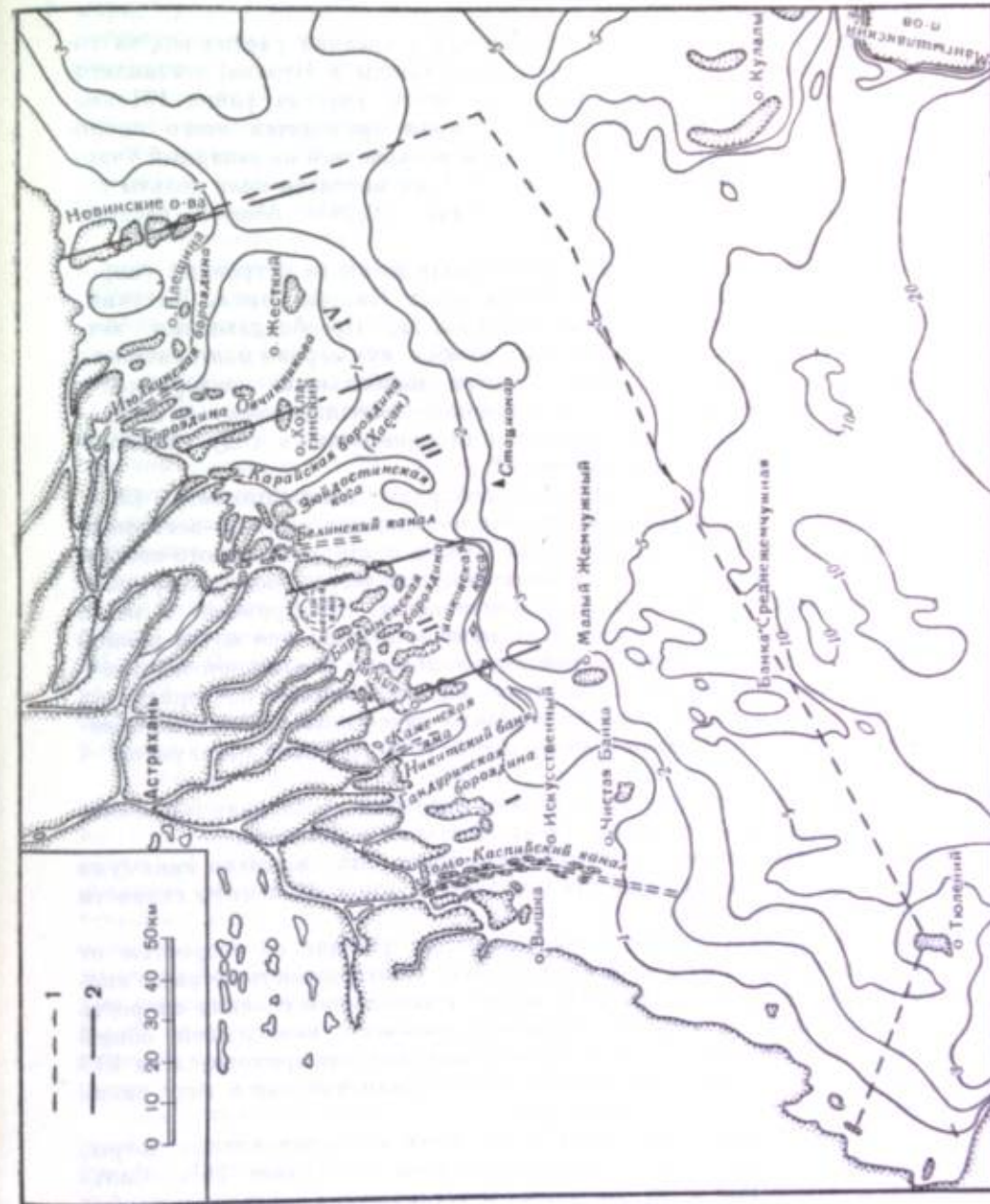


Рис. 1. Схема предустьевого взморья Волги
1 — принята граница взморья; 2 — границы районов. Римскими цифрами обозначены номера районов

Через западный участок в период половодья расход вод рукавов Бахтемира, Старой Волги и Кизани равен в среднем 7270 м³/сек, или 48% расхода Волги. Длина морского края этого участка (по прямой) составляет 52 км, т. е. здесь на 1 км морского края приходится почти 1% всего расхода Волги в половодье.

Для восточного участка в период половодья средний расход вод за то же время (рукавов Прямой Болды, Кривой Болды и Бузана) составляет 6610 м³/сек (43%). Длина морского края этого участка равна 131 км. Следовательно, здесь на 1 км морского края приходится всего около 0,33% общего расхода Волги, т. е. в 3 раза меньше, чем на западный участок. В период межени средний расход на 1 км морского края дельты составляет 1,1%, а для восточного участка — 0,29% общего расхода Волги.

Режим ветра дается нами на основе наблюдений на островных гидрометстанциях предустьевоего взморья (на о-вах Чистая банка, Жесткий, Тюлений, Кулалы) за период 1949—1955 гг. Преобладающими ветрами в году являются ветры восточных румбов, суммарная повторяемость которых составляет 57%; вслед за ними наибольшую повторяемость (27%) имеют восточные ветры; существенное значение имеют и северо-западные ветры (13%). Наименьшей повторяемостью в году обладают южные (5%) и юго-западные ветры (6%).

В начале года (январь — апрель) преобладают восточные ветры (30—35%). За этот период повторяемость северо-западных и северо-восточных ветров постепенно уменьшается с 15 до 10%, а повторяемость юго-восточных увеличивается с 6 до 18%. К июлю действие ветров восточных румбов резко уменьшается, а западных — увеличивается. Это приводит к тому, что в июле повторяемость ветров всех румбов оказывается почти равной (11—13%). С августа по октябрь действие восточных и юго-восточных ветров усиливается, а западных и южных ослабевает. В ноябре повторяемость восточного ветра достигает своего годового максимума (50%), повторяемость северо-восточных ветров равна лишь 10%, а остальных румбов — всего по 5—7%.

Среднегодовая скорость ветра у о-ва Тюлений составляет 5,9 м/сек, у о-ва Чистая банка — 5,3 м/сек, у о-ва Жесткого — 5,1 м/сек.

Скорость ветра постепенно убывает к весне и лету, достигая минимума в июле—августе, а затем резко увеличиваясь к осени. Максимум скорости ветра отмечается в ноябре.

Наибольшую повторяемость имеют ветры, дующие со скоростью от 6 до 10 м/сек (40%) и от 2 до 5 м/сек (38%). Повторяемость ветра со скоростью свыше 10 м/сек равна 10% в год. Наибольшая средняя скорость ветра приходится на румбы, характеризующиеся наибольшей общей повторяемостью: В, ЮВ, СЗ и З, наименьшая скорость приходится на ЮЗ и Ю. Средняя повторяемость штилей по станциям взморья в году равна 7%; штормов отмечается 18—20 в год.

В летние месяцы (июнь—август) наблюдаются неустойчивые ветры, когда действие ветра в течение менее полусуток составляет 71%. Сильные ветры являются в то же время и устойчивыми, поэтому в ноябре продолжительность действия ветра достигает шести и более суток. Наиболее устойчивы ветры восточных и юго-восточных румбов, наименее устойчивы ветры северного и южного направлений.

В первом районе — от морского края дельты до морского бара включительно — преобладают стоковые течения. Во втором районе — в центральной части взморья от морского бара до свала глубин — преобладают дрейфово-градиентные течения; третий район — свал глубин, где сильно

развиты градиентные течения, противотечения по вертикали, а также располагается северная граница кругового течения Среднего Каспия.

Такое выделение районов генетически разнородных течений хорошо согласуется с районированием взморья по рельефу (с глубинами).

Сток Волги создает наклон водной поверхности от дельты в сторону моря. Существование постоянного уклона воды взморья и связанный с ним горизонтальный градиент гидростатического давления обуславливают постоянное стоковое течение от рукавов дельты в море. Поскольку величина уклона водной поверхности вследствие растекания волжской воды на взморье уменьшается по мере удаления от морского края дельты, уменьшается и скорость стокового течения. За морским баром уклон водной поверхности, обусловленный стоком Волги, практически равен нулю. Поэтому южной границей стокового течения можно считать трехметровую изобату.

Перемещение волжского стока по взморью осуществляется двойко: в виде плоскостного стока и стока бороздинного (каналового). В первом случае вода проходит через участок речного бара, а также поступает из ериков и протоков, выходящих из ильменей дельты, и растекается по взморью широким фронтом. Во втором случае вода движется сосредоточенным потоком, как бы являясь продолжением реки в «жидких» берегах.

Наиболее подробно нами был исследован режим течения бара Кулагинского банка. В начале половодья (май) в реке перед баром скорость течения составляет 1,25 м/сек. По мере приближения к речному бару, вследствие оттока воды в боковые протоки и уменьшения глубины, скорость уменьшилась, и на речном बारे была равна 0,50 м/сек. Такое значительное затухание скорости происходило на расстоянии всего 350 м. За речным баром на взморье наблюдалось постепенное уменьшение скорости течения ввиду горизонтального расширения водного потока. В пик половодья (июнь) измеренная скорость течения в Кулагинском банке была равна 1,5 м/сек. Поскольку уровень воды в реке по сравнению с маем повысился на 0,70 м, резко увеличилось число боковых протоков от Кулагинского банка на участке выше бара, в результате чего оказались затопленными и россыпи бара, в предыдущем месяце (в мае) выступавшие над водой.

В связи с этим перед баром в реке отмечается еще более резкое расширение водного потока. Скорость течения уменьшилась с 1,30 до 0,6 м/сек всего на расстоянии 300 м, т. е. градиент падения скорости в среднем был равен 0,23 м/сек на 100 м. На взморье за баром, на расстоянии 5 км, скорость уменьшилась от 0,50 до 0,20 м/сек. В межень (в августе) скорость течения в реке составила 1,0 м/сек, а уровень упал на 0,80 м, вследствие чего обсох ряд боковых протоков перед баром. На बारे сток стал более сосредоточенным, скорость уменьшилась с 0,95 до 0,60 м/сек. За баром, на первом километре взморья, скорость уменьшилась на 0,16 м/сек (считая на 1 км), а на четвертом километре — всего на 0,03 м/сек. Итак, если бары имеются на выходных участках протоков, резкое уменьшение скорости течения в половодье происходит на последних 200—150 м реки выше бара.

При наличии на взморье бороздины водный поток, выйдя из реки, продолжает свое движение в «ложе» — в бороздине. Например, на устьевом участке Иголкинского банка скорость течения на первом километре взморья уменьшается с 1,3 до 1,0 м/сек, т. е. лишь на 0,3 м/сек, в то время как при наличии речного бара (Кулагинский банк) скорость на таком же расстоянии уменьшается на 1,15 м/сек. Таким образом, в бороздине (канале) скорость течения на выходном участке уменьшается незначительно и водный поток поступает на взморье сосредоточенной струей.

Главным фактором, определяющим режим течений мелководного взморья, является сток Волги. В штиль (рис. 2) волжская вода на взморье

делится на два основных потока: западный и восточный. В центральной части взморья располагается область слабых стоковых течений.

Основной причиной разделения волжской воды на взморье на два потока является уклон водной поверхности взморья, поддерживаемый стоком Волги и испарением с поверхности Каспийского моря. Главными «руслами» взморья, по которым проходит основной сток волжских вод, являются

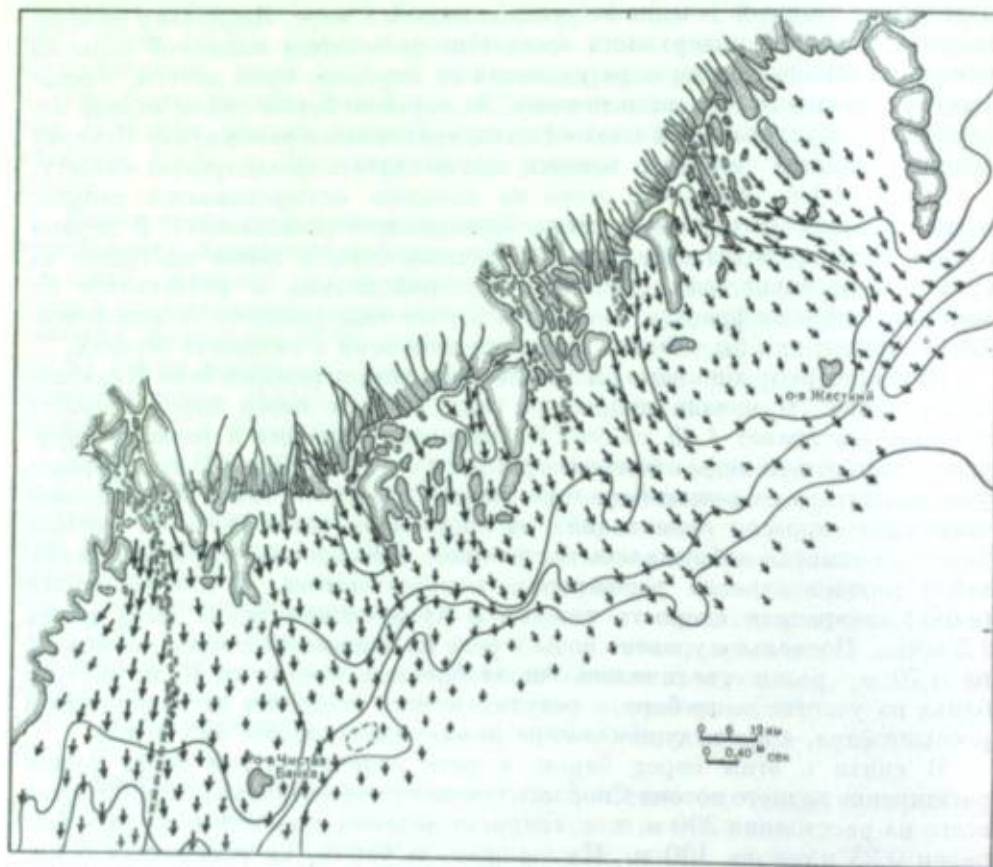


Рис. 2. Схема стоковых течений в штиль на предустьевом взморье Волги

следующие бороздины и каналы: 1) Лаганская яма, 2) Волго-Каспийский канал, 3) Гандуринская бороздина, 4) Зюдевская бороздина, 5) Каменская яма (бороздина), 6) Бардынинская бороздина, 7) район Белинского канала, 8) Карайская бороздина (с Хасаном), 9) Иголкинская бороздина.

По мере удаления от дельты в море влияние ветра на стоковое течение увеличивается.

На обширных мелководьях между бороздинами при скорости ветра выше 4 м/сек направление течения почти совпадает с направлением ветра. В каналах и бороздинах непосредственное воздействие ветра на течение сказывается меньше. В зависимости от направления ветра при взаимодействии стокового и ветрового течений будут иметь место различные схемы течений. При всех ветрах — от северо-восточного до юго-западного румбов — на взморье существует зона схождения стокового и ветрового течений. Эта зона располагается в районе морского бара, чем отчасти и объясняется происхождение бара.

По мере удаления от дельты к морю скорость стокового течения на взморье уменьшается неравномерно. Наиболее резкое уменьшение скорости происходит на первом километре, второе (более слабое) уменьшение отмечается на южной границе зоны придельтовых островов и кос. Наибольшая скорость наблюдается в поверхностном слое; наиболее устойчиво течение придонного слоя.

Нагонные ветры (от Ю до ВСВ) в половодье уменьшают скорость стокового течения в поверхностном слое; в межень же они могут создавать обратное течение. По мере усиления нагонного ветра скорость стокового течения в поверхностном слое уменьшается, а в придонном увеличивается. Во время максимального нагона в придонном слое отмечается наибольшая скорость течения, поскольку скорость стокового течения совпадает по направлению и складывается со скоростью возникающего градиентного течения. При сгонных ветрах (от ЗЮЗ до ССВ румбов) на мелководье скорость течения сначала увеличивается, а после 8—10-часового сгона резко уменьшается, и затем течение фактически прекращается. Речная вода не успевает компенсировать убыль воды со взморья. В это время сток волжской воды отмечается только по бороздинам взморья.

В отличие от нагона, при сгоне не наблюдается придонное компенсационное течение на мелководье, а отмечается только некоторое уменьшение придонной скорости течения. Дневной бриз, повышая уровень взморья, уменьшает скорость стокового течения и изменяет его направление, а ночной бриз усиливает скорость стокового течения и понижает уровень взморья. Наблюдения показали, что при резко выраженном бризе направление течения меняется на противоположное дважды в сутки. Если в 7 час. направление течения составляет 182° , то в 13 час. оно чаще всего бывает порядка 345° . В каналах взморья в период развития бризов скорость течения ночью на 6—7 см/сек больше, чем днем. На взморье между баром и свалом глубин поверхностное течение представляет собой геометрическую сумму чисто дрейфового, стокового и градиентного течений. Существует ряд методов (метод Пальмена и др.) для определения скорости и направления чисто дрейфового течения. Однако для нужд практики необходимо знать суммарное течение, возникающее при данном ветре.

Для составления схем течений сначала все наблюдения над течениями на взморье на многосуточных станциях и стационарных пунктах были представлены в виде векторов течений (на трех горизонтах) и ветра. Затем были выбраны все наблюдения течений при устойчивых ветрах продолжительностью более 8 час.

Путем использования повторяемости и устойчивости ветров для всех восьми румбов можно отобразить предполагаемую повторяемость течений на схеме. В летний период перенос воды взморья с запада на восток и с востока на запад имеет примерно одинаковую повторяемость. В марте—апреле и особенно в ноябре повторяемость течения на запад почти в 3 раза больше повторяемости течения, направленного на восток. В итоге в течение года преобладает перенос водной массы взморья в западном направлении вдоль дельты и далее к югу, в западную часть Среднего Каспия.

В районе свала глубин при наличии «слоя скачка» при сгонно-нагонных ветрах образуется градиентное противотечение по вертикали. Скорость дрейфового течения над «слоем скачка» больше, чем скорость на взморье, и в море, где нет «слоя скачка»; следовательно, над свалом глубин располагается зона максимальной скорости течения.

В зимний период на взморье устанавливается ледяной покров, препятствующий созданию дрейфовых течений, поэтому в это время года здесь наблюдаются лишь слабые стоковые и сгонно-нагонные течения.

И. Б. Цеханский

ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИМАТА РАЙОНОВ ПРОЕКТИРУЕМОГО СЕВЕРО-КАСПИЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Климат районов Северо-Каспийского водохранилища будет определяться влиянием солнечной радиации, окружающей суши, акватории моря и атмосферной циркуляции.

1. КЛИМАТООБРАЗУЮЩИЕ ФАКТОРЫ

1. Радиационные условия

В связи с изменением в течение года высоты Солнца в полдень (от 20 до 63°) и изменением продолжительности дня почти в 2 раза (от 15 до 16 час. летом и до 8—9 час. зимой), а также в связи с увеличением облачности в холодную часть года в районах проектируемого водохранилища происходит резкое изменение в годовом ходе тепла, поступающего от Солнца. Количество суммарной радиации от зимы (декабрь) к лету (июль) увеличивается в 7 раз. Весной солнечного тепла поступает в 3,5 раза больше, чем зимой, и в 1,5 раза больше по сравнению с осенью, а летом поступает 42% годового количества тепла — в 5 раз больше, чем в зимнее время. Годовой ход солнечной радиации является основным фактором, обуславливающим распределение температуры воды и воздуха в течение года, причем в месяцы интенсивного увеличения и уменьшения поступления солнечного тепла наблюдаются соответствующие изменения температуры воды и воздуха.

Так как вода поглощает солнечное тепло более интенсивно по сравнению с сушей, что обусловлено меньшим отражением солнечных лучей от морской поверхности (4,4 ккал/см²·год) — в среднем в 2 раза меньше, чем в прибрежных районах Прикаспийской низменности (30,0 ккал/см²·год), районы Северо-Каспийского водохранилища и дамбы получают тепла на 1 см² поверхности на 15 ккал в год больше (около 20%), чем окружающая суша. Полученное тепло расходуется в течение года более равномерно, смягчая климатические условия над водной поверхностью и в прибрежной зоне районов водохранилища. Радиационный баланс в районах Северо-Каспийского водохранилища положителен с марта по октябрь (в течение 8 мес.) и отрицателен с ноября по февраль. Отрицательные величины обычно не достигают 5% годовой величины. Годовая же величина радиации в описываемых районах положительна (56 ккал) и составляет около половины суммарной радиации, причем величина радиации над морем на 1/3 больше, чем на побережье и в 2,1 раза превышает те же показатели для района Москвы.

2. Влияние внутриконтинентального положения и акватории на формирование климата районов Северо-Каспийского водохранилища

Районы проектируемого водохранилища расположены на акватории Северного Каспия, где глубины не превышают 9 м. После заполнения водохранилища наибольшие глубины в нем достигнут 11 м. Средняя глубина у дамб с севера составит 4,5 м. Окружающий низменный рельеф и пустынные пространства берегов Северо-Каспийского водохранилища облегчают поступление сюда континентальных воздушных течений, быстро нагревающих район в теплое время года и сильно охлаждающих его в холодное время, обуславливая континентальность климата.

С внутриконтинентальным положением рассматриваемого района связано преобладание в нем антициклонических условий погоды, обуславливающих холодную зиму, жаркое лето, преобладающие направления ветров и бедность атмосферными осадками.

Годовая амплитуда среднемесячной температуры в прибрежной зоне водохранилища достигает 36°, превышая среднеширотную на 6—12°. Она увеличивается с запада на восток и уменьшается с севера на юг, по направлению к глубоководной зоне Каспийского моря.

На карте континентальности Каспийского моря (рис. 1), составленной по данным береговых и островных станций с использованием судовых наблюдений, видно, что континентальность климата особенно велика в северо-восточной части проектируемого водохранилища и уменьшается к западу и югу, к глубоководной части Каспийского моря. Континентальность климата вычислена по методу Н. Н. Иванова, основанному на учете отклонения главной характеристики континентальности — годовой амплитуды воздуха — от среднеширотной.

Вследствие сравнительно малого объема водоема, малых глубин и зимнего ледяного покрова влияние водохранилища на климат сильно уступает влиянию континента. Однако влияние водохранилища на климат акватории значительно и многообразно: действие моря проявляется в более высокой среднегодовой температуре воздуха в районах морских станций,

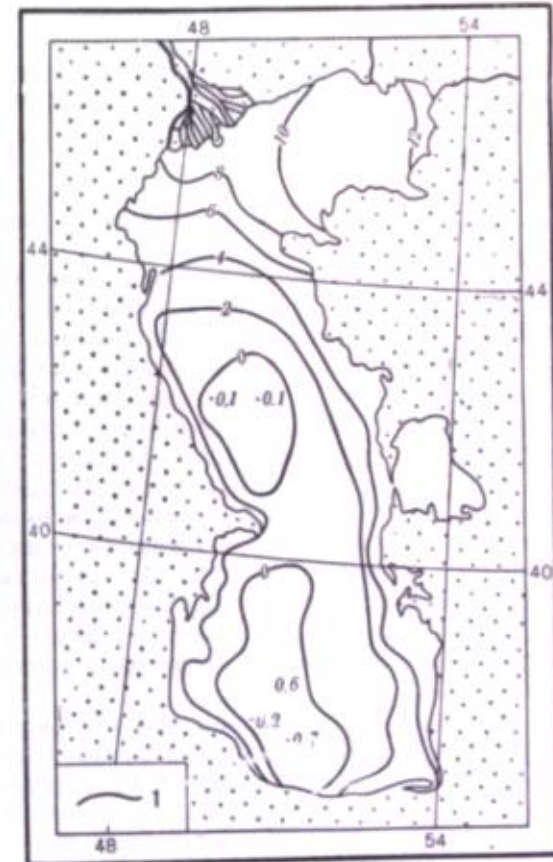


Рис. 1. Карта континентальности климата Каспийского моря

1 — изолинии континентальности

в уменьшении числа как морозных, так и жарких дней над морской поверхностью, в ветровом режиме — явлениях бризов и в большей силе ветра над морем, в увеличении числа влажных дней и в уменьшении количества сухих дней, в понижении суммы осадков над морем по сравнению с побережьем, в более позднем замерзании приглубных частей водохранилища и в меньшей продолжительности в них ледяного покрова.

В зимнее время, когда обычно вся поверхность водохранилища покрывается льдом, акватория не оказывает значительного влияния на температуру и влажность воздуха.

Затраты тепла на испарение уменьшаются в 10—15 раз по сравнению с более теплым временем, в связи с чем умалится утепляющая и увлажняющая роль водохранилища.

3. Атмосферная циркуляция

С внутриконтинентальным положением связано преобладание в районах водохранилища и дамбы влияния антициклонов. По данным А. А. Каминского, А. А. Борисова, Н. А. Белинского и Ю. В. Истошина, в холодное время года (с октября по апрель) на Северном Каспии и под влиянием Сибирского антициклона отмечается частая повторяемость восточных ветров. Под воздействием среднеазиатской области повышенного давления на побережье водохранилища возникают восточные и юго-восточные ветры, сопровождаемые повышением температуры и разрушением ледяного покрова. Весной с ними связаны суховейные ветры. В теплую часть года (с апреля—мая по сентябрь) в описываемых районах под действием отрога Азорского антициклона отмечается частая повторяемость северных и северо-западных ветров и выпадение большого количества осадков в теплое время года. По данным А. А. Мадат-Заде, активность отрогов летнего антициклона наиболее интенсивно проявляется в западной части водохранилища.

Активность антициклонов увеличивается при наличии над Каспийским морем или над Европейской территорией СССР циклонической деятельности; так, при прохождении средиземноморских циклонов через юг Каспия в направлении на восток и юго-запад создаются благоприятные условия для вторжений арктического воздуха. При интенсивном развитии циклонической деятельности над Европейской территорией СССР наблюдаются воздушные течения с юга, вызывающие общее потепление и раннее вскрытие ледяного покрова; осенью субтропические воздушные потоки вызывают туманы на море.

Интенсивное действие арктического воздуха вызывает резкое понижение температуры воздуха до 25° и воды — до 8° в сутки и обуславливает активность Сибирского антициклона, характер и продолжительность зимы, устойчивость и продолжительность ледяного покрова в районах Северо-Каспийского водохранилища.

Адвекция холода приводит к тому, что температура января у западного побережья водохранилища мало отличается от температуры Ленинграда, расположенного почти на 15° севернее. При адвекции тепла с юга и юго-востока наблюдается значительное повышение температуры воздуха, вызывающее повышение температуры воды на $3-4^{\circ}$, а также ускорение разрушения ледяного покрова.

При нахождении районов Северо-Каспийского водохранилища под влиянием безградиентных барических полей наблюдаются устойчивая погода и слабый ветер.

II. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

1. Температура воздуха

В Северо-Каспийском водохранилище годовые величины температуры воздуха под влиянием моря увеличиваются в направлении с северо-востока на юго-запад, в сторону глубоководной части Каспийского моря. В западной части водохранилища теплее, чем в восточной. В районе намеченного сооружения дамб среднегодовая температура воздуха на $3-4^{\circ}$ выше, чем на северном побережье, и на $6-7^{\circ}$ ниже, чем на юге Каспия. Температурные изменения на 1° широты происходят в районах Северо-Каспийского водохранилища вдвое интенсивнее, чем на Среднем Каспии, что указывает на более резкую континентальность климата в районе водохранилища.

Весной, с ростом инсоляции, адвекция теплых воздушных масс вызывает интенсивное потепление, в результате чего в марте дневная температура становится положительной. Средняя температура мая в районе проектируемого водохранилища превышает 15° по всем станциям.

В конце лета температура достигает 35° на северо-западе водохранилища (Ганюшкино) и 45° на северо-востоке — в районе Жилой косы. На Астраханском рейде под влиянием смягчающей роли Каспийского моря максимальная температура воздуха не превышает 33° . Число жарких дней (со среднесуточной температурой выше 25°) на морских пунктах почти в 1,5 раза меньше, чем на береговых. Безморозный период (среднее число дней между последним и первым морозом) удлиняется к югу и с востока на запад; так, на Бирючьей косе он достигает 206 дней, на Брянской косе составляет 214, на Жилой косе — 190 дней.

Осенью похолодание вызывается уменьшением инсоляции и преобладанием над районами водохранилища континентально-полярного воздуха. Прорывы тропического и субтропического воздуха вызывают временное значительное потепление, а вторжения арктического воздуха приводят к значительному похолоданию и образованию льда. Осенью понижение температуры воздуха более равномерно по сравнению с ее ростом весной, что объясняется отдачей морем тепла, накопленного в теплое время года. Осенью понижение температуры ниже 0° отмечается с середины ноября до конца декабря, а в северо-восточной части водохранилища и раньше. Наиболее поздняя дата понижения температуры воздуха (ниже 0°) отмечена 24 декабря на Брянской косе. Зимой, при сильном уменьшении инсоляции и наличии ледяного покрова, преобладание континентально-полярного и арктического воздуха обуславливает низкую температуру с резкими колебаниями; при арктических вторжениях температура падает до $-20-30^{\circ}$; отмечены случаи и более сильных морозов (до -33° в районе Гурьева).

В восточной части проектируемого водохранилища зима более продолжительна и сурова. Морозных дней со среднесуточной температурой ниже 0° больше в восточной части, чем в западной; число их уменьшается с продвижением к югу: на о-вах Пешном — 135 дней в году, на Зеленге — 105, на о-ве Кудалы — 100; южнее водохранилища, на о-ве Чечень, отмечено 42 дня с морозами. Зимой наблюдаются наибольшие различия в температуре между различными районами водохранилища (восточным и западным) и Средним Каспием.

Наличие водохранилища будет способствовать некоторому понижению температуры воздуха, обусловленному повышением уровня в водохранилище, увеличением роли речного стока, уменьшением водообмена со Средним Каспием, а также увеличением продолжительности сохранения

относительной влажности будет способствовать понижению температуры воды и воздуха.

Над акваторией водохранилища и его побережьем следует ожидать увеличения числа влажных дней (с относительной влажностью более 80%) и уменьшения числа сухих дней (с относительной влажностью 30% и меньше). Имеются основания полагать, что борьба за увлажнение Прикаспия в дальнейшем будет приобретать все большее значение: так, согласно исследованиям многовекового хода увлажненности Евразии, проведенному А. В. Шнитниковым в 1957 г. с учетом долгосрочного прогноза Института океанологии об изменении уровня Каспийского моря (рис. 2), в дальнейшем следует ожидать длительного снижения увлажненности Прикаспия.

4. Облачность

Над побережьем Северо-Каспийского водохранилища облачность несколько выше, чем в удаленных от моря пунктах Прикаспийской низменности, в особенности по сравнению с малооблачными районами Средней Азии. Это объясняется влиянием моря и прослеживается по распределению количества пасмурных дней в году: так, в Астрахани пасмурных дней — 41%, на Бирючей косе — 46%, в районе Жилой косы — 43%, в Кызыл-Орде — 30%. Облачность увеличивается с востока на запад, особенно к юго-западной части водохранилища. Наибольшая облачность наблюдается в холодный период — с ноября по март, с максимумом в декабре. Зимой вероятность ясной погоды падает ниже 10—30%. Летом ясная погода бывает в 2—2,5 раза чаще, чем зимой.

5. Туманы

Туманы чаще всего наблюдаются в западной части водохранилища, что объясняется более сильным увлажняющим действием господствующих морских ветров, а в юго-западной части — также сравнительной близостью горных отрогов. В холодный период (октябрь—март) повторяемость туманов в районе большинства станций в 4—9 раз больше, чем в теплое время года (апрель — сентябрь), а за летний сезон наблюдается в среднем лишь 1 день с туманом. К югу от Северо-Каспийского водохранилища, близ границы со Средним Каспием, летом туманы чаще, что объясняется выходом на поверхность более холодных глубинных вод, которые при соприкосновении с нагретым воздухом и образуют туманы.

После возведения дамб в районах водохранилища весной и осенью следует ожидать увеличения повторяемости туманов в связи с удлиненным периодом ледяного покрова и понижением температуры воды и воздуха.

6. Атмосферные осадки

Годовое количество осадков в районах водохранилища более равномерно, чем в других частях Каспийского моря, окруженных более разнообразным рельефом. В восточной части выпадает меньше осадков по сравнению с западными. На морских и островных станциях в течение года осадков выпадает на 12% меньше, чем на ближайших береговых. Летом эта разность увеличивается еще больше.

По количеству осадков (145 мм в году) районы водохранилища принадлежат к числу областей, наиболее бедных осадками. Годовая сумма

осадков здесь в 4 раза меньше, чем в Москве, и немногим превышает количество осадков в засушливых областях Средней Азии, где выпадает около 100 мм осадков в год. Амплитуда максимального и минимального годового количества осадков достигает трех-четырёхкратной величины. Так, в районе Жилой косы максимальное годовое количество осадков — 252 мм, наименьшее — 85 мм, на Бирючей косе — соответственно 325 и 106 мм, на о-ве Кулалы — 192 и 56 мм.

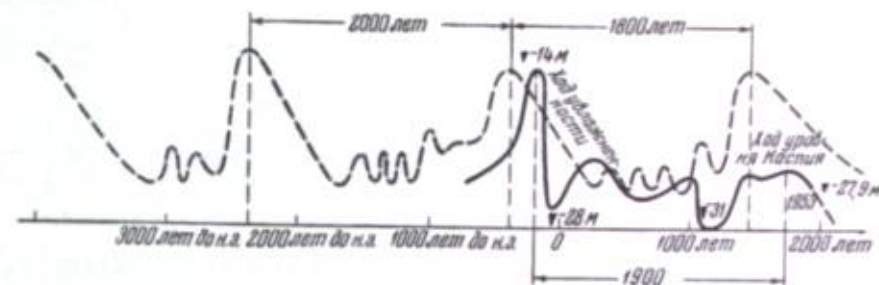


Рис. 2. Многовековые колебания увлажненности Евразии

--- увлажненность (по А. В. Шнитникову); --- уровень Каспия (по Б. А. Аполлову). Цифры у кривой уровня Каспия — отметки уровня Каспия по отношению к среднему уровню Черного моря

Наибольшее количество осадков в районах намечаемого водохранилища выпадает под действием отрогов Азорского антициклона, приносящего влагу с Атлантического океана. Это подтверждается выпадением большого количества осадков в теплое время года, когда влияние антициклона увеличивается, а также преобладанием осадков при соответствующих направлениях ветров (табл. 1).

Таблица 1

Распределение годовых атмосферных осадков в районах островных станций Северо-Каспийского водохранилища при различных ветрах по данным за 1952 г.

Станции	Сумма осадков		В том числе при ветрах					
	мм	%	СВ—ЮВ		СЗ—ЮЗ		других направлений	
			мм	%	мм	%	мм	%
На о-ве Большой Пешной . .	160,0	100	37,3	23	77,6	49	45,1	28
* * Тюлений	136,7	100	33,6	24	73,3	54	29,8	22
* * Кулалы	162,4	100	50,4	31	63,0	38	49,0	31

Из данных табл. 1 видно, что большая часть атмосферных осадков выпадает при ветрах западной части горизонта (СЗ, З и ЮЗ), преимущественно связанных с деятельностью летнего антициклона. Эта особенность нашла более ясное выражение в распределении атмосферных осадков за период апрель—сентябрь, когда усиливается активность Азорского антициклона (табл. 2).

Таблица 2

Атмосферные осадки на тех же станциях при ветрах различных направлений в теплое время года (апрель — сентябрь)

Станция	Сумма осадков		В том числе при ветрах					
	мм	%	СВ—ЮВ		СЗ—ЮЗ		Других направлений	
			мм	%	мм	%	мм	%
На о-ве Большой Пешной . . .	76,0	100	8,3	11	52,9	70	14,8	19
» » Тюлений	83,3	100	6,2	7	59,2	71	17,9	22
» » Кулазы	95,9	100	22,5	24	50,1	52	23,3	24

Данные табл. 2 показывают, что в теплое время года количество осадков при ветрах западных направлений достигает 52—71% от общей суммы выпадающих осадков.

Месячные и суточные максимумы осадков характерны для конца весны и для летнего периода, и в отдельные годы суточные величины достигают почти половины годовой суммы, а месячные величины — двух третей ее. Число дней с осадками на морских и островных станциях также меньше по сравнению с ближайшими береговыми. Среднее число дней с осадками в районах водохранилища составляет около 80 и мало отличается от засушливых мест Средней Азии (в Казалинске — 62 дня, в Кызыл-Орде — 56 дней); число дней с осадками в 2 раза меньше, чем в Москве, где в среднем таких дней бывает 185.

Наибольшее число дней с осадками отмечается в холодный период (свыше 60% дней), т. е. в период, когда выпадает наименьшее количество осадков. В этот период хотя осадки и выпадают чаще, но они менее интенсивны. Дни с осадками более 5 мм (ливневыми) более часто наблюдаются в теплый период — от 61 до 83% годового числа дней с ливневыми осадками, особенно в летние месяцы — во время наибольшего выпадения осадков.

7. Снежный покров

Большее число дней со снежным покровом и устойчивость последнего приходится главным образом на восточную часть водохранилища; к югу они уменьшаются. Образование снежного покрова происходит сначала на северном побережье, в среднем в первой половине декабря, на юге водохранилища — в конце декабря. В суровые зимы появление снежного покрова отмечается на месяц раньше, в мягкие зимы — на месяц позже. Сход снежного покрова в нормальные зимы на большей части водохранилища обычно бывает приурочен к первой половине марта, в суровые же зимы снег сохраняется еще до второй половины апреля.

Снежный покров, как правило, здесь неустойчив. Мощность его составляет в декабре в среднем не более 3—7 см, в январе — феврале увеличивается до слоя, превышающего 10 см, в отдельные годы доходящего до 20 см, а на восточном побережье иногда даже до 25—30 см. На льду толщина снежного покрова обычно не превышает 5—10 см, за исключением торосистых участков, где мощность его колеблется в значительных пределах.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С созданием Северо-Каспийского водохранилища в районе его акватории произойдет понижение температуры воды, связанное с увеличением роли речного стока и продолжительности ледяного покрова и обусловленное уменьшением водообмена, теплообмена и солеобмена со средней, более теплой, частью Каспийского моря. Этому будут способствовать и ослабление стогно-нагонных явлений при ветрах южных направлений, вызывающих ускорение вскрытия ледяного покрова, а также почти полное прекращение выноса льда в южную часть моря.

К югу от дамб, вследствие уменьшения потери тепла при ослабленном водообмене с северной частью моря, сократится вероятность льдообразования, что наряду с уменьшением выноса льда будет способствовать повышению температуры воды и увеличению испарения. Температура воздуха также понизится, особенно в осеннее и весеннее время, при повышении уровня и понижении температуры воды. Интенсивность стогноных и нагонных явлений в Северо-Каспийском водохранилище уменьшится, так как в них будут участвовать главным образом водные массы Северного Каспия.

Следует ожидать увеличения повторяемости туманов весной и осенью в связи с удлинением периода ледяного покрова и понижением температуры воды.

Создание Северо-Каспийского водохранилища будет способствовать увлажнению Северного Прикаспия вследствие увеличения акватории, а также в связи с использованием части воды для обводнения и орошения прилегающих безводных районов Прикаспийской низменности.

В. В. Шарков

ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОМЕТОДОВ
ПРИ РЕШЕНИИ НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМ,
ВОЗНИКАЮЩИХ В СВЯЗИ С ПАДЕНИЕМ УРОВНЯ КАСПИИ

Аэрофотоснимки значительно облегчают изучение мелководных частей подводного склона, неизмеримо ускоряют производство работ, улучшают их качество и дают ощутимый экономический эффект. Это заставляет рекомендовать внедрение аэрометодов, в первую очередь аэрофотографирование прибрежной части подводного склона, для решения вопросов хозяйственного освоения Каспийского моря на глубинах до 22 м.

Одним из способов решения проблемы прогноза колебания уровня является детальное изучение прошлых колебаний уровня, зафиксированных в формах рельефа древних береговых линий. Аэрометоды значительно облегчают выявление как высоко приподнятых, так и опущенных ниже современного уровня моря древних волноприбойных линий, установление их гипсометрического положения, картирование и определение их геологического возраста. Древние, как и современные береговые линии, выражены различными волноприбойными формами: в виде абразионных террас, береговых валов, волноприбойных ниш и других форм рельефа, свидетельствующих о гипсометрическом положении древнего уровня бассейна.

На аэроснимках достаточно крупного масштаба (от 1:5 000 до 1:25 000) получилось довольно четкое отображение большинства этих форм (рис. 1). Террасы, береговые валы и т. д., различающиеся по возрасту, характеризуются разным внешним обликом (рис. 2). Более древние валы (2) испытали переувлажнение, определившее изменение их первоначальной формы и расплывчатость очертаний, покрылись относительно густой растительностью и т. д. Серия молодых береговых валов отличается четко выраженными свежими формами (1). Кроме того, на приведенном аэрофотоснимке видно, что серия молодых валов под острым углом срезает береговые валы более древней генерации. В период высокого стояния уровня Каспийского моря (в 1805—1814 гг.) о-в Кулалы уже возвышался над поверхностью моря. Так как в отложениях этой части острова в изобилии встречаются створки *Cardium edule* L., т. е. типичного представителя новокаспийской трансгрессии, то, очевидно, максимальная стадия этой трансгрессии относится к периоду до 1805 г. Это заключение подтверждается еще и тем, что при анализе фотоснимков о-ва Кулалы бросается в глаза дряблость изображенных береговых валов на более высоко приподнятой части острова и свежесть их на участке, освобожденном от воды Каспия после 1814 г. Это, несомненно, свидетельствует о значительном

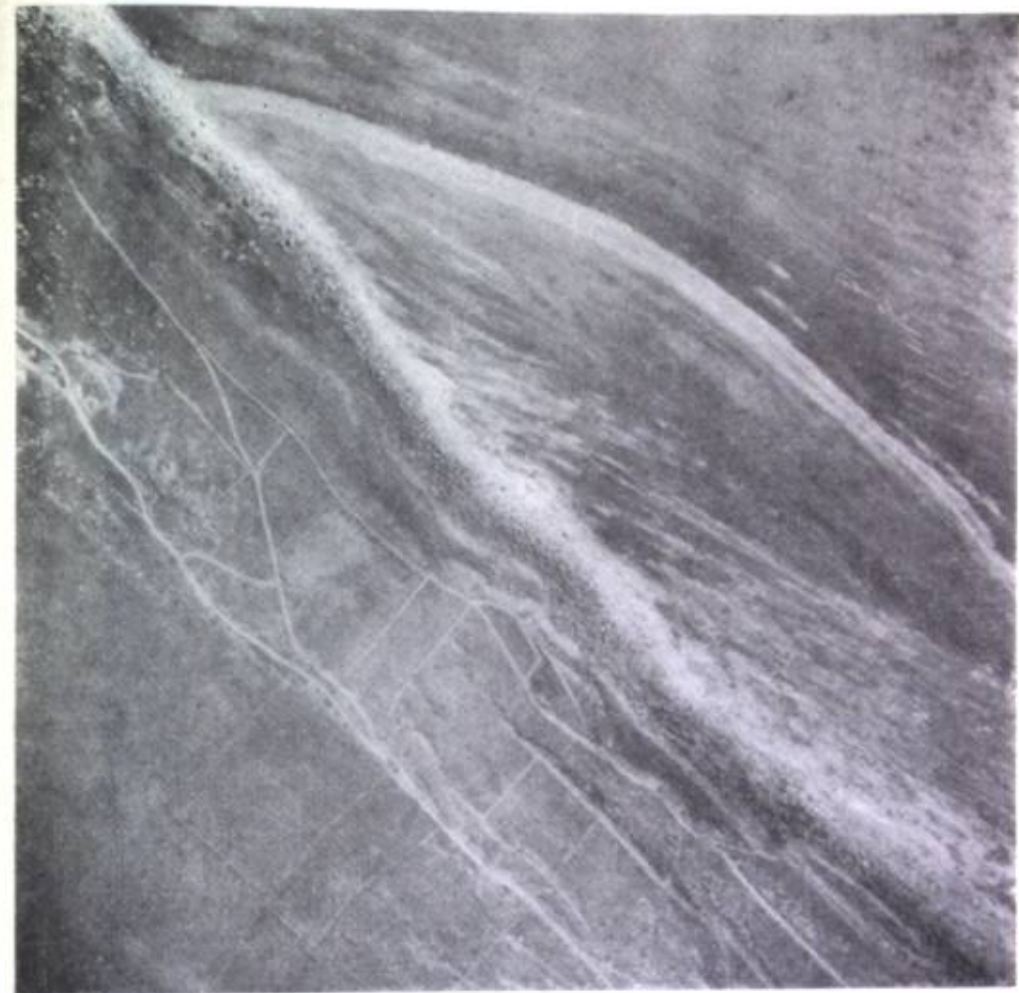


Рис. 1. Аэроснимок поверхности двух террас, отделенных абразионным уступом, ярко-красно маркирующим крайнюю молодую террасу (план). Вдоль уступа развалы глыб известняков
М. 1 : 510

промежутке времени, протекшем между периодами образования различных форм поверхности о-ва Кулалы.

К аналогичным выводам, на основании полевого дешифрирования аэроснимков, пришел И. А. Волков, который на материалах северо-западного побережья Каспийского моря убедился в том, что выше береговых линий 1805—1814 гг. имеются отложения с наличием обильного количества раковин *Cardium edule* L. Этот же исследователь на солончаке Келькор в западной Туркмении нашел следы, свидетельствующие о том, что трансгрессивно залегающие толщи с *Cardium edule* L. отложились еще до прорыва Аму-Дарьи в Каспий. Наконец, нами обнаружены двустворчатые раковины *Cardium edule* L. на поверхности плато о-ва Жилой вблизи маяка. Отметка плато, по нашим измерениям 1954 г., в этом месте достигает 14 м над уровнем Каспийского моря (—27,64), т. е. находятся на абсолютной отметке —13,64 м. Это также противоречит данным, приводимым П. В. Федоровым и указанным им для этого острова. Этот автор отмечает, что им были обнаружены отложения с *Cardium edule* L. совместно

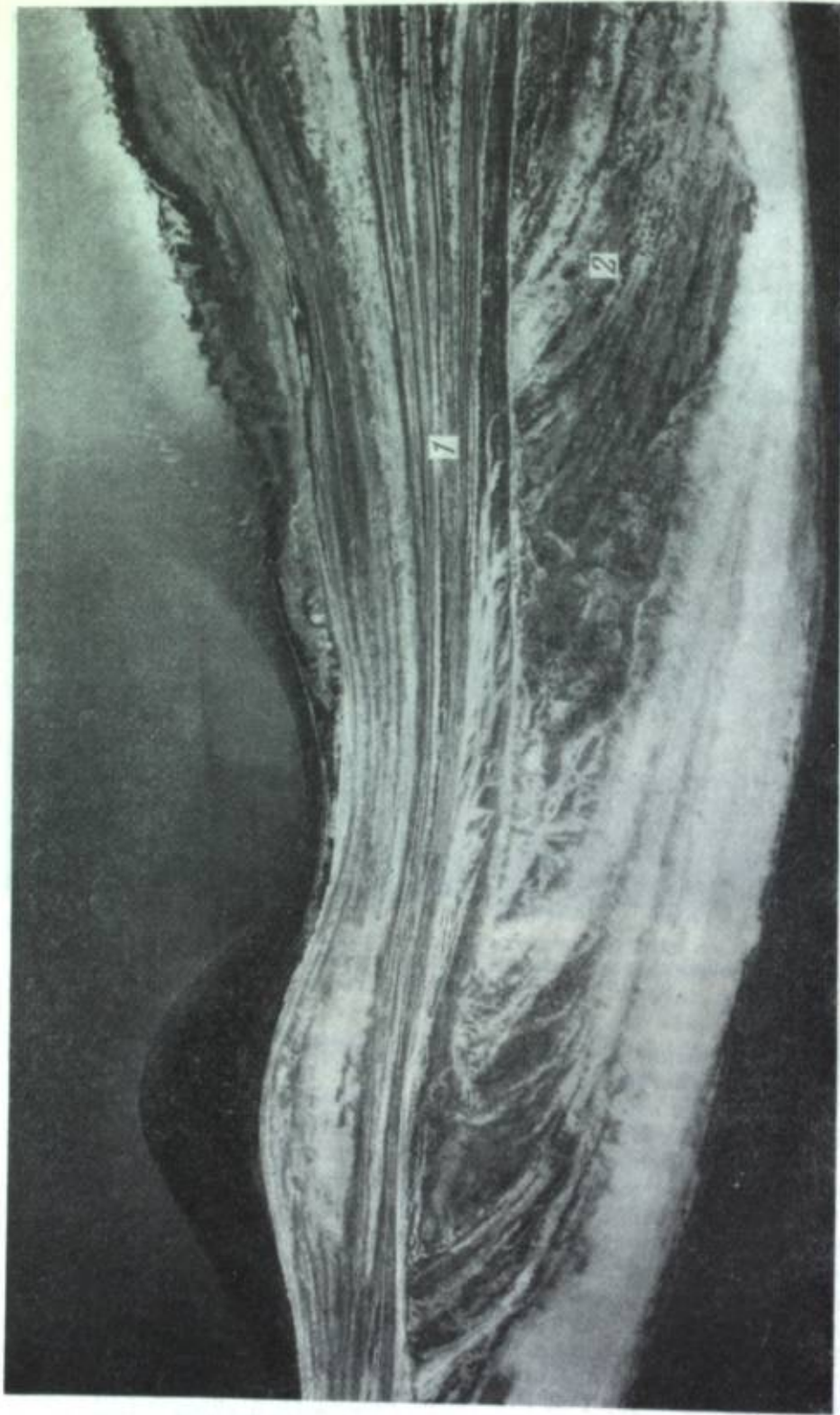


Рис. 2. Участок о-ва Кузала с изображением двух разновозрастных поколений береговых валов:
1 — молодые валы; 2 — рывные валы. М. 1:20 000

с остатками морской травы на высоте 6 м над уровнем Каспия. Исходя из того, что морская трава не может долго сохраняться, он в этом факте усматривал доказательства молодости новокаспийской трансгрессии, относя этот уровень к 1805 г. В действительности же на о-ве Жилом отложения этой трансгрессии поднимаются до 14 м над уровнем современного Каспия. Таким образом, анализ аэроснимков позволил внести некоторую ясность в дискуссионный вопрос о времени максимальной стадии новокаспийской трансгрессии. Правда, ошибка, допущенная П. В. Федоровым, так много сделавшим для выяснения колебаний уровня Каспийского моря в четвертичный период, вполне объяснима, так как в северной половине Каспия разница в отметках уровня максимальной стадии новокаспийской трансгрессии и высокого уровня в 1805—1814 гг. достигает всего 1—1,5 м; и только такой тонкий метод, как анализ аэроснимков, позволил выявить эту разницу с очевидной наглядностью.

При наличии плановых аэрофотоснимков количество нивелировочных профилей может быть сокращено до минимума, а необходимость в барометрическом нивелировании отпадает совсем. Гипсометрические отметки полноприбойных форм рельефа при наличии плановых аэрофотоснимков можно получить путем фотограмметрического измерения и, — что самое главное, — в камеральный период. Точность фотограмметрических измерений, если интересные относительные отметки находятся в пределах рабочей площади снимков, заснятых АФА с фокусом 100 мм, даже выше, чем при барометрическом нивелировании, допускающем погрешность до 2 м. Следы древних регрессий в результате последовавших затем трансгрессий выражены затопленными террасами, речными долинами и другими субэральными формами рельефа, лесов, человеческих поселений и т. д. При фотографировании мелководных участков морского дна многие из перечисленных объектов изображаются на аэрофотоснимках и могут быть опознаны при дешифрировании.

Широко применяемый ныне метод составления гидрографических карт, требующий значительной затраты труда, тем не менее не в состоянии дать исчерпывающей детальности рельефа.

В настоящее время успешно проводятся исследования, ставящие целью получение изображения глубин в мелководной части моря путем фотограмметрических и фотометрических измерений непосредственно на аэроснимках. Это возможно благодаря тому, что, с одной стороны, на паре перекрывающихся снимков можно получить стереоскопическое изображение рельефа, а с другой стороны, наблюдается зависимость плотности негатива от глубин. Возможность применения анализа аэроснимков для составления гидрографических карт при учете предполагаемого снижения уровня моря в ближайшие годы допускает решение таких вопросов, как выявление новых очертаний береговой линии, в частности, дельт Волги, Сулака, Самура, Куры, контуров залива Кара-Богаз-Гол и т. п.

Знание особенностей морского дна имеет большое значение и для нефтяников. Анализ аэроснимков позволяет с значительной точностью выявить не только характер рельефа нефтеносных площадей, но и закартировать различные грунты, выходы на морском дне коренных пород, определить не только их вещественный состав, но и возраст, что позволит составлять довольно детальные геологические карты морского дна и тем самым выявлять перспективные участки для поисков и разведочных работ на нефть. На основании анализа снимков нередко представляется возможным определить современные тектонические движения, а следовательно, и учесть их для практических целей.

Было бы ошибкой игнорировать признаки, свидетельствующие о том или ином направлении движения берега. Нет сомнения, что при комплексном изучении явлений на различных участках берега всегда станет возможным правильно подойти к решению вопроса. В. П. Зенкович считает, что наиболее верным признаком, указывающим на современные движения берега, является закономерное изменение высоты параллельных береговых валов. При равномерном понижении уровня моря или подъеме суши высота береговых валов уменьшается от берега к урезу воды, тогда как при повышении уровня моря или при опускании суши, наоборот, высота береговых валов увеличивается от берега по направлению к урезу воды.

При стереоскопическом изучении аэроснимков крупного масштаба эта закономерность может быть выявлена даже путем камерального дешифрирования. Если же имеется возможность воспользоваться специальной аэрофотосъемкой для этой цели, то рекомендуется проводить фотографирование аэрофотоаппаратом с коротким фокусным расстоянием и с наибольшей возможной низкой высотой. В этом случае на видимой стереомодели вертикальный масштаб будет значительно превосходить горизонтальный и относительная разность в высоте береговых валов будет подчеркнута.

В настоящее время для Каспийского моря признаки «погруженных берегов» могут служить надежным критерием установления участков с опускающейся сушей, так как в связи с эвстатическим понижением уровня за последнее время более чем на 2 м на других участках побережья будут образовываться широкие современные террасы и пляжи.

Для практики представляют большой интерес различные способы измерения длины волны¹. На аэрофотоснимках получается четкое изображение волны и нетрудно измерить расстояние между двумя рядом расположенными гребнями или ложбинами волны. Этот простой способ допускает измерения длины волны одновременно на более или менее обширной площади.

При наличии вторичных волн фотометрирование рекомендуется проводить на позитивах, снятых через матовое стекло, так как в этом случае получается расплывчатое изображение, открывающее склоны основных волн. При фотометрировании же негатива получается более сложный профиль.

Хорошие результаты измерения длины волны и разделения их на отдельные системы дает дифракционный метод, предложенный Ю. Д. Шариковым. Идея метода заключается в том, что плановый аэрофотоснимок взволнованной поверхности моря рассматривается как естественная дифракционная решетка. Хотя внешне фотоизображение волны мало похоже на решетку, тем не менее здесь наблюдается правильная периодическая повторяемость элементов, вследствие чего аэроснимок (негатив) взволнованной поверхности может рассматриваться как несовершенная дифракционная решетка, позволяющая получить фракционную картину с изображением центрального пятна и дифракционных максимумов яркости при точечном освещении.

Из теории дифракционной решетки известно, что положение дифракционных максимумов яркости на дифракционной картине определяется формулой

$$\sin L = \frac{n\lambda}{a+b}, \quad (1)$$

где L — угол между направлениями центрального луча и луча, отклоненного дифракционной решеткой;

¹ Разработаны Ю. Д. Шариковым при консультации К. С. Ляликова.

n — порядок наблюдаемого максимума (в рассматриваемом случае обычно наблюдается максимум первого порядка);

λ — длина волны света, проходящего через решетку (например, зеленой линии ртути с $\lambda = 546$ мм);

a — ширина светлого промежутка;

b — ширина темного промежутка.

Чтобы получить длину волны, нужно измерить на дифракционной картине расстояние между центральным пятном и одним из дифракционных максимумов. Это расстояние обозначим через K . Кроме того, необходимо знать (на установке для получения дифракционной картины) расстояние между негативом с изображением волн (дифракционной решетки) и экраном, на котором проектируется и фотографируется дифракционная картина. Это расстояние обозначим через C . Отношение $K : C$ представляет $\operatorname{tg} L$. При малой величине угла можно считать, что $\operatorname{tg} L = \sin L = \frac{K}{C}$.

Используя формулу (1), легко найти величину $a-b$, т. е. длину волны.

Кроме длины волны, дифракционная картина позволяет измерить направление волны. По аэроснимкам возможно также определение скорости распространения волны. Для этой цели используют пару перекрывающихся снимков с изображением на них неподвижных ориентиров (островов, буев, искусственных сооружений).

Так как эти снимки сняты с интервалом в 2—3 сек., то одна и та же волна на разных снимках окажется по отношению к неподвижным ориентирам расположенной на разных расстояниях. Зная время между экспозицией снимков и измеряя расстояния между изображением идентичных волн от неподвижных ориентиров на этих двух снимках, нетрудно определить и скорость распространения волны.

Для открытого моря, где нет неподвижных ориентиров и изображение морского дна отсутствует, Ю. Д. Шариков применил в качестве ориентиров искусственно созданные пятна подкрашенной воды. Для этого с самолета перед аэросъемкой сбрасывали колбы, наполненные красителем (например, флуоресцином), аэронавигационные бомбы или свертки мешковины, пропитанной раствором флуоресцина и привязанной к куску дерева.

Для определения скорости распространения волны применяют микрофотометр. Для этого на двух перекрывающихся аэроснимках фотометрируют изображение взволнованной поверхности моря по двум профилям, проведенным от каких-либо неподвижных ориентиров. Затем строят кривые, отвечающие профилям каждого снимка. Путем сопоставления идентичных кривых профилей обоих снимков определяют величину смещения волны в масштабе графика. В. В. Шудейкин предложил способ, при помощи которого по фотографии бликов на взволнованной поверхности воды можно определить наклон волны. Этот способ был использован В. Г. Здановичем и Ю. Д. Шариковым для определения наклона волны по изображениям бликов на аэрофотографии.

Ф. С. Зубенко приводит примеры зависимости некоторых форм рельефа мелководной части морского дна от течения. Мыслима и обратная возможность — устанавливать по формам рельефа наличие и направление течения. В некоторых случаях направление течения можно определить по оттенкам изображения воды; например, по грязно-серому тону можно заключить, что течение переносит значительное количество взвешенного материала.

Б. А. Шляпин

О «ПОСТОЯННЫХ» ТЕЧЕНИЯХ В КАСПИЙСКОМ МОРЕ

Вопрос о поверхностных течениях Каспийского моря до сих пор мало изучен, несмотря на большое число работ на эту тему.

Для глубоководной части моря принята цилиндрическая схема. Еще в старой лоции Каспия (1884 г.) было сказано: «Круговорот воды в Каспии идет начиная с устьев Волги, вдоль западного берега на юг...». То же найдем и в лоции 1908 г.¹

Н. М. Книпович попытался обосновать циклоническую схему. Он рассматривал ее как постоянную, устойчивую и считал ее осредненной или результирующей, полагая, что она — итог отдельных разнообразных перемещений поверхностного слоя воды. До сих пор одни авторы считают, что течение возбуждается стоком Волги и силой Кориолиса, другие считают течение чисто дрейфовым. Циклонический круговорот еще плохо подтверждается непосредственными наблюдениями. Скорость результирующего течения и сезонная его изменчивость не известны. На картах циклоническая схема изображается одинаково как для зимы, так и для лета². Для Северного Каспия предложены две исключаящие друг друга схемы — циклоническая и антициклоническая³.

За последние годы строились карты течений теоретическим путем — по распределению ветров над акваторией. Но на этом прогрессивном пути еще много трудностей. Карты ветра приходится строить по барическому полю над морем, при отсутствии достаточных наблюдений. Неясен вопрос о параметрах перехода от барического поля к распределению ветра в приземных слоях.

Допущения в этой методике значительно более рискованны, чем в формулах математической теории течений, не учитывающей влияния многих факторов: берегов, берегового и подводного рельефа, продольной неравномерности ветра, неравномерности ветра над всей акваторией моря. Эта теория имеет дело с установившимися течениями, чему не соответствуют поля ветра (для данной синоптической ситуации), которые имеют явно неустановившийся характер. Мы рассмотрим результирующие, осредненные течения как геометрическую сумму векторов бесконечно разнообразных перемещений поверхностного слоя под действием меняющегося поля ветра над морем. Мы полагаем, что течения Каспия имеют ветровое происхождение, вопреки мнению Н. М. Книповича, полагавшему, что течение вызывается горизонтальным — с севера на юг — градиентом

¹ Впоследствии эта схема разрабатывалась А. А. Лебединцевым, Н. М. Книповичем, А. И. Михалевским, В. А. Ледневым, Г. Н. Зайцевым, В. Б. Штокманом и др.

² Карты 28 и 29 Морского атласа, т. 2.

³ См., например, карту 38 1-го тома Морского атласа и карты 28, 29 2-го тома.

давления, силой Кориолиса, разностью плотностей воды между северной и южной частями моря и наклоном поверхности, вызванным обильным речным стоком на севере. И. Б. Шиндлер и А. А. Каминский считали, что первенствующую роль в образовании циклонической схемы течений Каспийского моря играет ветер. Исследованиями В. Г. Корта выяснено, что Нева не возбуждает морских течений даже в Финском заливе. Этот вывод можно отнести и к Волге.

С. Я. Щербак пишет, что «...влияния течения Волги в различные периоды на течения на Астраханском 12-футовом рейде подметить не удалось». Наконец, проведенными С. Н. Бобровым измерениями в 1952 г. подледных течений в нескольких десятках километров от устья Волги установлено полное отсутствие течений. Те же результаты получены ледовой экспедицией ВНИРО в 1934 г.

Циркуляция воды в Среднем и Южном Каспии, обусловленная разностью плотностей, захватывает больший ее слой. Скорость ее — порядка 0,5—1 см/сек («ползучие течения»).

Мы полагаем, что результирующее течение вызывается осредненным полем ветра над Каспием. При рассмотрении этого вопроса мы принимаем во внимание муссонную составляющую поля ветров, откуда вытекает реальность как циклонической, зимней, так и антициклонической, летней, систем течений. Согласно В. В. Шулейкину и В. Б. Штокману, схема дрейфовых течений в небольшом замкнутом море представляется в виде концентрических окружностей (в линиях тока). При смене муссонов понижение уровня достигает 0,2—0,3 м. В. В. Шулейкин пишет, что «именно такого порядка бывает та «невязка» между зимним и летним уровнями, которая возникает при анализе водного баланса моря без учета влияния муссонных сезонов». Из теории вытекает, что скорость прибрежного муссонного течения при диаметре моря 900 км и скорости ветра 10 м/сек равна 16 см/сек. По В. В. Шулейкину, на границе между морем и материком вектор ветра направлен под углом около 45° к нормали, проведенной в данной точке к общему направлению береговой линии. Муссонное течение следует параллельно береговой линии, в некотором удалении от нее.

Из теории известно, что в полосе прибрежного мелководья глубокого моря, где глубина меньше половины глубины трения ($H < 0,5 D$), поверхностное течение следует направлению ветра без заметного отклонения.

За свалом глубин, где $H > 0,5 D$, поверхностное течение отклоняется на 45° вправо от направления ветра (в северном полушарии), а суммарный (по глубине) поток — на 90° вправо. Первую зону будем называть мелководной, вторую — глубоководной. Граница между ними — область $0,5 D$ (рис. 1). Пусть первая зона практически отсутствует (т. е. берег приглуб), береговая линия совпадает с меридианом, и с моря дует ССЗ или СЗ ветер. Тогда уровень у берега понизится, и резко изменится температура воды в зависимости от подъема глубинных вод, т. е. здесь будет область «односторонней» дивергенции. При материковом ветре с ЮВ у берега будет повышение уровня и изменение температуры воды, т. е. образуется область «односторонней» конвергенции.

При глубоком море с весьма отмелым берегом (при такой же ориентировке берега) зоны дивергенции и конвергенции изменят свое местоположение: они будут совпадать с изобатой, отделяющей две характерные области моря ($H < 0,5 D$ и $H > 0,5 D$), т. е. переместятся от линии берега на ширину мелководной зоны.

При северо-западном ветре с моря у самого берега будет наблюдаться не понижение, а повышение уровня, так как составляющая ветра будет

направлена по нормали к берегу. Незаметное понижение уровня будет происходить в зоне дивергенции, т. е. в области $0,5 D$, где над свалом глубин возникает восходящее вертикальное течение.

При юго-восточном материковом ветре у уреза воды будет понижение уровня, так как составляющая ветра будет направлена от берега. Повышение уровня будет в зоне конвергенции, т. е. опять-таки в области $0,5 D$, где над свалом глубин возникнет нисходящее течение.

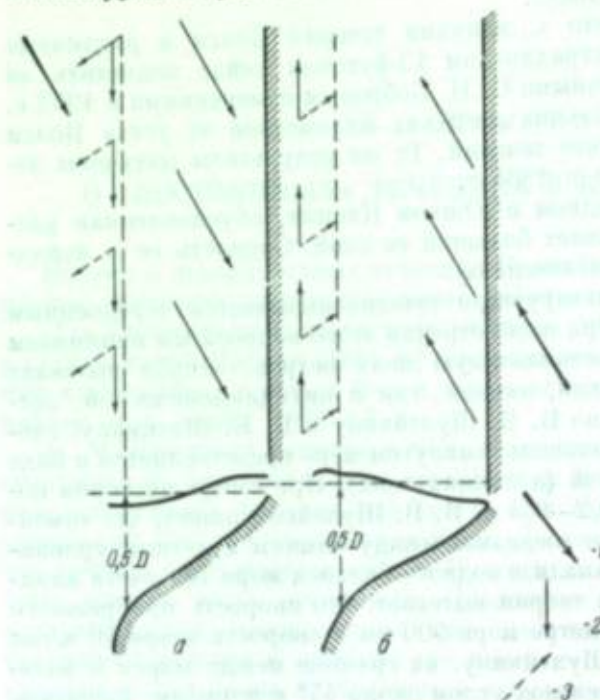


Рис. 1. Схема ветровых течений и изменения уровня у отмелого берега при северо-западном (а) и юго-восточном ветрах (б)

1 — направление ветра; 2 — направление течения; 3 — интегральный поток (по Эрману)

Вертикальные потоки обусловят наибольшую биологическую продуктивность (подъем биогенных элементов и аэрация), что подтверждается промысловой практикой в Каспийском, Охотском и других морях.

Зона $0,5 D$ совпадает также с осью наиболее мощного ветрового потока, потому что в направлении к центру стационарного циклона (антициклона), образованного морем, и в направлении к берегу скорость ветра уменьшается. Поэтому у восточного и западного берегов Каспийского моря стрежень южных и северных течений наблюдаются в некотором удалении от берега, приблизительно над свалом глубин. У восточного, более отмелого, берега стрежень течения будет находиться в большом удалении от уреза воды.

Г. В. Ржеплинский пишет: «...наличие стрежня северных течений над перегибом восточного свала глубин является, по-видимому, закономерным явлением... в том же месте наблюдается стрежень южных течений, развивающихся при действии северных ветров», и далее: «...у западных берегов в районе от мыса Амбуран до Махачкалы, согласно В. Б. Штокману, также наблюдается стрежень течения в удалении от берега, приблизительно над свалом глубин».

Устойчивая аномалия, достигающая 10° в июле и августе у восточных и западных берегов, свидетельствует об устойчивости процессов поднятия глубинных холодных вод на поверхность моря.

Зимние (юго-восточные) ветры у восточного берега понижают уровень моря, а летние (северо-западные) повышают его. Это противоречит теории дрейфовых течений глубокого моря. Наблюдающееся повышение уровня (нагон) летом, казалось бы, не может обусловить отрицательной аномалии температуры воды, которая как раз и наблюдается летом. Эти противоречия хорошо укладываются в нашу схему. Уровень повышается у берегов за счет нагона воды с мелководной прибрежной акватории.

Подъем глубинной холодной воды происходит в зоне свала глубин или в зоне дивергенции, возникающей в результате естественной реакции водных масс на совокупное воздействие рельефа дна и поля ветра.

Понижение уровня зимой и повышение его в теплую половину года вызывается атмосферным давлением, сальдо водного баланса и изменением температуры, а не только изменением водного баланса в продолжение года, как это принято думать.

М. А. Рыкачев в 1888 г. первый пришел к выводу о том, что распределение направления ветров на Каспийском море является классическим примером муссонного поля над круглым замкнутым водоемом. Н. М. Книпович, анализируя повторяемость направлений ветра по всем гидрометеостанциям Каспия, пришел к выводу, что распределение ветров, за редкими исключениями, подтверждает его циклоническую схему в холодную половину года.

А. А. Каминский в 1925 г. писал, что «...район Среднего и Южного Каспия находится под влиянием местных особенностей в распределении давления, и режим ветра здесь отражает взаимодействие моря и прилегающих к нему частей суши», а также что «с ноября по февраль над Средним и Южным Каспием обнаруживается на западной стороне явное преобладание ветров северных румбов с западной или восточной составляющей, в зависимости от конфигурации берега, на восточной же стороне преобладание переходит к юго-восточным и восточным ветрам».

Зимой над всей глубоководной частью моря существует хорошо выраженная муссонная пара сил, возбуждающая круговое течение против часовой стрелки.

По А. А. Каминскому, «в течение июня и июля как на западной, так и на восточной стороне Среднего Каспия, в связи с общим барическим рельефом, дуют ветры с северо-западной четверти горизонта. Над южным же Каспием северо-западный ветер преобладает на восточной стороне, на западной же стороне — ветер юго-восточной четверти. Здесь уже проявляется режим, управляемый местной особенностью барического рельефа». Но из того, что и на восточном и на западном побережьях Среднего Каспия летом дуют северо-западные ветры, нельзя сделать вывод об отсутствии влияния летней муссонной местной циркуляции. В это время года на восточном берегу северо-западные ветры заметно сильнее, чем на противоположном, западном, побережье. В этом и проявляется воздействие местного муссонного поля на ветровой режим Среднего Каспия. На восточном берегу происходит как бы сложение вектора местного летнего муссона с вектором генерального (общециркуляционного) ветрового потока, обусловленного «общим барическим рельефом», на западном же берегу — их вычитание.

Летом средняя скорость ветра больше на восточном берегу, как в южной части моря (Гасан-Кули и Ленкорань), так и в средней (форт Шевченко и Махачкала).

Здесь в крупном масштабе проявляется эффект поперечной неравномерности поля ветра¹, тем больший, чем больше разность в абсолютной величине векторов, образующих муссонную пару сил. Характер этой поперечной неравномерности в летний сезон позволяет предположить реальность летней антициклонической системы течений (по часовой стрелке).

Из карт полей ветра В. И. Пришлецова видно, что для средней части западного побережья в холодную половину года характерно разделение северо-восточного генерального ветрового потока Апшеронским

¹ Теория его дана В. Б. Штокманом.

полуостровом на две ветви: северную и южную. В случае длительного действия такой системы ветров циклоническое круговое течение в Среднем Каспии может прекратиться или смениться на обратное, тогда как в Южном Каспии оно сохранится и при этих условиях.

Несомненно, циклоническая система течений доминирует, поскольку мощность «тепловой машины второго рода» достигает максимума в холодную половину года, когда температурные градиенты между сушей и морем раза в 2 больше, чем летом.

В. Б. Штокман обнаружил в летнем сезоне южное течение у восточного берега, которое он квалифицирует как течение стационарного типа, «противоречащее установившемуся представлению (по Н. М. Книповичу)». Он оценивает роль ветра в этом районе «...как фактора, обуславливающего результирующую циркуляцию в сезонном и притом многолетнем разрезе».

А. А. Лебединцев наблюдал в летний сезон (по бутылочной почте) у восточного берега южное течение. То же отмечено экспедициями Института океанологии в районе форта Шевченко.

Надежно установлено, что в районе Баку — о-в Свиной «...отмечается постоянное общее течение на юго-запад, особенно устойчивое в зимнее время. В летнее время часто наблюдается течение на северо-восток».

По аналогии можно указать на примеры Аральского и Черного морей, где в теплое время года схема течений антициклоническая. Здесь установлены сменяющие друг друга, — наиболее экономные с гидродинамической точки зрения, — антициклоническая и циклоническая схемы течений. Трудность подтверждения наших схем наблюдениями заключается в том, что последних очень мало по глубоководной зоне, в частности на стрежне течений в области $0,5 D$. Влияние берегового рельефа на течения при береговых ветрах, а также причудливо изменяющегося в мелководной зоне подводного рельефа еще более усложняет картину течений и во времени, и в пространстве.

Измерения течений на плавучих маяках и наблюдения Океанографического института с морских сооружений нефтяников и со специальных судов (1950—1952 гг.)¹ показывают заметное преобладание южных течений в средней части западного побережья над северными. Равнодействующая скорость оказалась равной 4—5 см/сек.

По П. И. Усачеву, ризосоления появилась впервые на Каспийском море 7 октября 1934 г. в районе Астрабадского залива; к 15 сентября 1935 г. она дошла до района Средне-Жемчужной банки, пройдя за 340 дней 1100 км, или 4 см/сек. Ее путь пролегал вдоль восточного берега, так как в западной части моря ризосоления не наблюдалась. Конечно, на протяжении 340 дней неоднократно происходили возвратные перемещения ее с севера на юг в результате смены направления ветров и течений.

Зимой циклоническую схему поддерживают ветры скоростью около 5 м/сек. По ветровому коэффициенту Н. Н. Струйского, скорость течений составит 7,5 см/сек и будет средней скоростью «чистого» муссонного (зимнего) течения, что согласуется и с теоретической формулой В. В. Шулейкина. Отсюда вытекает, что скорость «чистого» антициклонического течения равна 3,5 см/сек. Если допустить, что устойчивость течений пропорциональна их скорости, то циклоническая система будет примерно в 2 раза устойчивее.

¹ Под руководством автора настоящей статьи.

Из двух схем результирующих течений в Северном Каспии — циклонической (В. А. Леднева, 1937) и антициклонической (А. И. Михалева, 1934) — последняя лучше увязывается с ветровым полем теплого времени года. О зимней ветровой схеме говорить не приходится из-за наличия льда. В летний сезон в Забурунье и Гурьеве дуют северо-западные ветры, в Прорве — северные и в северной части о-ва Кулалы — юго-восточные, что может вызвать только антициклонический круговорот поверхностных вод. В этом же убеждает нас характер поперечной неравномерности ветрового потока.

1. При восточном переносе средняя скорость ветра убывает с юга на север: Кулалы — 6,3 м/сек, Бурунчук — 6,1, Прорва — 5,0, о-в Пешной — 4,2.

2. При юго-восточном генеральном потоке средняя скорость ветра убывает в направлении с юго-запада на северо-восток: Кулалы — 6,1 м/сек, Бурунчук — 5,9, о-в Пешной — 5,1.

3. При северо-восточном потоке средняя скорость увеличивается с северо-запада на юго-восток: Забурунье — 3,9 м/сек, о-в Пешной — 4,0, Бурунчук — 6,7.

Такое поле ветров вызывает антициклоническую схему. В Северном Каспии, как и в Аральском море, господствует круговорот течений по часовой стрелке. С большой долей вероятности можно предполагать, что эта поперечная неравномерность ветра обусловлена летним местным муссоном, так же как и в Аральском море, где летняя муссонная циркуляция обнаружена недавно В. С. Самойленко и В. С. Ромашкиным.

Б. А. Шлямин

О ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЙ НА КАСПИЙСКОМ МОРЕ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ РЕГУЛИРОВАНИЯ

1. Степень суровости зим в районах Северного Каспия, а следовательно, и процессы льдообразования зависят исключительно от особенностей циркуляции атмосферы в данном году.

Теплые зимы обуславливаются преобладанием западно-восточного переноса воздушных масс, при котором циклоны перемещаются на восток и северо-восток через центральные и северные районы (ЕтС). Средние по суровости зимы отмечаются при восточном переносе воздушных масс в результате наступления гребня Сибирского максимума давления на Казахстан и Каспийское море. В такие зимы в северо-восточной части моря льдообразование начинается в первой декаде ноября, распространяясь отсюда на запад.

Суровые зимы наблюдаются при значительном ослаблении широтного, западно-восточного переноса масс воздуха. В такие зимы активно действуют Карско-Таймырский и Гренландский максимумы давления, обуславливая длительные вторжения арктического воздуха на ЕтС и Каспийское море. Суровые зимы характеризуются ранним и устойчивым замерзанием Северного Каспия, большой мощностью и продолжительностью ледового покрова. Толщина льда в некоторых районах превосходит 1 м. Для получения представления об изменчивости суровости зим в табл. 1 приведены суммы градусо-дней мороза с 1920 по 1954 гг. для некоторых пунктов Каспийского моря.

За последние семь лет на Каспии отмечены две весьма суровые зимы — 1949/1950 и 1953/1954 гг., характеризовавшиеся необычайно тяжелыми ледовыми условиями. Таких зим не было с 1929 г. Эти зимы чрезвычайно резко отличаются от так называемых средних и даже суровых зим, таких, например, как зима 1931/1932 г. В зиму 1953/1954 г. в Махачкале было 539 градусо-дней мороза, тогда как в суровую зиму 1931/1932 г. их было только 276, а в мягкую зиму 1947/1948 г. — всего 8.

С 1882 г., т. е. за 75 лет наблюдений, отмечены только 3 чрезвычайно суровых зимы, отличающихся тяжелыми ледовыми условиями в Апшеронском районе: зимы 1928/1929, 1949/1950 и 1953/1954 гг. Таким образом, вероятность необычно суровых зим составляет всего 4%. Эта же цифра получена и И. Е. Бучинским.

За 1300 лет (с 670 по 1954) можно насчитать около 50 чрезвычайно суровых зим; вероятность их тоже составляет примерно 4%.

Тепло адвекции постоянного течения из Среднего Каспия (вдоль восточного берега), соленость и глубину Северного Каспия можно считать

Таблица 1

Суммы градусо-дней мороза

Годы	Главный Сулак	Махачкала	Дербент	Артем
1920—1921	-133,0	-127,7	-46,4	—
1921—1922	-100,0	-94,2	-23,4	—
1922—1923	-10,0	-13,7	-3,6	—
1923—1924	-8,0	-11,5	-2,6	—
1924—1925	-167,0	-150,9	-58,2	-11,9
1925—1926	-28,0	-25,6	-9,8	-0,6
1926—1927	-243,0	-217,9	-90,3	-6,3
1927—1928	-300,0	-271,2	-73,3	-10,1
1928—1929	-358,0	-321,0	-141,9	-16,3
1929—1930	-31,0	-34,3	-6,6	-5,4
1930—1931	-45,0	-44,9	-22,2	-2,2
1931—1932	-307,0	-276,2	-50,0	-0,9
1932—1933	-126,3	-133,4	-21,5	—
1933—1934	-73,4	-57,8	-13,7	-2,1
1934—1935	-92,1	—	-51,9	-10,7
1935—1936	-3,1	—	-1,3	—
1936—1937	-168,1	-160,2	-78,1	-13,2
1937—1938	-14,0	-16,3	-0,5	—
1938—1939	-36,8	-38,0	-17,6	-4,8
1939—1940	-110,2	-94,7	-45,5	-11,9
1940—1941	-65,2	-64,8	-34,2	-3,5
1941—1942	-219,9	-183,9	-51,3	-8,7
1942—1943	-90,8	-98,5	-36,3	-2,7
1943—1944	—	—	-5,4	—
1944—1945	—	—	—	-7,5
1945—1946	-86,1	-87,0	—	-2,4
1946—1947	-219,0	-218,4	-73,6	-7,2
1947—1948	-7,0	-7,6	-3,9	—
1948—1949	—	-296,2	—	-12,8
1949—1950	-348,0	341,2	-221,2	-40,5
1950—1951	—	-85,0	-51,5	-4,3
1951—1952	—	-33,4	-19,9	—
1952—1953	—	-29,7	-7,2	—
1953—1954	—	-538,5	-239,1	-18,8
Средние . .	-125,5	-135,8	-48,4	-8,9
Максимальные . . .	-358,0	-538,5	-239,1	-40,5

(для наших целей) практически мало изменяющимися из года в год. Во всяком случае эти изменения можно не учитывать при долгосрочном прогнозе суровости зим и ледовых условий. Тем не менее принос тепла течением с юга играет значительную роль в замедлении льдообразования и юго-восточном углу Северного Каспия (включая и Уральскую бороздину). Этот постоянно действующий фактор нельзя не учитывать при

краткосрочном прогнозе начала льдообразования по отдельным районам, так же как изменение солености и глубины.

Чрезвычайные по суровости зимы и необычайно тяжелые ледовые условия (толщина льда до 1 м и выше, объем массы льдов, в 2—3 раза превышающий норму и т. п.) создаются в результате мощных и частых вторжений на Каспий арктического воздуха, сопровождающихся штормовыми ветрами северных румбов и большим сгоном воды из северной части моря. Отсюда — уменьшение глубины, солености и тепла адвекции, приносимого течением из Среднего Каспия. Эти условия способствуют быстрому образованию неподвижного ледяного покрова почти на всей акватории Северного Каспия. В дальнейшем подобная же синоптическая ситуация обычно сопровождается выносом тяжелых льдов далеко на юг. Усиливающееся под действием ветров холодное южное течение вдоль западного берега препятствует быстрому таянию льдов и способствует процессам местного льдообразования.

Итак, северные ветры создают и суровую зиму, и мощный поток дрейфующих тяжелых льдов на юг, что обуславливает также существенное изменение гидрологических условий.

2. В период, непосредственно предшествующий льдообразованию, когда температура воздуха становится отрицательной, начинают резко преобладать потери тепла водой на теплообмен с значительно более холодной атмосферой и на обратное излучение.

Потери тепла на испарение оказываются в среднем в 3,5 раза меньше суммы потерь на теплообмен с атмосферой и на излучение. Уменьшение потерь тепла на испарение в рассматриваемый период происходит в полном соответствии с уменьшением суммарной солнечной радиации, причем эти компоненты теплового баланса оказываются за любой отрезок времени предельно примерно равными по абсолютной величине. Отмеченные особенности характерны и для других морей, замерзающих зимой.

Определим величину теплосодержания воды как количество тепла Q , которое необходимо затратить на повышение температуры столба воды сечением 1 м^2 , высотой h от ее температуры замерзания τ до средней ее температуры от поверхности до дна v'_w .

$$Q = 10^8 (v'_w - \tau) h.$$

В предзимний период охлаждение воды обуславливается в основном процессами теплообмена с атмосферой и обратной радиации. Известна очень удобная для расчетов формула, которая объединяет два указанных процесса теплоотдачи:

$$q = (v_w - v_a) 3 \cdot 10^8 \text{ кал/м}^2 \text{ сутки};$$

здесь q — количество тепла в г кал, отдаваемого 1 м^2 поверхности воды за сутки;

v_w — температура воды на поверхности;

v_a — температура воздуха.

Чтобы определить число суток N до начала льдообразования, следует разделить Q на q ; тогда получим:

$$N = \frac{Q}{q} = 3,3h \frac{v'_w - \tau}{v_w - v_a}. \quad (1)$$

Для Каспийского моря, соленость воды которого меньше критической солености ($24,7\%$), более рационально член τ в формуле (1) заменить членом θ (температура наибольшей плотности).

Формулой учитываются многие факторы, определяющие льдообразование: соленость (τ или θ), глубина, теплосодержание воды (v'_w) и, наконец, такой важный фактор, как различие между температурой воды на поверхности (v_w) и температурой воздуха (v_a). Не учтено влияние ветра, однако роль его противоречива: с одной стороны, он, увеличивая испарение, способствует дополнительному охлаждению воды и тем ускоряет ее замерзание; с другой стороны, он возбуждает адвективные процессы в связи со сгоном или нагоном или в связи с турбулентным перемешиванием, вызванным волнением и течениями. С учетом тепла адвекции постоянных течений формула приобретает следующий окончательный вид:

$$N = 3,3h \frac{v'_w - \theta}{v_w - v_a - n}, \quad (2)$$

где n — член адвекции.

3. Высказывались мнения о том, что уменьшение солености и глубины северной части моря в связи с падением его уровня в 30-х годах обусловило ухудшение ледовых условий. Посредством несложных расчетов можно показать несостоятельность этой точки зрения.

Если предположить еще более низкую температуру воздуха, то пропорционально уменьшится различие в сроках льдообразования воды разной солености (табл. 2). Итак, различие в сроках наступления льдообразования, обусловленное соленостью, незначительно и при прочих равных условиях обратно пропорционально жесткости мороза.

Таблица 2

Величины N при различных течениях S (‰) и v'_w
($h = 5 \text{ м}$; $v_a = -15^\circ$, $v_w = 0^\circ$)

S , ‰	Значения v'_w					
	4	5	6	7	8	... 15
0	0	1,1	2,2	3,3	4,4	12,1
3	0,7	1,8	2,9	4,0	5,1	12,8
6	1,4	2,5	3,6	4,7	5,8	13,5
9	2,1	3,2	4,3	5,4	6,5	14,2
12	2,8	3,9	5,0	6,1	7,2	14,9
15	3,5	4,6	5,7	6,8	7,9	15,6

Как показывают наблюдения, средняя соленость Северного Каспия уменьшилась с 1930 г. всего на $1,5\%$, что оказало на скорость льдообразования ничтожное влияние.

Так же невелико влияние на ледовые условия уменьшения глубины Северного Каспия в связи с падением уровня с 1929 г. Дело в том, что значительное уменьшение объема воды Северного Каспия сопровождалось соответственным уменьшением площади его акватории из-за осушки огромных площадей прибрежного мелководья. До понижения уровня

площадь Северного Каспия равнялась 114 800 км², после снижения она составила 86 000 км²; соответственно объемы равны 690 и 479 км³. Отсюда вытекает, что если до снижения уровня средняя глубина Северного Каспия составляла 5,9 м, то сейчас она примерно на 0,3 м меньше, что для определения характера льдообразования на всей акватории северной части моря несущественно в сравнении с более мощным действием синоптической ситуации в предзимний и зимний сезоны.

4. Определим тепло адвекции, приносимое в Северный Каспий течениями с юга. В климатическом справочнике указано, что зимой температура поверхностного слоя воды у восточного берега на 3° выше, чем у западного (на той же широте). Выяснено, что средняя скорость зимнего циклонического течения равна 7,5 см/сек. Принимая (по данным В. Б. Штокмана и Г. В. Ржеплинского) вертикальную мощность северного течения у восточного берега равной 30 м и ширину основной струи в 50 км, находим, что за зиму северное течение доставляет к южной границе Северного Каспия $0,25 \times 10^{19}$ млн. кал тепла. По-видимому, северное течение проникает несколько севернее этой границы, особенно в восточной части моря. Есть много оснований полагать, что тепло адвекции, приносимое течением, не распространяется в зону между линией берега и изобатой 4,5—5 м (о чем можно судить, например, по неизменяемости толщины льда вдоль профилей в этой зоне). Отсюда можно принять, что площадь акватории Северного Каспия, подверженная влиянию теплого течения, составляет около 40 тыс. км². Тогда приток адвективного тепла в среднем будет равен

$$0,7 \times 10^6 \text{ кал/м}^2 \text{ сутки.}$$

Ту же цифру получили недавно другими способами Е. Г. Архипова и Л. Е. Веселова. Применительно к юго-восточному району Северного Каспия для того значения адвекции, которое только что было получено, формула (2) будет иметь вид

$$N = 3,3h \frac{v_w - Q}{v_w - v_a - 2,4} \quad (3)$$

Этот теоретический результат хорошо совпадает с данными наблюдений.

5. В феврале 1950 и 1954 гг. создались весьма тяжелые ледовые условия вдоль всего западного побережья — от Махачкалы до Апшерона. Лед разрушил тогда эстакады и основания морских нефтепромысловых сооружений и причинил большие убытки народному хозяйству. Встал вопрос о борьбе с этим грозным явлением природы. Предлагались проекты льдоградительных сооружений в непосредственной близости от нефтепромыслов.

Требования большей устойчивости льдозащитных дамб из-за мощного напора тяжелых приносимых льдов, крупной волны открытого моря и больших глубин (до 25 м) в непосредственной близости от морских нефтяных сооружений весьма удорожат строительство льдозащитных сооружений. Кроме того, мобильность промысла (оставление старых и освоение новых нефтяных площадей) находится в противоречии со стационарным характером льдозащитных дамб, которые должны представлять собой капитальнейшие сооружения. Наконец, следует иметь в виду малую вероятность катастрофических разрушений приносимыми льдами морских сооружений. Опыт показывает, что такие разрушения возможны лишь

в чрезвычайно суровые зимние месяцы типа зим 1929, 1950 и 1954 гг., вероятность которых, как уже указывалось, составляет всего 4%. Вероятность же катастрофических разрушений на морских нефтепромыслах еще меньше: по-видимому, около 3% (поскольку не в каждую такую зиму возможны разрушения). Так, в зиму 1949/50 г. нефтяные промыслы Апшеронского района не пострадали, так как тяжелые приносимые льды прошли мористее. Все эти обстоятельства следует учитывать и искать других мер борьбы со льдом.

Приобретают большое значение вопросы долгосрочного прогноза чрезвычайно суровых зим, — а следовательно, подхода тяжелых приносимых льдов к морским нефтепромыслам западного побережья, — и проблемы регулирования ледовых условий на Северном Каспии — на месте образования тяжелых льдов.

В основу долгосрочного прогноза подхода тяжелых льдов можно положить следующие положения.

а) Катастрофические разрушения морских нефтяных сооружений в Апшеронском районе тяжелым приносимым льдом возможны лишь в чрезвычайно суровые зимы (типа зим 1929, 1950 и 1954 гг.), которые распространяются на все море и вероятность которых в среднем составляет около 4%.

б) Известно также, что наибольшего развития ледяной поток дрейфующих вдоль западного побережья льдов достигает к 15—20 февраля. В районе Апшеронского полуострова появления местного и приносимого льда можно ожидать либо во второй, либо в третьей декаде февраля. Если вопрос о том, будет или не будет в данном году чрезвычайно суровая зима, можно было бы решить, основываясь на циркуляционном режиме января и состоянии льдов в северной части моря, то этим была бы решена задача прогноза подхода тяжелых льдов к району Апшерона с достаточной заблаговременностью (в 20 дней). Такая возможность может быть реализована по методу Г. А. Вангенгейма. Этот автор пишет: «Вероятность того, что преобладающая в данном месяце циркуляция типа С (обуславливающая исключительно суровые зимы. — Б. Ш.) удержится на второй месяц, достигает 91%...».

Можно поступить и иначе, а именно — воспользоваться формулами (1) и (2) для прогноза сроков появления местного льда в пунктах западного побережья Среднего Каспия, так как известно, что местный лед образуется здесь лишь в чрезвычайно суровые зимы.

Проблема регулирования ледовых условий Каспийского моря еще мало разработана, хотя имеет жизненно важное значение для морского нефтяного хозяйства. Здесь можно наметить три пути:

- 1) отсечение в Северном Каспии мелководной, ледовой акватории (или ее значительной части) дамбой;
- 2) ликвидация мелководной, ледовой акватории (или ее значительной части) путем изъятия на орошение из рек, впадающих в Каспийское море, значительного объема воды без какой-либо компенсации падения уровня (посредством возведения дамбы в Северном Каспии, переброски воды из рек других бассейнов и т. п.);
- 3) отклонение теплого течения дамбой в районе Кулалинского банка.

Последний проект требует больших экспедиционных исследований.

Результаты сравнения величин, вычисленных по этой формуле, с натурными измерениями Виленского и Глуховского приведены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, совпадение теории и практики довольно хорошее.

Таблица 1

Сравнение экспериментальных и теоретических данных

Высота волны, м	Длина волны, м	Давление (кг) на пог. м стандартной сваи		Высота волны, м	Длина волны, м	Давление (кг) на пог. м стандартной сваи	
		по измерениям	по формуле			по измерениям	по формуле
1	20	32	25	6	120	—	150
2	40	52	50	7	140	—	175
3	60	72	75	8	160	—	200
4	80	92	100	9	180	—	225
5	100	112	125				

Для определения суммарного давления разбитой волны на сваю — от поверхности волнового уровня до дна — следует воспользоваться известным экспоненциальным законом уменьшения высоты волны с глубиной и проинтегрировать получаемые по формуле (2) величины p .

Б. А. Шлямин

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ВОЛНЕНИИ НА КАСПИЙСКОМ МОРЕ

Наибольший интерес для нефтяников моря представляет вопрос об ударе волн о сваю. При разрешении этой задачи теории и экспериментаторы сталкиваются с большими трудностями. В. В. Шулейкин показал, что если препятствие это представляет собой совершенно отвесную стенку, простирающуюся от поверхности моря до самого дна, то волна просто отражается от нее; возникающие при этом силы оказываются довольно малыми, — все дело сводится здесь к непосредственному давлению волны, правильно отражающейся от «зеркала». Это давление можно легко вычислить на основе обычных уравнений гидродинамики.

Свая как раз и является такой вертикальной стенкой (или элементом последней), простирающейся до дна. То, что она имеет не плоскую, а цилиндрическую поверхность, не имеет принципиального значения. В этой связи можно было бы заменить термин «отражение» термином «рассеяние». Для определения давления P на некоторую площадь F принята теоретическая формула

$$P = k_p F v^2, \quad (1)$$

где k — коэффициент формы (для цилиндра равный 0,62);

ρ — плотность воды ($\rho = 1$).

При диаметре сваи 0,33 м и длине 1 м

$$P = 0,02 \rho \cdot v^2. \quad (2)$$

По нашим наблюдениям, скорость подхода волны к свае равна начальной скорости v_0 выброса частиц:

$$v_0 = \sqrt{2gl}, \quad (3)$$

здесь l — высота выброса частиц (по нашим наблюдениям, во время сильных штормов она доходит до 8 м); откуда $v_0 = 12$ м/сек.

Примерно с такой же скоростью подходит к свае переносная волна. При $\rho = 1$ по формуле (2) давление волны на 1 пог. м сваи составит около 3 т.

По теоретическим формулам для давления на вертикальную стенку неразбитой, отражающейся волны высотой h мы получили следующую расчетную формулу:

$$P = 0,02h + 0,1 \frac{h^2 \tau}{\lambda m^2},$$

где h — высота волны, м;

λ — длина волны, м.

А. Н. Балусев

СХЕМА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ВОЛГО-КАСПИЙСКОМ РАЙОНЕ В СВЯЗИ СО СТРОИТЕЛЬСТВОМ ВОЛЖСКИХ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Институтом Гидрорыбпроект в 1955 г. разработана схема рыбохозяйственных мероприятий в Волго-Каспийском районе в связи со строительством волжских гидроэлектростанций, рассмотренная и рекомендованная к утверждению совещанием в Астрахани 24 апреля, техническим советом Министерства рыбной промышленности СССР 5—6 июля и коллегией МРП СССР 19 июля 1956 г. Схема имеет целью определить гидрологические и гидробиологические изменения в режиме Волги, вызванные строительством на реке Горьковской, Воткинской, Чебоксарской, Куйбышевской, Сталинградской ГЭС, учесть их влияние на условия воспроизводства рыбных запасов в Волго-Каспийском районе, подсчитать ущерб, который будет нанесен гидростроительством рыбному хозяйству этого района, и наметить необходимые рыбохозяйственные мероприятия по компенсации и восстановлению ущерба, наносимого сооружением ГЭС рыбному хозяйству Волго-Каспия.

Рыбная промышленность до последнего времени не имела утвержденной схемы рыбохозяйственных мероприятий в Волго-Каспийском районе в связи с гидростроительством, в которой был бы полностью учтен весь волжский каскад гидростанций и уточнены данные о современном уровне рыбного хозяйства Волго-Каспия, пересмотрены (с учетом последних данных) перспективы его развития, определено влияние гидростроительства на запасы рыб в этом районе и разработан комплекс реальных и практически осуществимых мероприятий, необходимых для восстановления потерь рыбного хозяйства, определены объем, стоимость, порядок и сроки осуществления этих работ.

При проектировках прошлых лет и в предложениях ВНИРО (в 1951 и 1954 гг.) исходили из условия, что уровень Каспийского моря к 1965 г. снизится на 2,5—4,0 м, в связи с чем площадь Северного Каспия, как основная нагульная площадь для полупроходных рыб Волго-Каспия, резко сократится и практически потеряет свое значение.

Проблема сохранения запасов полупроходных рыб этими проектировками решалась путем строительства в дельте Волги нагульных хозяйств, по типу прудовых, на площади от 221 до 553 тыс. га. Кроме того, предлагалось строительство морской дамбы, которая перегородила бы Каспийское море и отделила Северный Каспий от остальной части Каспийского моря. Однако объем и стоимость этих работ были

таковы, что само осуществление намечаемых мероприятий становилось нереальным. В самом деле, для создания 220—550 тыс. га прудовой нагульной площади в дельте необходимо провести огромное строительство с капиталовложением порядка 3—5 млрд. руб. Эксплуатация такого рода хозяйства потребует огромных ежегодных затрат и вызовет коренную ломку всей структуры рыбной промышленности бассейна.

Строительство морской дамбы через Каспийское море, предложенное в свое время В. Е. Селицким и Г. В. Беллавиным, а затем другими авторами, в том числе и Б. А. Аполловым, совсем нереально. Союз технико-экономической экспертизы Госплана СССР в 1951 г. детально рассмотрел этот вопрос и отклонил проект¹.

Таковыми же дефектами страдали как схемы и проекты Росрыбстроя 1950—1951 гг., так и предложения ВНИРО 1951—1954 гг., и потому эти проекты и предложения были признаны нежизненными.

Гидрорыбпроект положил в основу своей схемы следующие условия.

1) Разрабатываемые мероприятия должны базироваться на современном уровне знаний и рыбоводной технологии.

2) Мероприятия при их осуществлении должны быть самостоятельными и независимыми, а осуществление их должно быть неотложным. Они должны решать задачу сохранения рыбного хозяйства Волго-Каспия самостоятельно и не зависеть от других возможных мероприятий, могущих быть осуществленными в перспективе. Предусматриваемые схемой мероприятия — дела сегодняшнего дня, и привязывать их к далекой перспективе (т. е. после 1965—1970 гг.) нельзя.

а) Для рыбного хозяйства весьма важно, чтобы уровень Каспия не снижался; для поддержания уровня моря требуется переброска воды из других бассейнов.

б) Для целей самотечного обводнения дельты необходимо, чтобы в истоке Бузана у Верхне-Лебяжьего был регулирующий гидроузел. Поэтому расположение там Нижне-Волжской ГЭС или постройки самостоятельного распределительного узла нужно всемерно приветствовать. Однако свои сооружения и мероприятия мы проектируем, исходя из отсутствия там гидроузла. Если же он там впоследствии будет построен, то это только улучшит и облегчит работу запроектированных в схеме сооружений в дельте.

3) Исходные положения, которые должны лечь в основу проекта, должны быть реальными и рентабельными. Они не должны быть излишне оптимистичными, так как это уменьшило бы масштаб необходимых мероприятий и в конечном итоге эти меры оказались бы недостаточными для покрытия ущерба, наносимого рыбному хозяйству.

Ко времени составления схемы Центральный институт прогнозов (ЦИП) дал свои прогнозы на пятилетия 1955—1959 и 1956—1960 гг., по которым ожидается увеличение годового стока Волги у Сталинграда в пределах нормы, т. е. 257 см³. В этом случае, если бы не было потерь на водохранилищах, можно было бы ожидать некоторого повышения уровня моря.

При учете изъятия стока рек на заполнение водохранилищ и потерь воды в них ожидается снижение уровня Каспийского моря к 1960 г. по сравнению с 1955 г. на 30 см. Для последующего периода — до 1970 г. — представляется наиболее вероятным дальнейшее снижение уровня до

¹ Ввиду отсутствия технико-экономических обоснований. — Ред.

1 м. В случае возобновления маловодного периода 1930—1946 гг., если в Приволжье не будет развиваться орошение, уровень моря может снизиться до 1,9—2,0 м.

Согласно существующим проектам переброска стока северных рек (Печоры, Вычегда, Северной Двины) в бассейн Камы и Волги, Каспийское море получит дополнительное ежегодное питание в размере 25—45 км³, что при условии подачи воды с 1970 г. приведет к прекращению падения уровня Каспийского моря. При этих условиях в ближайшей перспективе на 15—20 лет условия нагула рыбы в Северном Каспии не будут резко ухудшены при снижении уровня моря до 1,0—1,2 м от современного.

Сущность рассматриваемой схемы заключается в следующем. В Северном Каспии основное значение для народного хозяйства имеет Волго-Каспийский район: сохранение рыбного промысла и сырьевой базы этого старейшего в нашей стране рыболовного района является важной народнохозяйственной задачей. Современные уловы рыбы в этом районе достигают 3 млн. ц в год. Рыбное хозяйство района по условиям своего воспроизводства связано с Волгой. Нерестилища проходных рыб (осетровых, белорыбицы, сельди) располагаются в русле Волги на протяжении 2,0—2,5 тыс. км от дельты по Волге — до Горького, по Каме и Белой — до Уфы. Нерестилища полупроходных рыб размещаются в пойменно-полойной системе дельты Волги. Однако плотины Куйбышевской и Сталинградской ГЭС и проектируемой Нижне-Волжской (Астраханской) ГЭС отрезут доступ проходным рыбам к их естественным нерестилищам. При строительстве ГЭС в низовьях Волги полностью ликвидируются нерестилища белуги, белорыбицы и сельди-черноспинки, а воспроизводство осетра, севрюги и волжской сельди сохранится в самой незначительной степени (10—13%).

Для размножения и жизни в Волго-Каспийском рыболовном районе полупроходных рыб (воблы, леща, судака, сазана) огромное значение имеют дельта Волги и ее пойменно-ильменная система, заливаемая паводковыми водами. Из рассмотрения волжского стока и уловов полупроходных рыб можно установить, что повышенному стоку соответствуют повышенные (с интервалами через 3—4 года) уловы, и наоборот, пониженному стоку соответствуют (также через 3—4 года) пониженные уловы.

Сравнение половодий для характерных лет 1924, 1931 и 1937 гг. в бытовых условиях и при зарегулированном стоке Волги показывает, что сток весеннего половодья Волги у Сталинграда уменьшается в среднем на 42,8%, что составляет 56,1 км³.

Сокращение стока вызывает, во-первых, уменьшение размера заливаемой площади нерестилищ в дельте Волги с 800—900 до 500—600 тыс. га, а в маловодный год — с 600 до 400 тыс. га; во-вторых, сокращение половодного периода и ухудшение качеств заливаемой площади.

Для исчисления потерь рыбного хозяйства в результате строительства гидроэлектростанций на Волге был определен (в схеме) расчетный уровень уловов, за который по всем видам рыб волжского происхождения приняты средние уловы по Северному Каспию за десятилетие 1944—1953 гг. и для осетровых — с 1950—1954 гг.

Исходя из расчетного уровня уловов и пользуясь данными уменьшения площадей нерестилищ, были определены потери рыбного хозяйства по видам рыб общим весом 1305 тыс. ц (табл. 1).

Сущность компенсационных мероприятий для восполнения потерь в рыбном хозяйстве состоит в следующем.

Таблица 1

Расчетные уловы, величина потерь и восстановление наносимого ущерба в тыс. ц

Виды рыб	Расчетный улов (современный)	Потери уловов	Восстановление уловов по схеме
Осетровые и белорыбица	102	93	110
Сельди	477	249	—
Сазан	211	101	233
Лещ	626	300	405
Судак	298	143	278
Вобла	556	267	180
Крупный частик	423	152	99
Всего	2693	1305	1305

1. МЕРОПРИЯТИЯ В ОТНОШЕНИИ ПРОХОДНЫХ РЫБ

Воспроизводство проходных рыб (осетровых и белорыбицы) осуществляется только за счет искусственного разведения на рыбоводных заводах интенсивного типа с общим масштабом 100 тыс. ц при общей площади прудов 754 га. По схеме предусмотрено строительство девяти осетровых заводов, размещенных по Главному и Кировскому банкам в дельте Волги. Стоимость одного завода, по аналогии с заводами Бертюль и Икрное, — около 9 млн. руб., а девяти заводов — 83 млн. руб. Кроме того, намечено строительство одного экспериментального рыбоводного завода «Правый Раздор» по разведению молоди осетра в дельте Волги стоимостью 8,1 млн. руб. Имеются довольно обоснованные предположения о возможности двукратного в течение лета выращивания осетровой молоди. Это увеличит промысловый возврат сумм, затраченных на строительство осетровых заводов, до 200 тыс. ц (вместо привитых по схеме 100 тыс. ц). Кормовая база Каспийского моря для осетровых допускает такое увеличение рыбного стада.

Для разведения белорыбицы приняты три рыбоводных завода; стоимость одного завода — 9,3 млн. руб., трех заводов — 28 млн. руб.

Методика искусственного разведения сельдевых не разработана, поэтому в схеме предусматривается, что поддержание запасов сельдевых в данное время должно происходить исключительно за счет максимальной охраны остающихся мест естественного размножения. Потеря сельдевых охраны остающихся мест естественного размножения. Потеря сельдевых (по схеме) определена в размере 232 тыс. ц. Эти потери в весовом отношении замещаются большим количеством сазана, леща, судака, воблы и пр. Далее предусматривается строительство специального экспериментального сельдевого хозяйства стоимостью 2,8 млн. руб. То же следует сказать и о мероприятиях по миноге, биотехника разведения которой еще не разработана.

Таким образом, предлагаемая схема не только решает вопросы ликвидации ущерба по проходным рыбам, наносимого рыбному хозяйству строительством электростанций, но и расширяет их воспроизводство, поскольку кормовая база моря при современном режиме и в будущем не лимитирует численности проходных рыб.

2. МЕРОПРИЯТИЯ В ОТНОШЕНИИ «ПОЛУПРОХОДНЫХ» РЫБ

Ущерб по полупроходным рыбам согласно расчетам определяется в 1195 тыс. ц. Для компенсации этого ущерба в схеме предусматриваются:

- 1) создание интенсивных нерестово-выростных хозяйств — рыбхозов;
- 2) обводнение и мелиорация естественных нерестилищ.

В задачу рыбхозов входит обеспечение нереста производителей судака, сазана и леща и выращивание молоди этих видов до жизнестойкой стадии с последующим выпуском в море. Это мероприятие обеспечивает промысловый возврат в количестве 558 тыс. ц.

Строительство рыбхозов предполагается провести на базе реконструкции существующих хозяйств Севкаспрыбвода и хозяйств, намеченных к новому строительству на площади 30 тыс. га.

Реконструкция существующих рыбхозов будет заключаться в переводе на механическое водоснабжение, так как заливание водоемов рыбхозов паводковыми водами (в результате зарегулирования стока Волги) окажется невозможным. Необходимые капиталовложения на реконструкцию существующих в дельте Волги шестнадцати рыбхозов на площади 12 тыс. га определяются в 38,5 млн. руб. Для вновь намечаемых схемой рыбхозов на общей площади в 18 тыс. га за аналог принят запроектированный рыбхоз в Травинском районе Астраханской области на механическом водоснабжении со строительными затратами 5,59 тыс. руб. на 1 га. Соответственно на 18 тыс. га стоимость строительства выразится в сумме 100,62 млн. руб.

Общая строительная стоимость новых и реконструкция существующих рыбхозов с учетом энергоснабжения составит 140,1 млн. руб.

Недостающую долю покрытия ущерба в 637 тыс. ц схемой предусматривается возполнить за счет обводнения и мелиорации естественных нерестилищ.

Для обеспечения планируемых уловов в 637 тыс. ц необходимая площадь обводнения и мелиорации естественных нерестилищ (если принять эффективность 1 га естественных нерестилищ в 3 ц) определится в размере $(637 : 3) 212$ тыс. га.

Большой инженерной задачей является создание крайне необходимого для естественного нереста гидрологического режима на площади 212 тыс. га, расположенной в Бузанской системе рек, между Мокринским и Белинским банками, и в Болдинской системе рек, между Белинским и Кировским банками. Эта территория не будет заливаться в половодья и приобретет характер полупустыни, потеряв всякую ценность для рыбного и сельского хозяйства. Предусмотренные в схеме обводнение и мелиорация естественных нерестилищ позволят избежать этого и сохранить заливные сенокосы, которые, помимо их нерестового значения, используются в данное время 42 рыболовецкими и сельскохозяйственными колхозами также для получения сена. В данное время по заданию Министерства электростанций СССР Южгипрорыбхозом (в Ростове и/Д) составлена схема орошения участков земли в дельте Волги с учетом перспективного развития сельского хозяйства; эта схема учитывает намечаемые нашей схемой мероприятия по естественным нерестилищам и строительству рыбхозов.

Таким образом, обводнение и мелиорация естественных нерестилищ становятся необходимыми и целесообразными как для рыбного, так и для сельского хозяйства. Решение задачи обводнения сводится к регулированию паводковых расходов воды Бузана и Болды с помощью продоль-

ных дамб, которые разделят Бузанскую и Болдинскую системы на три массива.

Расчеты заливания естественных нерестилищ на площади в 212 тыс. га до глубины 0,3—0,6 м показали, что создается также нужный уровень воды и на полях, который не вызывает подпора в истоке Бузана, поэтому нет оснований опасаться перераспределения стока в месте ответвления Бузана от Волги. При условии строительства одних продольных дамб и головных шлюзов в зарегулированных условиях для года с 50% обеспеченностью можно залить площадь естественных нерестилищ в размере 101 тыс. га вместо 212 тыс. га. Для заливания же всей площади в 212 тыс. га схема сжатия паводкового потока продольными дамбами дополнена мелиоративными работами по ложу. Вся территория между продольными дамбами разделяется на отдельные нерестово-выростные водоемы (ильмени) и покрывается сетью каналов с шлюзами через прибрежные возвышенности. На основных руслах Бузана и Болды никакие перегораживающие сооружения не предусмотрены, чем обеспечивается беспрепятственный проход производителей на нерест. На пересечении дамб с рукавами второго-четвертого порядка намечено устройство шлюзов для наполнения и сброса воды.

В момент пика половодья сбросные шлюзы закрываются и горизонт воды в нерестово-выростных водоемах (ильменах) фиксируется на уровне половодья; к моменту сброса воды и ската молоди в море горизонт будет снижаться на величину потерь. Для предотвращения этого потока воды с помощью шлюзов и продольных дамб могут быть направлены в отдельные секции, и тем самым отрегулируется самотечная подача воды в водоемы — ильмени. В ложе каждого из нерестово-выростных водоемов предусмотрена сеть канав, которые будут ликвидировать остаточные водоемы; кроме того, каждый ильмень предполагается связать с основными руслами соединительными канавами, которые соответственно потребным расходам будут расширяться, расширяться и углубляться; благодаря этому обеспечивается полная проточность ильменей. Соединительные каналы одновременно прорежут прирусловые возвышенности и позволят затопливать нерестово-выростные водоемы при более низких горизонтах воды. При помощи шлюзов на продольных дамбах и шлюзов в дамбах отдельных нерестово-выростных водоемов можно даже в самые маловодные годы получать необходимые расходы для наполнения и поддержания горизонта воды на площади 212 тыс. га.

Забранное шлюзами количество воды в маловодный год будет являться только частью расхода воды, движущейся по основным руслам Бузана и Болды, что необходимо для захода производителей на нерест и для ската молоди в море.

Общая стоимость обводнения и мелиорации естественных нерестилищ определяется в сумме 308,6 млн. руб. Из этой суммы на продольные дамбы и головные шлюзы предполагается затратить 165,4 млн. руб., а остальную часть — 143,2 млн. руб. — намечено отнести на устройство нерестово-выростных водоемов внутри дамб.

В качестве второго мероприятия намечено сооружение рыбоводных устьевых каналов для улучшения условий захода производителей из моря в дельту и для ската молоди в море. Созданием 10 каналов длиной по 16 км будет достигнуто укрупнение устьевых рукавов, расчистка и поддержание необходимых глубин на рыбоводных банках. Ведущим явится Белинский транспортный канал, остальные девять — рыбоводного значения. Устьевые рыбоводные каналы окажут благоприятное влияние на работу рукавов восточной системы.

Таким образом, устройство каналов принесет пользу рыбной промышленности, сельскому хозяйству и речному транспорту. Общий объем дноуглубительных работ — 24 млн. м³. Стоимость каналов составит 162 800 тыс. руб., из них 60 млн. руб. на Белинский канал.

Перечисленные мероприятия по осетровым рыболовным заводам и по перестро-вырастным хозяйствам приняты постановлением Совета Министров СССР от 15 августа 1953 г. и рекомендациями технического совета Министерства рыбной промышленности от 15 мая и 18 сентября 1951 г. Остальные мероприятия выявлены в результате всех изложенных проектных проработок при составлении схемы. Общая сметная стоимость — 778,5 млн. руб. Комплекс намеченных мероприятий полностью компенсирует 1305 тыс. ц предполагаемых потерь.

Нарушение естественных условий размножения рыб начнет сказываться на уловах с 1958 г. и к 1961 г. достигнет резкого снижения — порядка 1200 тыс. ц, далее, к 1975 г., еще 100 тыс. ц, главным образом за счет осетровых.

Осуществление предусмотренного схемой комплекса мероприятий должно обеспечить восстановление потерь по уловам в 1967—1970 гг.

За счет переработки 1305 тыс. ц улова, полученного от рыболовных мероприятий, разработанных в схеме, рыбная промышленность даст стране 1 млн. ц рыбной продукции и около 40 млн. банок консервов. В результате реализации этой продукции в бюджет будет поступать ежегодно 284 млн. руб. накоплений. Следовательно, 778 млн. руб. капиталовложений на рыболовные мероприятия покроются суммой накоплений, которая будет получена в течение двух с небольшим лет.

Л. Г. Виноградов

ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ КАСПИЙСКИХ РЫБ В УСЛОВИЯХ ЗАРЕГУЛИРОВАННОГО СТОКА ВОЛГИ

Для суждения о будущей кормности Каспийского моря Всесоюзным институтом морского рыбного хозяйства и океанографии был проведен ряд работ: эксперименты по выживанию в воде различной солености каспийских животных, сопоставление продуктивности различных водоемов и различных районов Каспийского моря и выяснение зависимости между многолетними рядами биомассы планктона и бентоса, с одной стороны, и многолетними рядами показателей гидрологического режима — с другой. Кормовая фауна Каспийского моря (зоопланктон и зообентос) распадается на несколько комплексов, каждый из которых по-своему реагирует на изменение гидрологического режима моря и каждый из которых служит основной пищей той или иной рыбе или группе рыб.

Б е н т о с. Среди донного населения Северного Каспия можно отметить четыре комплекса.

1) Морской комплекс образован средиземноморскими (по происхождению) выходцами и вселенцами: митилястером, сердцевидкой, нерейсом¹. Этот комплекс преобладает и на больших прибрежных пространствах Среднего и Южного Каспия, где к нему присоединяются такие соленолобивые реликтовые формы, как клювовидная дрейссена, дрейссена Гримма и ряд видов дидаки. В Северном Каспии этот комплекс занимает наиболее глубокие и открытые районы и Уральскую бороздину.

Формы морского комплекса играют огромную роль в питании взрослых осетровых. Так, нерейс (по Соколовой) составляет в Северном Каспии 34—52% пищи осетра и до 39% пищи севрюги. Митилястер в Среднем и Южном Каспии временами составляет всю пищу осетровых (на что указывал еще Шорыгин).

2) Комплекс солоноватоводных форм — многоформенной дрейссены, монодакны и трехгранной дидакны — в Северном Каспии занимает открытые районы с соленостью от 3—5 до 10—12‰. По данным Шорыгина, моллюски, входящие в солоноватоводный комплекс, составляют 64% пищи взрослой воблы (по данным Бириштейна — 70%). До снижения уровня Каспийского моря этот комплекс развивался и в некоторых заливах южных частей моря (например, в заливе им. Кирова), однако сейчас значение его там ничтожно.

3) Комплекс слабосоленатоводных и прибрежных форм — адакн, высших ракообразных (олигохет, амфаредит и личинок хирономид — за-

¹ К этому комплексу в последнее время присоединился еще средиземноморский моллюск синдесмия, в 1949 г. пересаженный в Каспийское море Каревичем.

нимает в Северном Каспии широкую прибрежную полосу, тянущуюся от Чапурьей косы мимо дельты Волги к устью Урала и далее к Прорве и Бурунчуку. Моллюски этого комплекса стремятся занять слабо осолоненную воду с более или менее устойчивым гидрологическим режимом. В отличие от моллюсков, черви и ракообразные этого комплекса переносят резкие колебания солености и поселяются в предустьевых пространствах, богатых приносимыми рекой пищевыми веществами, но не пригодных для жизни моллюсков из-за неустойчивой солености. Черви и ракообразные (без адаки) образуют высокую биомассу также и в некоторых районах Среднего и Южного Каспия. Формы комплекса составляют 72% пищи леща и значительно больше половины пищи молоди воблы и осетровых (Шорыгин).

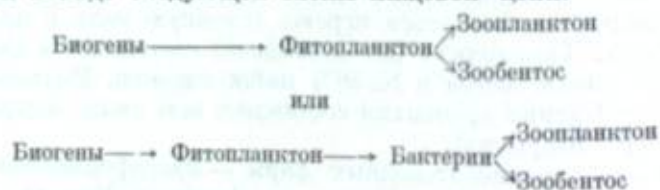
4) Комплекс волжской дельты и авандельты занимает зону, где пастбищается сазан. Большинство форм кормовых организмов, входящих в этот комплекс, — чисто-пресноводные. По ряду причин (ввиду мелководности района, сильной изрезанности береговой линии и пр.) зона комплекса не захватывалась при обычных съемках бентоса, и потому материал по многолетним колебаниям его биомассы не получен.

П л а н к т о н. В планктоне также могут быть выделены комплексы пресноводных, эвригалинных и солонолюбивых форм в Северном Каспии, а также неретических форм и форм открытого моря в Среднем и Южном Каспии. Рассмотрим колебания распределения планктона в целом в Северном Каспии и планктона открытых вод — в Среднем.

Планктон служит пищей сельдей и килек в Северном, Среднем и Южном Каспии с тем лишь отличием, что в Северном Каспии он поедается преимущественно молодь пелагических рыб, а в Среднем и Южном — всеми их возрастными. Пищей молоди частиковых рыб планктон является только на начальных этапах их жизни (еще в пресных водах).

Из всех комплексов каспийской фауны наибольшее количество наблюдений с наибольшей полнотой приходится на солоноватоводный комплекс Северного Каспия, служащий основной пищей воблы.

В последнее время был распространен взгляд, что приток биогенных элементов со стоком рек и подъем их из зоны аккумуляции в «верхние продуцирующие слои воды» вызывают «параллельное изменение» кормовой базы рыб (бентоса и планктона) (Шорыгин). Этот взгляд иначе может быть выражен в виде следующей схемы пищевой цепи:



Однако эта схема подтверждается только в отношении планктона и бентоса Среднего и Южного Каспия, что же касается северной части моря, то сопоставление многолетней динамики бентоса и фитопланктона, а также бентоса и концентрации или стока биогенных элементов не подтверждает такую схему ни в отношении всей совокупности животного населения Северного Каспия, ни для большинства составляющих его компонентов. Особенно разительны в этом смысле данные по биомассе фитопланктона и зообентоса. Правда, они относятся к периоду появления, массового развития и последующего спада средиземноморского вселенца — диатомовой водоросли ризосолении. Однако нет связи и между обилием бентоса и биогенов, данные по которым получены за вполне типичный много-

летний период. Другое представление о первичной кормности Северного Каспия было изложено еще Баром в 1854 и 1860 гг., считавшим, что «наибольшее количество питательных веществ для моря образуется, по-видимому, при устьях Волги и Урала в лесах камыша». Эти питательные вещества вместе с питательными веществами, приносимыми реками, главным образом Волгой, используются, по Бару, беспозвоночными, которые, в свою очередь, служат пищей рыбам. (На эти мысли Бара обратили особое внимание Карзинкин и Бириштейн). К детриту, образовавшемуся в результате разложения жесткой растительности, и к взвешенному органическому веществу, выносимому Волгой, несомненно, добавляется детрит, производимый мягкой растительностью дельты и авандельты, и детрит, производимый морским фитобентосом. Однако в качестве первого приближения можно принять, что количество детрита, как несомненно Волгой, так и вымываемого ею из зарослей жесткой и мягкой растительности, должно быть пропорционально жидкому стоку реки. Действительно, при первой же попытке установить зависимость между жидким стоком Волги и обилием бентоса в Северном Каспии обнаруживалась ясная связь этих двух рядов величин. Коэффициент корреляции для периода 1935—1953 гг. составил $+0,511 \pm 0,198$.

Еще более ясную зависимость от жидкого стока Волги показал солоноватоводный бентосный комплекс, занимающий в Северном Каспии районы, удаленные от волжской дельты, и потому чрезвычайно чувствительный к колебаниям в приносе питательных веществ. Коэффициент корреляции для того же периода составил в данном случае $+0,571 \pm 0,180$ для западной половины Северного Каспия и $+0,863 \pm 0,068$ для восточной.

Значение волжского стока для солоноватоводного комплекса, разумеется, не исчерпывается приносом пищевых веществ (Каревич). В многоводные годы происходит опреснение Северного Каспия, что благоприятно отражается на количественном развитии монодакны, дрейссен, трехгранной дидакны. В маловодные годы соленость в северной части моря возрастает и угнетает эти виды моллюсков. Кроме того, угнетающее действие на развитие солоноватоводного комплекса оказывают высокие паводки Волги, создающие в море целый ряд заморных явлений (Бириштейн). Особенно велик ущерб, причиняемый паводком в западной половине Северного Каспия, где, например, многоводный 1947-й год оказался чрезвычайно неблагоприятным для представителей солоноватоводного комплекса.

Наконец, развитие комплекса зависит от масштаба стогно-нагонных явлений. Каревич показала, что многие каспийские моллюски, попадая в неблагоприятные для них условия солености, могут изолироваться от внешней среды, плотно сжав створки раковин, и сохранять жизнеспособность до двух недель. Более длительное пребывание моллюска в неподходящей для него среде приводит к его гибели. Общая зависимость биомассы солоноватоводного комплекса от совокупного действия всех четырех факторов (стока Волги, размеров паводка, солености северной части моря и устойчивости гидрологического режима) ясно выступает при вычислении коэффициента множественной корреляции. Он составляет для восточной части $0,940 \pm 0,031$ и для западной $0,858 \pm 0,071$.

Такой высокий коэффициент корреляции позволяет уверенно прогнозировать обилие кормовой базы воблы при условии достоверного гидрологического прогноза. Из всех комплексов бентоса солоноватоводный комплекс оказывается наиболее чувствительным к предстоящим изменениям. Если принять, что осолонение северной части моря будет умеренным, то окажется, что кормовая база воблы с каждым падением уровня моря на 1 м будет сокращаться на 55—60%, хотя площадь Северного Каспия

уменьшится всего на 14—20%. Более устойчива кормовая база леща, молоди воблы и молоди осетровых.

Комплекс прибрежных и слабосоленатоводных форм примыкает к самой дельте Волги и к устью Урала. Ракообразные и черви комплекса, по-видимому, всегда получают достаточно детрита. Он проходит сперва мимо них и только затем попадает к формам солоноватоводного комплекса. Адакны западной половины Северного Каспия даже в некоторые маловодные годы, именно благодаря близости комплекса к реке, оказываются в условиях благоприятной для них солености. Однако все прибрежные формы сильно страдают от больших паводков, главным образом вследствие неблагоприятного кислородного режима, создающегося при резкой солевой стратификации (Бирштейн, Романова). Правда, зависимость количественного развития комплекса слабосоленатоводных и прибрежных форм от стока Волги менее ясно выражена, чем у солоноватоводного комплекса.

Так, коэффициенты корреляции между обилием ракообразных, олигохет, амфаретид и личинок хирономид, с одной стороны, и годовым стоком Волги, с другой стороны, составили: в восточной части Северного Каспия $-0,451 \pm 0,240$, в западной $-0,587 \pm 0,218$. Связь между стоком Волги и биомассой адакн в западной половине северной части моря несколько выше: $-0,639 \pm 0,171$. Такая зависимость, разумеется, не может быть использована для прогноза; можно только предполагать, что падение всей кормовой базы леща в западной половине Северного Каспия, ракообразных и олигохет в восточной будет пропорционально сокращению площади соответствующих районов моря. Иначе обстоит дело с адакнами в восточной половине северной части моря. Там эти моллюски страдают от сильных паводков в многоводные годы и от повышения солености в маловодные годы. Зависимость ясно выражена корреляционным отношением $0,864 \pm 0,070$ и может использоваться в целях прогноза. С каждым снижением уровня моря на 1 м кормовая база леща, молоди воблы и осетровых будет сокращаться на 13—21%.

Морской комплекс, составляющий основу донного населения Среднего и Южного Каспия и некоторую часть донного населения Северного Каспия, живет за счет фитопланктона. В отношении двух важных компонентов его (митилистера и каспийской дрейссены) известно (Брискина), что они питаются фитопланктоном, а биомасса обоих комплексов в западной половине Северного Каспия оказалась тесно связанной с годовым ходом уровня моря (коэффициент корреляции $-0,670 \pm 0,184$). Эти данные подтверждают мнение Зенкевича, Персидского и Шорыгина об увеличении интенсивности вертикальной циркуляции при снижении ее базиса в годы падения уровня моря. Обогащение поверхностных слоев воды биогенами, поднимающимися из зоны аккумуляции, приводит к усиленному развитию фитопланктона, морского и солонолюбивого реликтового комплексов донного населения и зоопланктона Среднего и Южного Каспия.

В восточной половине Северного Каспия биомасса представителей морского комплекса находится в ясной прямой зависимости от солености этого района моря. Корреляционное отношение между двумя рядами величин (биомассы и солености) оказывается равным $0,947 \pm 0,028$.

Таким образом, при снижении уровня моря и некотором росте солености в северной его части кормовая база взрослых осетровых будет находиться в удовлетворительном состоянии. Принимая во внимание малые (сравнительно с частичковыми рыбами) размеры их стад и способность свободно переносить соленость Среднего и Южного Каспия, эта кормовая база будет достаточна для их потребностей.

Сходное положение наблюдается и в отношении зоопланктона Среднего и Южного Каспия с тем, однако, отличием, что планктон, видимо,

энергично используется потребляющими его рыбами, — килькой и сельдями; имеется определенная связь между уловами некоторых пелагических рыб, размножение которых не связано с состоянием заливов и рек, и гидрологическими факторами, способствующими развитию зоопланктона. Обилие планктона в Среднем Каспии, где велись наиболее систематические наблюдения, оказывалось большим в годы заметного падения уровня моря и после особенно суровых зим, способствующих вертикальной циркуляции. Коэффициент корреляции между весенней (апрельской) биомассой зоопланктона на разрезе Дивичи — Кендерли и годовым ходом уровня моря составил $-0,996 \pm 0,004$. Подобная зависимость для летнего периода (августа) менее ясна ($-0,545 \pm 0,514$).

Несколько успокаивающими оказались также числа, характеризующие кормовую базу молоди сельди и кильки в Северном Каспии. По Л. А. Лесникову, зоопланктон Северного Каспия чрезвычайно страдает от сильных паводков Волги. Л. А. Лесников даже связывает более обильное в августе (чем в июне) развитие зоопланктона с сезонными изменениями стока Волги. При рассмотрении данных этого исследователя бросается в глаза слабое развитие зоопланктона в Северном Каспии в многоводные годы. К сожалению, в его материалах (что отмечает и сам автор) нет данных по маловодным годам. Действующие здесь причины могут быть многообразны, но особенно существен прямой вынос планктонных организмов в неподходящие для них солевые зоны. Добавочным подтверждением изложенных закономерностей развития каспийского планктона и каспийского бентоса, на наш взгляд, может служить то обстоятельство, что они объясняют отмеченное Державиным, Чугуновым и Шорыгиным наблюдаемое иногда чередование периодов высоких уловов бентофагов (главным образом воблы) и планктофагов (сельди и кильки). Хуже обстоит дело с учетом кормовой базы хищных рыб, из которых важнейшим является судак, и рыб, откармливаемых в авандельте (сазан). Мы считаем, что сокращение кормовой базы судака будет по крайней мере пропорционально сокращению площади Северного Каспия. Принимая во внимание ожидаемое увеличение солености в северной части моря, этот взгляд вряд ли можно считать излишне пессимистичным. Следует ожидать также и сокращения ареала нагула сазана при падении уровня моря в связи с серьезнейшими изменениями в очертаниях дельты и авандельты.

Таким образом, анализ современной количественной зависимости между развитием бентоса и планктона, с одной стороны, и рядом наиболее точно учитываемых гидрологических факторов, с другой, приводит к выводу, что наибольшее сокращение испытывает кормовая база рыб, дающих важнейшую часть улова, а именно — полупроходных частичковых. Для успешного воспроизводства этих рыб необходимо не только способствовать их размножению в дельте Волги, но и провести мероприятия по поддержанию уровня моря. Наилучшим из таких мер представляется увеличение стока Волги, что позволит не только стабилизировать уровень и режим Северного Каспия, но и улучшить условия размножения группы рыб, кормовая база которых подвержена меньшим опасностям (сельдей). Увеличение стока Волги — наиболее подходящая мера для поддержания уровня моря и с точки зрения сохранения стада осетровых рыб. Они могли бы сохраниться при современном успешном решении проблемы их разведения и при резком падении уровня, однако трудно допустить, чтобы они легко приспособились к тому гидрологическому режиму северной части Каспийского моря, который создан бы в случае сооружения дамбы между Северным и Средним Каспием, в частности, к необходимости преодолевать рыбоходы, сделанные в дамбе.

В цепи наших рассуждений имеется, однако, один существенный дефект, с которым мы пока вынуждены мириться. Мы принимаем, что вынос Волгой детрита пропорционален ее жидкому стоку, и полагаем, что ее биогенный сток не претерпит существенных изменений. Эти предположения недостаточно доказаны. Здесь должны быть предъявлены серьезные требования к ботаникам системы Академии наук СССР в отношении изучения всей растительности Каспийского моря и дельты — от фитопланктона до жесткой и мягкой растительности. Ценную работу мог бы провести Астраханский заповедник, если бы он выяснил процесс отдачи морю жесткой растительностью органического вещества (подобно исследованию сотрудника заповедника Горбунова — в отношении водоемов дельты). Чрезвычайно важно было бы поставить изучение переноса и трансформации детрита в Северном Каспии, что могли бы осуществить ГОИН или ИОАН. Наконец, чрезвычайно важно начать самым серьезным образом изучение питания кормовых беспозвоночных Каспия; эта задача прямо относится к ВНИРО.

Таков взгляд на будущее кормовой базы каспийских рыб при условии, что увеличение солености Северного Каспия будет умеренным. Однако осолонение будет небольшим только в случае, если при снижении уровня моря не сократится сток через восточные рукава Волжской дельты. Если же это предположение окажется несправедливым, осолонение восточной половины Северного Каспия может принять угрожающие размеры. Правда, осолонение северной части моря может вызвать даже некоторый рост общей биомассы бентоса, приходящейся на единицу площади дна моря (на 3—12%) вследствие продвижения на север высокопродуктивных сололюбивых средиземноморских выходцев и вселенцев — сердцевидки, митиллестера, нерейса. Однако это увеличение общей биомассы бентоса не сможет возместить сокращения площади Северного Каспия и коснется лишь наиболее осолоненной зоны, недоступной для полупроходных члениковых рыб. Поэтому такие основные для питания, например, воблы, моллюски, как дрейссена, адакна, монодакна, сильно сократят свое пространство или вовсе потеряют кормовое значение. Из числа массовых форм выпадут также многие виды ракообразных. Наконец, должны сократиться ареалы нагулов многих полупроходных рыб, избегающих вод, соленость которых превышает 7—8‰. Таким образом, значительное осолонение Северного Каспия вызовет очень тяжелые последствия для рыбной промышленности. Если бы даже и удалось какими-либо мерами восстановить размеры воспроизводства полупроходных рыб, трудно думать, что они все смогли бы найти для себя нужное количество корма в подходящих для их существования гидрологических условиях.

Отделение Северного Каспия от Среднего дамбой создаст в северной, изолированной части водоема режим постепенного опреснения, в ходе которого будут происходить непрерывная перестройка фауны и резкое снижение продуктивности. Последующее полное опреснение Северного Каспия также не сулит рыбной промышленности утешительных перспектив: полное опреснение повлечет за собой приостановку процесса коагуляции взвешенных частиц и увеличение мутности воды, что понизит прозрачность воды и вызовет большое количество заморозов. Резкое ухудшение кислородного режима вызовет также замена ризосолении и перидиновых водорослей сине-зелеными. Может получить сильное распространение жесткая растительность: камыши, тростники, рогоз. Солоноватоводные и морские моллюски — адакны, монодакны, дидакны, сердцевидка, митиллестер, а также нерейс — сменятся пресноводными — сферидумами, пизидумами, беззубкой, перловицей, крупными брюхоно-

гими и олигохетами — формами, или недоступными рыбам по величине (беззубки, прудовики), или дающими невысокую биомассу (пизидумы, олигохеты). Исчезнет нерейс. Потеряет кормовое значение ряд видов ракообразных. Все эти изменения приведут к значительному снижению биологической продуктивности Северного Каспия, которое не будет компенсировано такими небольшими положительными переменами, как развитие протококковых водорослей, замена zostеры рдестами и элодеей, увеличение числа видов хирономид. Резкое уменьшение биомассы моллюсков вызовет сильное сокращение запасов воблы или измельчение этой рыбы, наблюдающееся и ныне при откорме ее в авандельте. Значительно ухудшатся условия откорма леща, судака и молоди осетровых. С другой стороны, сазан, ныне откармливающийся в пресной и почти пресной воде, вряд ли найдет для себя подходящие экологические условия в открытых пространствах вновь образованного пресного водоема. Наконец, перестройка миграционных рефлексов проходных рыб, в частности осетровых, на воспроизводство которых ныне обращено такое внимание, — перестройка, связанная с образованием искусственного сообщения между Северным и Средним Каспием, — также может повлечь за собой снижение запасов этих рыб на длительное время. Все эти соображения заставляют настаивать на проведении гидротехнических мер, которые обеспечивали бы сохранение уровня моря, его солевого режима и свободного сообщения между Северным и Средним Каспием.

ВЫВОДЫ

1. Помимо попусков для создания весеннего паводка и ликвидации его двухвершинного характера, в целях сохранения рыбных запасов Волго-Каспийского и Урало-Каспийского районов необходимо предпринять меры по поддержанию уровня моря и по стабилизации его гидрологического режима.
2. Мероприятия по поддержанию уровня моря, связанные с постепенным распреснением Северного Каспия, не выгодны для рыбной промышленности. Как режим меняющейся солености, так и полное опреснение северной части моря неизбежно приведут к снижению продуктивности Волго-Каспийского и Урало-Каспийского районов.
3. Для поддержания уровня моря и солевого режима его северной части наиболее рентабельны переброска вод северных рек через Волгу и перекрытие входа в залив Кара-Богаз-Гол. При современных климатических условиях это позволит задержать падение уровня всего моря на длительный срок, а при некотором изменении климата можно ожидать и роста уровня.
4. Для поддержания оптимальной солености в восточной половине Северного Каспия (в 2—7‰) необходимо предусмотреть возможность принудительного направления части волжского стока через восточные рукава дельты. В случае значительного повышения уровня необходима изоляция заливов Мертвый Култук и Кайдак, сообщение с которыми в 1936—1940 гг. вызвало значительное осолонение восточной половины Северного Каспия.
5. Снабжение Каспийского моря взвешенным органическим веществом недостаточно исследовано, и для решения этой стороны проблемы сохранения кормовой базы каспийских рыб необходима организация детального изучения: а) жесткой и мягкой растительности в Северном Каспии и дельте Волги; б) путей образования, переноса и трансформации детрита и в) питания каспийских кормовых и вообще массовых форм беспозвоночных.

А. Ф. Коблицкая

К ВОПРОСУ О СМЕЩЕНИИ НЕРЕСТИЛИЩ В НИЗОВЬЯХ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

В течение последних 15—20 лет в связи с ростом дельты Волги, вызванным понижением уровня Каспийского моря, район нереста рыб все больше смещается к югу, в сторону моря (в авандельту).

Все рыбы, размножающиеся в низовьях дельты, относятся к группе весеннерестующих рыб. По степени зависимости икротетания от паводкового режима все рыбы можно разделить на три группы:

1) нерест непосредственно не связан с паводком, так как происходит в протоках, ериках и открытых участках авандельты независимо от хода паводка и заливания пойменно-ильменной площади (окунь, жерех, судак, волжская сельдь, щука, бычки);

2) нерест происходит в большой зависимости от размеров половодья (сазан, вобла, лещ);

3) начало нереста мало связано с началом паводка, так как нерест происходит в более позднее время, когда ильменно-пойменная зона уже залита; эти рыбы (красноперка, линь, уклей и др.) всегда обеспечены нерестилищами.

Ниже приводятся данные по нересту промысловых и непромысловых рыб по установленным нами группам. Места нереста определялись: 1) по наблюдениям за процессом нереста, 2) по нахождению икры, 3) по распределению личинок рыб на нерестилищах на самых ранних этапах (этапы А, В, С).

Дамчикский участок Астраханского государственного заповедника расположен в юго-западной части дельты. Этот район можно разделить на три зоны¹.

1) Нижняя зона надводной дельты включает полосу наиболее интенсивного деления протоков; со стороны моря она ограничивается линией, проходящей по устьям этих протоков. В период весенне-летнего половодья все острова заливаются водой, образуя пойму. Переходной зоной от нижней зоны надводной дельты к подводной — авандельте — служит култучная зона.

2) Култучная зона морфологически представлена большим количеством мелких островов, разделенных банчинами (формирующимися протоками) и култуками (большими заливообразными мелководными пространствами).

3) Авандельта на севере граничит с култучной зоной; южная морская граница проходит по линии свала глубин. Ширина авандельты

достигает 50 км. Авандельта представляет собой обширные мелководные проточные участки с сильно сглаженным рельефом. Для авандельты характерно и наличие больших, очень низменных островов.

Все три зоны низовьев дельты имеют водоемы, сходные по характеру и использованию их в качестве нерестилищ, а также как места миграций и нагула молодежи.

I тип водоемов — протоки, ерики, банчины, открытые пространства авандельты — характеризуется наличием постоянного течения и слабой зарастаемостью. Эти водоемы мало используются для нереста, больше — как миграционные пути к нерестилищам. Здесь нерестятся рыбы, постоянно размножающиеся, места нереста которых (но не сроки) находятся в наименьшей зависимости от паводка (волжская сельдь, судак, окунь, жерех, бычки), и рыбы, мечущие икру при неблагоприятных для них условиях паводка, когда поймы еще не залиты (вобла, отчасти лещ и др.).

II тип водоемов — ильмени, култуки, прибрежные участки островов авандельты. Култуки открытой стороной (южной) соединяются с авандельтой; по мере роста дельты култуки постепенно превращаются в ильмени. Водный режим ильменей и култуков находится в большой зависимости от паводка. Култуки сильно зарастают рогозом (*Typha angustifolia* L., *T. Laxmannii*), на открытых водных участках — ежеголовкой (*Sparganium ramosum* Н u d.), кувшинкой (*Nymphaea candida* P r e s l.), нимфейником (*Limnathemum nymphoides* L.), сусаком (*Butomus umbellatus* L.), рдестами (*Potamogeton perfoliatus* P., *P. pectinatus*) и другими растениями.

Мелководность, хорошая прогреваемость и наличие большого количества растительности, пригодной для откладывания икры, привлекает на нерест в эти водоемы массу рыб. Здесь нерестятся вобла, лещ, сазан, сом, линь, красноперка, густера, щука и др.

III тип водоемов — поймы — наиболее кратковременные водоемы, характеризующиеся наличием проточности (при высоких паводках), мелководности и хорошей прогреваемости. Растительность в них обильная и самая разнообразная, в зависимости от места образования поймы. Поймы — места массового нереста сазана, воблы, леща, уклей, сома, красноперки, колюшки и многих других. Эффективность поймы как нерестилищ зависит от сроков заливания и высоты половодья. Паводок 1952 г. был очень поздним и низким. В 1954 г., несмотря на позднее начало паводка и низкий максимальный уровень, высота его в начальный период (во время заливания поймы) была больше, чем в 1952 г. Паводки 1953 и 1955 гг. отличались ранними сроками заливания поймы и высоким максимальным уровнем. В 1955 г. был наиболее ранний и высокий паводок за последние 8 лет.

Распределение нерестилищ в низовьях дельты в большой степени обусловлено особенностями водного режима дельты в период весеннего половодья.

В нижнюю зону дельты — в верхние участки култуков — паводковая волна приходит раньше, чем в авандельту. Нерест рыб здесь происходит ежегодно на постоянных нерестилищах. Эффективность нереста рыб при прочих благоприятных условиях зависит от паводка. В годы с ранним и высоким половодьем и хорошим прогревом водоемов (1953, 1955) нерест рыб проходит наиболее успешно. Сгонно-нагонные ветры на уровеньный режим северных участков островов авандельты влияют в значительно меньшей степени, чем южных участков островов (о-ва Большой Зюев и Макаркин). Благодаря мелководности и хорошему прогреву авандельты нерест рыб начинается в этой зоне раньше, чем в надводной дельте.

¹ Описание зон дается по классификации, предложенной Е. Ф. Белевич.

В начале нерестового периода паводок оказывает незначительное влияние на уровень режим авандельты; в последующий период, по мере повышения уровня воды за счет половодья, в авандельте создаются еще более благоприятные условия не только для продолжающегося нереста рыб, но также для развития икры и для нагула молоди. Слабо освоены для нереста район северных оконечностей островов авандельты. При низком паводке этот район к началу нереста не заливается, при высоком — мало осваивается рыбами с ранними сроками икрометания (вобла, лещ, сазан).

I. РЫБЫ, НЕРЕСТ КОТОРЫХ НЕПОСРЕДСТВЕННО НЕ СВЯЗАН С ПАВОДКОМ

Нерест судака, жереха, окуня, волжской сельди, щуки и бычков непосредственно не связан с паводком. Паводок в сочетании с температурой воды отражается на подготовленности рыб к нересту, сроках нерестовых миграций и т. п.

Местами нереста являются протоки, ерики, формирующиеся протоки култушной зоны (банчины), открытые водные пространства авандельты. По мере роста дельты и образования новых протоков нерестилища этих рыб продвигаются к югу. В последние годы нерест судака и жереха зафиксирован в самых южных участках протоков нижней зоны дельты. Освоение новых мест нереста этими видами рыб происходит медленнее, чем другими видами.

Судак. Известные нам места нереста судака в заповеднике находятся в ериках и протоках, некоторые из которых расположены вблизи култушной зоны. В култушной зоне и авандельте икрометания судака обнаружено не было, но, судя по нахождению личинок со слабо пигментированными глазами (на этапе Э.7.2. по Крыжановскому) на переднем крае култушной зоны, а также в южных участках островов авандельты можно предположить, что судак нерестится также и в култушной зоне, а возможно, и в авандельте.

Нерест судака обычно начинается во второй половине апреля, чаще 22—23-го числа. Судак откладывает икру в гнезда, построенные из придаточных корней ивы, корневищ тростника и остатков прошлогодней растительности на глубине от 30 см до 2 м. И. К. Воинов и В. С. Танасийчук в одном из протоков Обжоровского участка нашли гнезда судака на глубине 2,5 м.

Температура воды во время нереста колеблется от 6—7,5° до 9—11,5°. Самцы судака всегда охраняют гнезда с икрой и не уходят от гнезда при приближении человека.

Жерех. О нересте жереха и окуня в дельте нет никаких данных. Впервые нерест жереха в нижней зоне дельты отмечен в 1953 г. Икрометание происходит в протоках и ериках на быстром течении. Особи с текучей икрой встречаются обычно с 28 до 30 апреля и даже до середины мая. Температура воды в период нереста 8—10°. В 1955 г. в низовьях култуков в авандельте личинки жереха с желчным мешком ловились до 13—19 мая.

Окунь. нерестится в нижней зоне дельты. В конце апреля — в мае в низовьях ловится большое количество половозрелого окуня, готового к нересту. Однако нерест окуня в низовьях очень слабый. С 1952 по 1955 г. неоднократно в разных участках низовьев на затопленных ветках ивы, на рогозе или тростнике в рыболовных сетях находили оплодотворенную икру окуня. Время нереста — от 14 апреля до 15—20 мая. Колебания температуры воды в это время — от 4,5 до 14,5—15°.

Волжская сельдь нерестится ежегодно во всех зонах низовьев. Казанова и Халдинова в 1937 г. находили икру и личинок волжской сельди в районе Обжоровского участка заповедника. Нерест волжской сельди в протоках Дамчикского участка впервые отмечен в 1939 г. Васнецовым и Батовым. В настоящее время места нереста продвинулись далеко на юг, в авандельту.

Икрометание волжской сельди в низовьях начинается 10—15 мая при температуре воды 12,5—15°. Икра сельди встречается обычно до середины июня. В многоводные годы нерест носит более массовый характер и происходит главным образом в низовьях култуков и в авандельте.

О размножении бычков в дельте Волги опубликованных работ нет. Наиболее многочисленными в авандельте являются бычок-песочник, бычок-цуцик и *P. caucasicus* K a w g., самыми малочисленными — бычок-головач и бычок-кругляк. Местами икрометания бычков служат различные типы водоемов: протоки и банчины, наиболее проточные участки култуков и авандельты. Икра откладывается всегда в местах с хорошей аэрацией, чаще всего на растительности (ежеголовке или сусаке) или на различных случайных деревянных или железных предметах — сваях, якорях и т. п. Многие кладки икры встречаются на мертвых раковинах моллюсков.

Для щук в дельте Волги характерен длительный, растянутый нерест, который обычно начинается в первой декаде апреля (до заливания поймы) и длится до конца мая. Самый поздний нерест отмечен в 1952 г. (23 апреля), самый ранний — в 1955 г. (23 марта).

Нерестилища щуки в низовьях дельты распространены повсеместно. Для икрометания используются различные типы водоемов: мелководные ерики, участки култуков, мелководья авандельты. Икру щуки откладывает на размытые корни ивы, ежеголовки, злodeю. Колебания температуры воды в период нереста очень велики: от 6,2—10,0° в начале и до 15—18° в конце нерестового периода. Наибольшая глубина, на которой была найдена икра щуки, — 56 см.

II. РЫБЫ, НЕРЕСТ КОТОРЫХ ПРОИСХОДИТ В БОЛЬШОЙ ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПАВОДКА

Начало нереста рыб этой группы зависит от сроков начала и высоты паводка. К этой группе рыб мы относим воблу, сазана, леща.

Нерест этих рыб происходит в водоемах всех типов; места нереста сместились в самые южные участки островов авандельты.

Сазан. Икрометание сазана начинается только после появления поймы. Основные места нереста — самые мелководные и наименее проточные их участки. Такие пойменные площади есть во всех зонах низовьев дельты; в авандельте их заменяют прибрежные мелководья островов. Когда нерестовая площадь поймы успевает залиться водой к началу нереста, икрометание сазана чаще всего начинается одновременно в различных участках низовьев дельты. Нерест происходит всюду: на поймах, прилежащих непосредственно к ильменям, на прирусловых поймах, на островах среди затопленной древесной растительности, на мелководьях култуков и т. п. При очень низком паводке (1952 г.) икрометание сазана начинается раньше, чем успевают образоваться поймы, поэтому происходит в местах, не типичных для нереста сазана, а именно — в ильменях.

Лещ для икрометания использует преимущественно такие типы водоемов, в которых наблюдаются хороший прогрев, слабая проточность и

Таблица 1

Сроки нереста воблы, леща и сазана в надводной дельте

Годы	Начало паводка	Образование полоев	Виды рыб		
			вобла	лещ	сазан
			начало нереста		
1952	15/IV	19—20/V	5/V	14/V	14/V
1953	16/IV	30/IV	30/IV	8—10/V	30/IV
1954	21/IV	5—6/V	5/V	11/V	5/V
1955	22/III	6—7/V	22/IV	9/V	9/V
Максимальное расхождение в датах начала нереста			13 дней	6 дней	14 дней

Таблица 2

Продолжительность нереста (в днях) и колебания температуры воды в период нереста воблы, леща и сазана

Годы	Вобла	Лещ	Сазан	
	в надводной дельте и авандельте	в надводной дельте	в надводной дельте	в авандельте
1952	20	31	26	Нет данных
1953	20	30	29	" "
1954	16	30	26	60—70
1955	25	32	31	56
Колебания температуры в период нереста за все годы, град.	7,5—15,2	15,5—19,5	15,5—22,8	
Температура в разгар нереста, град.	12,0—13,5	18,0—19,0	18,0—20,0	

необходимый для нереста растительный субстрат — ильмени и полон, култуки и мелководья авандельтовых островов. Протоки и банчины как нерестовые биотопы используются мало, преимущественно в случае неблагоприятного паводкового режима. Лещ менее приспособлен к выбору мест нереста, чем вобла. Икрометание леща начинается довольно поздно, когда полон уже залиты.

Приводим данные о сроках нереста воблы, леща и сазана в нижней зоне за годы с разными сроками паводков (табл. 1 и 2).

Из трех описанных выше видов вобла мечет икру при наиболее низкой температуре (табл. 2); тем не менее она проявляет большую пластичность по отношению к резко меняющимся условиям среды. Продолжительность нерестового периода воблы в исследуемом районе, по нашим данным, колеблется от 16 до 25 дней.

Продвижение нерестилищ сазана и леща в сторону авандельты больше, чем у воблы. Батов и Фортунатова в 1947 г. указывали, что более всего в водоемах заповедника нерестится лещ. В настоящее время места нереста леща продвинулись далеко на юг.

III. РЫБЫ, НАЧАЛО НЕРЕСТА КОТОРЫХ МАЛО СВЯЗАНО С НАЧАЛОМ ПАВОДКА

К этой группе рыб относятся густера, уклей, красноперка, сом, линь, шиповка, колюшка. В последние годы численность их все время возрастает. При дальнейшем обмелении и зарастании низовьев дельты количество названных видов будет увеличиваться. Места нереста этих видов рыб расположены в разных зонах и в разных биотопах. Многие места их нереста совпадают с местами нереста леща, воблы и сазана. Однако благодаря тому, что массовое икрометание рыб этих двух групп никогда не происходит одновременно, создаются наиболее благоприятные условия для размножения этих рыб с такими разными экологическими условиями размножения.

Сроки наступления начала паводка и его высота мало сказываются на сроках наступления начала нереста. В авандельте икрометание рыб многих перечисленных видов обычно начинается раньше, чем в надводной дельте.

Уклея, густера и красноперка. Продолжительность нерестового периода у этих рыб неодинакова. У густеры и уклей нерестовый период не превышает 35 дней, а у красноперки самый короткий нерест, отмеченный в 1952 г., исчислялся 38 днями, самый продолжительный (в 1955 г.) — 53 днями. В авандельте нерест красноперки длительный: в 1955 г. начало икрометания зафиксировано 3 мая, а последние самки с текучей икрой наблюдались еще 20 июля. Такой продолжительный нерест красноперки, сазана и других рыб в авандельте можно объяснить наличием благоприятных условий размножения и адаптивным приспособлением самой рыбы по отношению к меняющимся условиям среды. Массовый нерест уклей и густеры приходится на последнюю декаду мая или на первую декаду июня, а красноперки — на первую — вторую декады июня. Уклея откладывает икру на разных глубинах. Мы находили икру в ериках на глубине 30—40 см и даже до 1 м на придаточных корнях ивы, тростника, в полоях и култуках — на различной зеленой растительности, в авандельте — на рдесте гребенчатом, нимфейнике и др. Густера для икрометания выбирает такие же биотопы, только в более проточных участках. В зарослях тростника ни густера, ни уклей не нерестятся.

Колебания температуры воды в период нереста — от 18,5 до 20—23°. Красноперка выбирает для икрометания самые тихие, заросшие участки полоев, ильменей и авандельты. Места нахождения икры в авандельте отмечены повсеместно в прибрежных участках островов.

Температура воды в период нереста колеблется в мае от 19 до 22,8°; в июне температура повышается до 26,5°. Глубина 15—25 см.

Сом нерестится во всех зонах низовьев. В авандельте нерестилищами служат прибрежные и залитые участки островов и кос. С 1939 г. нерестилища сома сместились на юг на 25—30 км. Места нереста во всех участках низовьев очень сходны: это самые глухие участки среди зарослей рогаза, осоки и т. п. Икру сом откладывает в примитивные гнезда из прошлогоднего рогаза, частухи. Начало икрометания — конец мая и начало июня; нерест продолжается до конца июня. Глубина в местах нереста составляет 27—35 см, температура воды равна 23—27°.

Линь в предыдущие годы был малочислен; в настоящее время численность линя все время увеличивается. Места нереста линя очень сходны с местами нереста красноперки. Нерест линя в авандельте начинается раньше, чем в надводной дельте. В 1955 г. нерест в авандельте начался 18—20 мая, а в надводной дельте 16—17 июня. Последние особи линя с текучей икрой встречаются иногда до середины июля.

Шиповка и колюшка в низовьях дельты многочисленны, распространены они повсеместно. Местами массового нереста являются мелководья ильменей, култуков и авандельты. Начало икрометания шиповки — середина мая, колюшки — с конца апреля до середины июня.

ВЫВОДЫ

1. В связи с ростом дельты Волги, вызванным понижением уровня Каспийского моря, образовались обширные мелководные участки с благоприятными условиями для нереста рыб. Массовый нерест промысловых и непромысловых рыб в култушной зоне и особенно в авандельте свидетельствует о том, что эта зона уже освоена многими рыбами для постоянного их нереста.

2. Новые нерестилища авандельты выгодно отличаются от нерестилищ в надводной дельте благодаря меньшей зависимости от паводка, большому постоянству гидрологического режима, благоприятного для нереста, что обуславливает и большую длительность нереста (более раннее начало и более поздний конец). Водный режим нерестилищ авандельты зависит в значительной степени от стогно-нагонных ветров, а не от паводка, особенно в начальный период нереста.

3. Наиболее интенсивно нерест происходит в авандельте у сазана и леща, менее интенсивно — у воблы. Вобла для нереста использует главным образом низовья култушной зоны.

4. Несмотря на появление новых нерестилищ в авандельте, старые места нереста рыб в нижней зоне надводной дельты сохранились, однако нерестовое значение их постепенно снижается.

5. Зарегулирование стока Волги при сохранении современного уровня Каспия не вызовет резкого изменения режима авандельты; вновь образовавшиеся нерестилища, по всей вероятности, будут пополнять значительную часть запаса основных промысловых рыб.

А. Н. Державин

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО КУРЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ

Рыбная промышленность Азербайджана переживает знаменательный и сложный момент перехода на новые формы хозяйства. Современный улов в водах республики характеризуется данными, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Состав улова (в тыс. ц) в Азербайджане за 1951 — 1955 гг.

Речные и проходные рыбы	Морские рыбы	Морские звери
1. Осетровые	Сельдь 113,6	Тюлень 0,2
Белуга 1,1	Килька 124,9	
Осетр 7,7	Морской судак . . . 3,8	
Северюга 11,3	Кефаль 1,8	
Игра 2,0		
Итого 22,1	Всего 244,1	
2. Лосось 1,1		
3. Частиковые		
Сом 4,3		
Сазан 8,5		
Судак 3,0		
Кутум 12,6		
Жерех 4,4		
Белоглазка 1,0		
Усач 2,3		
Щука 0,9		
Лещ 0,4		
Многа 1,0		
Шемал 0,2		
Мелкий частик . . . 12,1		
Вобла 8,1		
Итого 58,8		
Всего речной рыбы 82,0		

Морские рыбы занимают около $\frac{3}{4}$ общего улова Азербайджана, а на долю Куры приходится только $\frac{1}{4}$ общего улова. Из отдельных объектов промысла первое место (38,3% улова) занимают кильки, лов которых возник и развился за последние 20 лет.

Понижение уровня моря с 1929 г. на 2,5 м повлекло за собой высыхание и выход из строя важных рыбных пастбищ, а также полное падение хозяйственного значения такого ценнейшего рыболовного угодья, как залив им. Кирова. Кроме того, резко снизились запасы частичковых рыб с озерно-поймным икрометанием в результате углубления на 2,5 м ложа Куры в связи с понижением базиса эрозии и высыхания придаточных озер и ахмазов Куры. О влиянии последнего фактора на рыбные запасы Куры дает представление таблица 2 потерь курических уловов за последние 25 лет (табл. 2).

Таблица 2

Уловы на р. Кура (тыс. ц)

Рыбы	1926—1930	1931—1935	1936—1940	1941—1945	1946—1950	1951—1955	1951—1955 в % к 1926—1930 г.
Осетровые . .	35,7	38,3	37,6	15,3	22,4	20,1	56,3
Икра	4,8	2,8	1,5	1,0	2,3	2,0	41,6
Лосось	2,7	2,3	1,8	0,8	1,5	1,1	40,7
Частиковые . .	122,9	203,4	111,5	74,7	58,7	58,8	47,8
Итого	166,1	246,8	152,4	91,8	84,9	82,0	49,3

Строительство Мингечаурского гидроузла предусматривало многолетнее зарегулирование и трансформацию стока Куры с образованием огромного водохранилища. Поэтому большая часть речного стока пойдет на орошение Кура-Араксинской низменности. Проблема реконструкции курического рыбного хозяйства в связи со строительством Мингечаурского гидроузла получила конкретное техническое решение, в настоящее время уже осуществляемое.

В целях сохранения и развития курической рыбной промышленности в 1948—1955 гг. было разработано при непосредственном участии работников Академии наук Азербайджанской ССР биологическое обоснование системы рыбоводно-мелиоративных мероприятий, позволяющих поддерживать воспроизводство рыбных запасов Куры на уровне 273 тыс. ц годового улова. Состав улова при этом улучшается за счет увеличения добычи осетровых рыб и лосося.

В соответствии с расширенным плановым заданием разработаны, утверждены и приняты к осуществлению технические проекты организации трех осетровых заводов (Усть-Куринского, производственно-экспериментального и Аджикабульского), трех лососевых заводов (Чайкендского, Чухур-Кабанского и Акеринского), одного рыбоводного комбината для рыб с русловым нерестом (Варваринского), трех зарегулированных озерных хозяйств (в Аджикабуле, Сары-су, Большом и Малом заливах им. Кирова), трех рыбхозов (Усть-Куринского, Карасунинского, Кизыл-Агачского выростника). Составлен биологически обоснованный план рыбоводно-хозяйственного освоения Мингечаурского водохранилища. Сюда же можно отнести и работы по отделению дамбой от морской акватории Малого

залива им. Кирова, застрахованного от колебаний уровня моря. В ближайшем будущем то же будет проведено и на Большом заливе им. Кирова. Наконец, вступило в строй Мингечаурское водохранилище: на Куру площадью 620 км², объемом 16 км³, глубиной до 67 м. По осторожным подсчетам, Мингечаурское водохранилище через 10—12 лет могло бы давать до 10—15 тыс. ц рыбных продуктов. К сожалению, очистка ложа водохранилища от лесных и кустарниковых зарослей не была осуществлена, и было затоплено 1,5 млн. м³ древесины.

Наблюдения над режимом Мингечаурского водохранилища, ведущиеся с апреля 1953 г. на протяжении почти трех с половиной лет, выявляют постепенно устанавливающиеся закономерности годовых изменений температуры и кислородного насыщения. После нескольких начальных фаз своего становления водохранилище может быть охарактеризовано как тепловодное. Его среднемесячная поверхностная температура, достигая максимума 25—26° в июне — августе, понижается к декабрю — январю до 7,8—8,8°. Абсолютные максимумы в различные годы достигают 29,5°, даже 31,7° (в июле 1956 г.). На глубине около 40 м максимум наблюдается в октябре (13,3—15,1°), минимум — в декабре — январе (7,6—8,0°); общая амплитуда среднемесячной температуры достигает 18,4°.

Вертикальное распределение температуры характеризуется постепенным погружением слоя температурного скачка с весны к осени на глубину от 5 до 20—25 м; иногда наблюдаются дополнительные температурные скачки под действием солнечного прогрева толщи воды и влияния режима уровня водохранилища, регулируемого работой ГЭС. Для зимы характерна картина почти полной гомотермии всего столба воды (около 8°).

Верхняя зона до 10—20 м глубины довольно хорошо насыщена кислородом. В октябре в 25—40-метровой толще насыщение кислородом в 1954 г. унало до 43—49%, в 1955 г. — до 38—32%. Для зимы характерно полное насыщение кислородом (до 100—98%).

Отмечается полное отсутствие в придонном слое сероводорода. Подобное явление объясняется длительной (в течение свыше трех лет) промывкой водной толщи всем стоком Куры через донные и попусковые трубы плотин.

Величина взвеси приплотинной части водохранилища резко понижена. Водоем является прекрасным отстойником. Максимальная прозрачность воды (по диску Секки) достигает 7,5 м. Величина сухого остатка в общем стабильна и обнаруживает слабую вертикальную стратификацию; в зимние месяцы содержание некоторых компонентов слегка повышается. Содержание кремния и фосфатов в верхнем слое в летние месяцы уменьшается за счет потребления их фитопланктоном.

Ход формирования биологического режима водохранилища определяется характером питания водами среднего течения Куры и Алазани — рек, богатых взвешенными наносами и лишенных пелагиального планктона. Быстро потеряв планктоническое население затопленных придаточных водоемов Самухского участка Куры (через полгода после своего становления), водохранилище сохранило только пять видов зоопланктона: два вида циклопов, два вида дафний и один вид коловратки. Заселение новыми формами идет очень медленно. В настоящее время список зоопланктона увеличился еще на 12 форм: 3 копепоид, 3 кладоцер и 6 коловраток (табл. 3).

Так же как и в предыдущем году, первые места по численности среди зоопланктеров занимали дафнии, диаптомус и макроциклопс; держались они в самом поверхностном, наиболее прогретом слое воды. По развитию зоопланктона Мингечаурское водохранилище продолжает оставаться да-

леко позади других больших водохранилищ, построенных на равнинных реках.

Изучение бентоса началось в 1955 г. В нижней части водохранилища и в Ханабадском заливе наблюдается начало заиления. Уже теперь слой ила составляет от 1 до 14 см. С образованием стоячего водоема исчезли литореофильные и псаммофильные организмы, ранее обитавшие на галечном, скалистом и других биотопах Самухского участка Куры.

Таблица 3

Количественное развитие зоопланктона

Годы	Число зоопланктеров	Биомасса, мг/м ²	Максимум развития
1953		Очень слабое	
1954	7792	455,16	Июль
1955	19243	1754,45	Август

Видовой состав бентоса водохранилища весьма беден. По неполным определениям на август 1956 г. установлено десять форм личинок тенди-педид, а также речной рак, несколько видов жуков, клопов, ручейников, водяных клещей и олигохет.

Помимо массовых (недостаточно учитываемых) малощетинковых червей, основную часть биомассы бентоса составляют личинки тенди-педид; по численности и по величине биомассы основная форма личинки — *Procladius*. Плотность населения дна на выбранном нами постоянном разрезе колебалась от 133 до 3840 особей на 1 м², биомассы — от 0,27 до 2,36 г/м²; в Ханабадском заливе плотность составляла от 1227 до 1993 особей на 1 м², биомассы — 0,84—1,55 г/м². Незначительные весовые показатели биомассы обусловлены мелкими размерами организмов, а также недоучетом олигохет.

Рыбное население водохранилища представлено туводными частичковыми промысловыми рыбами, свойственными нижней Куры, за исключением судака, красноперки и щуки. Более многочисленны сазан, вобла, лещ, сом, жерех (речная форма), усач — чанари, храмуля. В большом количестве встречаются уклейка и подуст. Все эти рыбы до заполнения водохранилища жили в ахмазах Самухской котловины. Из проходных рыб изредка встречаются молодые лососи весом до 1 кг, а также шемайки и белоглазки, задержавшиеся в верхнем бьефе.

Биостатистическое изучение рыб обнаруживает в улове среди сазана, воблы и леща двух- и трехгодовиков, среди остальных рыб — только годовалых. Для сазана, леща, жереха характерны несколько замедленный рост, но более быстрое созревание и более высокая упитанность по сравнению с рыбами из низовьев Куры. Почти все рыбы водохранилища в природных речных условиях животноводны; только храмуля и подуст питаются исключительно фитопланктоном и детритом. В водохранилище сазан, вобла, лещ и усач были вынуждены перейти на растительный корм (обрывки корешков, стеблей, детрит). В кишечнике сазана найдены в большом количестве семена затопленных степных злаков эфемеров, за счет которых индекс наполнения достигал 154,4. Индексы наполнения не превышали у воблы 54,8, у леща — 21,5, усака — 52,8. Из элементов животного корма отмечались личинки тенди-педид, иногда многочисленные клопы, единичные жуки и муравьи.

Из-за недостатка обычной пищи некоторые мирные рыбы, такие, как сазан, усач — чанари, стали хищниками, перейдя на питание рыбьей молодью. Сом и жерех, естественно, кормились рыбой. Обращает на себя внимание массовое развитие среди рыбного населения эпизоотии лигулеза, что следует поставить в связь с заселением водохранилища водола-вающими птицами.

Отмечен вынос из верхнего бьефа заметного количества живых, раненых и мертвых рыб (сазан, вобла, лещ, жерех), получивших смертельное ранение при проходе через заслонки попускных труб и через деривационные сооружения, где создаются опасные завихрения при больших скоростях.

С 1955 г. начинают проводиться мероприятия по вселению в водохранилище новых рыб; выпущено несколько десятков тысяч сеголетков гибрида осетра и шипа, а также молоди судака и шипа. В то же время в связи с заметным увеличением рыбного населения водохранилища возник вопрос о проведении опытного лова в целях выявления сроков и мест промысловых скоплений рыб и для определения уловистости различных орудий лова.

В соответствии с этим Министерство рыбной промышленности АзССР организовало на водохранилище опытный лов рыбы под руководством и при участии Института зоологии. Лов был сосредоточен в нижней части водохранилища, в основном в Ханабадском заливе. За весь период опытного лова — с начала января по 15 июня, т. е. за 122 дня действительного лова — было поймано 1211 ц рыбы.

В уловах 1955—1956 гг. зарегистрировано восемь видов рыб, могущих иметь промысловое значение. Кроме того, попадались единичные молодые лососи весом до 1 кг, а также экземпляры шемаи и белоглазки, задержавшиеся в водохранилище до его образования.

Видовой состав современного улова ставными сетями, притом на ограниченном пространстве Ханабадского залива, еще не дает основания говорить об исключительном вобельно-храмулевом характере будущего промысла.

В связи со столь резкими колебаниями водности Куры ниже створа плотины весной 1953 и 1954 гг. имели место случаи почти полного пере-межающегося обезвоживания реки. Больше или меньше обезвоживание русла Куры на 300 км вниз от плотины до Сабирабада продолжалось в течение всего лета. Контролем установлено небывалое нарушение летних миграций осетровых рыб. Поднимавшиеся к Мингечауру осетры и севрюги насчитывались буквально единицами. С обезвоживанием Куры совпадало половодье Аракса, который привлекал своим мощным потоком поднимавшихся к Сабирабаду рыб, что и явилось причиной угасания Мингечаурского нерестового пути. В 1955 г. повторилась та же картина. 1956-й год был необычайно многоводным; водохранилище было переполнено; подход осетровых рыб к Мингечауру по сравнению с предыдущими годами был более значителен.

В дальнейшем распределение рыб между Курой и Араксом будет регулироваться соотношением их водности. После заполнения Мингечаурского водохранилища при интенсивном использовании (в целях орошения) стока Аракса положение будет более благоприятствовать подъему рыб по Куры к створу Варваринской плотины.

Обращает на себя внимание перестройка температурного режима р. Куры при прохождении ее через водохранилище. В нижнем бьефе происходит выравнивание температуры на протяжении года. Амплитуда средних месячных температур 1955 г. сократилась до 16,6° против средней

многолетней 23,8°. Средняя температура самого теплого месяца снизилась до 24,4° против 26,4° средней многолетней. Средняя температура самого холодного месяца с 2,6° поднялась до 7,8°.

Другая особенность современного теплового баланса Куры — сдвиг всего годового хода температуры воды. С апреля по август она понизилась в среднем на 2,0°, а с сентября по март на 4,1°. Самым теплым месяцем вместо июля стал сентябрь, отчего оптимальные сроки нереста теплолюбивых рыб от весны и начала лета сдвинулись ко второй половине лета и к началу осени (табл. 4).

Таблица 4

Среднемесячная температура воды Куры (нижний бьеф) у Мингечаура

Месяцы	1925—1941	1946—1950	1953	1964	1965	1966
Январь	2,6	2,7	5,0	4,7	9,2	—
Февраль	5,2	4,3	6,2	4,1	7,8	—
Март	7,4	8,0	7,8	4,1	7,8	6,0
Апрель	13,3	12,8	13,3	7,2	9,9	8,1
Май	18,9	18,4	17,3	14,0	19,8	13,3
Июнь	23,0	21,9	19,5	17,1	20,0	15,9
Июль	26,4	24,7	21,7	20,6	23,1	17,1
Август	25,8	22,8	23,0	20,7	24,4	—
Сентябрь	21,3	20,3	23,2	21,5	23,0	—
Октябрь	16,4	13,7	20,2	20,3	20,6	—
Ноябрь	10,3	8,8	14,5	17,5	16,2	—
Декабрь	3,9	4,7	8,6	12,4	10,9	—
За год в среднем	14,5	13,6	14,6	13,7	16,1	—

Невыравненность температуры по годам объясняется не только различиями погоды, но и неодинаковыми условиями сброса воды из различных вертикальных зон водохранилища через попусковые, деривационные или аварийные водосливы. Современный нарушенный ход температуры в нижнем бьефе — явление временное, объясняемое сбросом значительной части воды через придонные попусковые трубы в начальный период становления водохранилища. В дальнейшем, при более нормальной работе деривационных сооружений, куда вода поступает из средних слоев водохранилища, положение значительно выправится.

Из других изменений режима Куры в нижнем бьефе отметим резкое осветление речного потока. Вместо прозрачности 0,0—0,01 м, свойственной полноводной незарегулированной Куры, ее современная прозрачность (в октябре 1954 г.) достигла 1,4 м. Впрочем, количество взвеси в речной воде быстро возрастает вниз по течению в результате боковой эрозии, а отчасти в связи с поступлением мутной воды из Алджигай-чая и Кюркачая, так что на расстоянии 10—15 км от створа Мингечаурской плотины воды Куры теряют свою прозрачность.

Одновременно продолжает возрастать интенсивность речного промысла, причем нередко — с нарушением охранительного законодательства.

Несмотря на протесты со стороны научных организаций, заботящихся о восстановлении осетровых запасов, государственным промыслом систематически нарушаются сроки весеннего запрета на Куру. В результате сокращаются масштабы нереста осетровых рыб.

О размерах хозяйственного вреда подобной практики дает представление следующее: в 1953 г. после перекрытия донных труб Мингечаурской плотины за 15 дней незаконного лова в течение майского запрета на банке было поймано более 1,5 тыс. ц осетровых рыб (в пересчете на поголовье — 18,7 тыс. севрюг и 700 осетров). Если бы эти рыбы были пропущены на нерест, то, по принятым показателям выживания икры и личинок, в промысел вернулось бы 145 тыс. севрюг и 12,2 тыс. осетров, или 13,5 тыс. ц, что составляет более половины всего современного краснорыбного улова Азербайджана.

Подобные нарушения запрета, имевшие место и во все последующие годы, не могут быть ничем оправданы. Напротив, они сводят на-нет единственный надежный путь поддержания осетровых запасов в условиях зарегулированной Куры.

Что же касается производственного освоения новых рыбоводных сооружений на Куру, созданных в связи со строительством Мингечаурского гидроузла, то можно отметить весьма значительные успехи, достигнутые в 1956 г. в области восстановления куринских рыбных запасов. Производственно-экспериментальный и Усть-Куринский осетровые заводы выпустили в 1956 г. в Куру 1,3 млн. шт. сеголетков осетра, Чайкендский лососевый рыболовный завод — 29 тыс. покатых серебрянок лосося. Производственный эффект этой операции определяется возвратом в промысел 9,5 тыс. ц осетра и 900 ц лосося, что превышает величину современных уловов обоих видов рыб. Положено начало промышленному разведению белуги и шипа.

Необходимо достижение бесспорной биологической полноценности выпускаемой молодежи осетровых рыб. Этот вопрос может быть решен путем совершенствования метода получения зрелой икры в неволе и путем уточнения показателей промыслового возврата.

В рыбхозах Кара-су и Усть-Куринском выращено 350 млн. сеголетков частичковых рыб с полойным икрометанием, в основном сазана, часть — леща и судака. На основании высоких количественных и качественных показателей выполненной операции проблему поддержания куринских запасов массовых частичковых рыб на высоком уровне можно считать разрешенной.

На современном этапе зарегулирования Куры в центре внимания должны стоять вопросы всемерной охраны этой реки не только как важнейшего рыбохозяйственного водоема, но и как источника питьевого и хозяйственного водоснабжения прикуринского населения. Для этого необходима настойчивая борьба с реальной угрозой обезвоживания нижнего бьефа Куры, засоления ее стока коллекторными водами с орошаемых полей, загрязнения промышленными и бытовыми отходами.

При наблюдающемся резком сокращении естественного размножения для поддержания рыбных запасов Куры совершенно недопустима дальнейшая задержка строительства рыболовных заводов, нерестово-выростных хозяйств, рыболовно-мелиоративных сооружений. Необходимо ускорить и восстановление Варваринского рыболовного комбината, законсервированного в 1954 г., а также осуществление проектов мелиорации Большого Кызыл-Агачского залива и озерной системы Сары-су.

Эффективность поддержания высокого уровня рыбных запасов Куры путем широкого применения методов искусственного рыбаства

дения тесно связана с вопросами сохранения кормовой продуктивности Каспия, а также с охраной молодежи в море и регламентацией морского промысла.

Ввиду того, что южнокаспийские воды Союза ССР граничат с Ираном, при протяженности морской миграции ряда куриных проходных рыб, при общности морских пастбищ уместна постановка вопроса о целесообразности разработки общих правил морского рыболовства, наиболее отвечающих интересам сохранения рыбных запасов Каспийского моря и в то же время согласованных с хозяйственно-экономическими интересами обеих стран. Со временем эти правила могли бы послужить основой для заключения между Союзом ССР и Ираном конвенции о рыболовстве в водах Каспийского моря.

Разрешение Каспийской проблемы тормозит два момента. Во-первых, запланированные, утвержденные и осуществляемые рыболовные мероприятия во многих случаях не доводятся до конца. Мелиорированные реки нередко выходят из строя; искусственно разводимая рыба молодь нерасчетливо вылавливается в массах килечными и сельдяными мелкоячейными сетями, отчего эффект важнейших рыболовных мероприятий сильно снижается. С подобной практикой необходима непримиримая борьба. Во-вторых, внушает тревогу большое отставание биологических исследовательских работ на Каспийском море, необходимых для разрешения задач, стоящих в области реконструкции рыбного хозяйства Каспия. Работы КаспНИРО и его Азербайджанского отделения все еще не могут с должной полнотой охватить нужные вопросы биологии моря.

Исследования АН СССР, АН Азербайджанской ССР и ВНИРО на Каспийском море страдают недостаточной регулярностью и главное — отсутствием постоянной оборудованной научно-исследовательской морской базы (Каспийской морской биологической станции). В программу станции должны входить систематические круглогодичные экспедиционные и стационарные наблюдения над жизнью моря, над изменениями его режима под влиянием колебания уровня, а также под воздействием хозяйственной деятельности человека. Кроме того, станция должна проводить экспериментальные исследования в области проблемы Каспия и осуществлять координацию всех проводимых на Каспийском море биологических исследований.

И. И. Кожин

ВОСПРОИЗВОДСТВО РЫБНЫХ ЗАПАСОВ КАСПИЯ В СВЯЗИ С ГИДРОСТРОИТЕЛЬСТВОМ

Падение уровня Каспийского моря отразилось на всем биологическом и гидробиологическом режиме моря, привело к нежелательной перестройке сырьевой базы бассейна, к сокращению общих уловов и в особенности ценных промысловых рыб. Мы стоим перед двумя сложными явлениями. С одной стороны, отмечается непрерывное падение уровня Каспия, с другой стороны, наблюдается изменение волжских весенних паводков. Ожидается и дальнейшее понижение уровня Каспия, во всяком случае в ближайшие 10—15 лет. При этих условиях Северный Каспий как рыбохозяйственный водоем со всеми его ценными промысловыми рыбами может прекратить свое существование. Рыбную промышленность не устраивает Северо-Каспийское пресноводное водохранилище ввиду неизбежного зарастания его жесткой растительностью (по берегам). Кроме того, возможно ухудшение газового режима в новом водоеме, кормовой базы и т. д.

Деформация стока в период весеннего половодья в дельте Волги и других реках приводит к резкому нарушению размножения ценных полупроходных рыб, которые размножаются именно в период весеннего половодья (лещ, судак, сазан). Даже переброска вод северных рек в Каспийское море не улучшит положения, так как эта добавка к стоку Волги поступит в Каспий в межливневый период. Большую часть жизни эти рыбы (а также вобла) проводят в море, главным образом в Северном Каспии, но для размножения они входят в низовья и дельты рек. Лещ использует для нереста преимущественно нижний участок дельты Волги, хотя в отдельные годы поднимается и в Волго-Ахтубинский район. Сазан размножается в дельте Волги, причем в дельте, особенно в западных и восточных подступных ильменах, имеется местный, туводный сазан. Нерестилища судака приурочены к низовьям дельты Волги, а также к Волго-Ахтубинскому району. Вобла также размножается в дельте, но в отдельные годы проходит по Волге до Сталинграда. В последние годы отмечается нерест полупроходных рыб в самых низовьях дельты и в авандельте.

Полупроходные рыбы дают большие уловы, некоторые из них, как лещ, сазан, судак (так называемый крупный частик), также являются весьма ценными промысловыми рыбами. Современный советский рынок очень ощущает недостаток этих рыб, а ведь еще не так давно судак являлся предметом экспорта.

В Каспийском море большое значение имеют так называемые проходные рыбы (белуга, осетр, севрюга), хотя они и дают относительно небольшие уловы.

Почти $\frac{3}{4}$ мирового улова осетровых дает Каспийское море. К проходным рыбам относятся также сельдевые: черноспинка, волжская сельдь,

каспийский лосось, белорыбца. Эти рыбы для размножения также входят в реки и высоко поднимаются по ним. Белуга поднималась по Волге выше Куйбышева, осетр — выше Казани, заходил в Каму. Однако основные места размножения осетра расположены от Черного яра до Камышина и немного выше. Севрюга встречалась ниже устья Камы, но основные ее нерестилища — между Черным Яром и Саратовом (Золотое, Ахмат и т. д.). Нерестилища белорыбцы расположены в бассейне Камы, в р. Уфе (притоке Белой), а в незначительной степени и в р. Белой. Сельдь-черноспинка поднималась по Волге выше Камы, заходила в Каму, но основные ее нерестилища в настоящее время расположены на участке Никольское — Саратов — Вольск. Волжская сельдь высоко по Волге не поднимается: основные ее нерестилища расположены от Замьян до Сталинграда и немного выше. Теперь нерест происходит и в авандельте Волги.

Таким образом, характерной особенностью каспийской промысловой фауны является преобладание таких видов рыб, жизненный цикл которых проходит и в море (нагул), и в реке или в низовьях реки (размножение).

Зарегулирование стока рек изменяет гидрохимический и гидробиологический режим моря. Сокращаются и ухудшаются нагульные площади. На пути проходных рыб стали теперь плотины. Естественное размножение белуги после строительства Сталинградского гидроузла нарушается полностью. В значительной степени будут отрезаны места естественного размножения осетра, в меньшей степени — севрюги и черноспинки. Зарегулирование стока нарушает естественное размножение полупроходных рыб в дельте Волги, поскольку весеннее половодье будет деформировано.

Проблема будущего воспроизводства рыбных запасов Каспия очень сложна и не имеет прецедента в мировой практике.

Рыбоводы-биологи и инженеры-гидротехники всегда должны искать пути увеличения численности промысловых рыб, а следовательно, и уловов, но пути эти могут быть различными. Введение новых, более жестких правил рыболовства будет лишь полумерой. Нужны большие и сложные мероприятия рыбоводно-мелиоративного и инженерно-технического характера. За последние 15—20 лет появилось много предложений, идей, гипотез, составлено несколько схем, даже проектных заданий по вопросам воспроизводства рыбных запасов Каспия. Однако биологи требуют таких мер, которые пока не укладываются в инженерные возможности (например, поднять уровень Каспийского моря); или же инженеры предлагают такие решения, которые не увязываются с биологической стороной вопроса. Наибольшие споры вызывают рыбоводно-мелиоративные мероприятия для полупроходных рыб.

Осетровые, лососи и белорыбца при любом уровне моря найдут в Каспии благоприятные условия для своего существования. Усилиями советских ученых и практиков найдены пути их искусственного воспроизводства, — необходимо только построить соответствующее число рыбоводных заводов и правильно их эксплуатировать.

Последние работы ВНИРО с применением радиоактивных изотопов показали, что молодь, выпускаемая с рыбоводных заводов, ничем не уступает молоди естественного размножения. Вопрос об искусственном разведении осетровых и каспийского лосося можно считать в основном разрешенным. Однако не следует забывать и обо всех возможностях сохранения естественного размножения этих рыб в нижних бьефах гидроузлов. Обнадёживающие результаты получены также в деле искусственного разведения белорыбцы. При этом следует отметить относительно небольшие

уловы осетровых и лососевых рыб, а значит, и относительно небольшие масштабы мероприятий по их воспроизводству.

Сельдей мы еще не умеем разводить искусственно; их воспроизводство должно пока идти путем естественного размножения.

В последнее время вновь возник вопрос о строительстве рыбопропускных (в отношении осетровых, сельдевых и белорыбцы) сооружений на волжских гидроузлах, что едва ли целесообразно, так как выше Сталинградского гидроузла в самые ближайшие годы все естественные нерестилища проходных рыб будут затоплены. Можно говорить только о временных мерах по пересадке в верхние бьефы осетровых.

Совсем по-иному обстоит дело с полупроходными рыбами. Их уловы в 10—15 раз превышают, например, уловы осетровых по отдельным годам и пятилеткам. Следовательно, и масштабы их воспроизводства должны превышать масштабы воспроизводства осетровых тоже в 10—15 раз. Советские ученые и практики разработали методы выращивания молоди полупроходных рыб в нерестово-выростных хозяйствах. Однако не может быть и речи о воспроизводстве полупроходных рыб всецело только искусственным путем. Это потребовало бы не только огромных капиталовложений, но и очень сложной системы эксплуатации рыбоводных (нерестово-выростных) хозяйств при грандиозных масштабах всего мероприятия. Если необходимость в нерестово-выростных хозяйствах бесспорна с рыбоводно-биологической и инженерно-технической сторон, то все другие предлагаемые мероприятия по воспроизводству чрезвычайно спорны.

Первая схема и проектное задание по воспроизводству полупроходных и проходных рыб были составлены в 1939—1940 гг. Эта схема, помимо строительства рыбхозов, предусматривала возведение больших поперечных дамб в дельте Волги для создания подпора воды и заливания обширных площадей для размножения на них полупроходных рыб.

Несколько вариантов схем по воспроизводству полупроходных рыб было составлено и в послевоенные годы. Эти схемы неизбежно должны были считаться с падением уровня Каспийского моря, с сокращением его площади, особенно с сильным сокращением площади Северного Каспия, его резким осолонением и даже с полной ликвидацией мест нагула полупроходных рыб. Поэтому в послевоенных схемах появились предложения по сохранению уровня Северного Каспия путем постройки дамб, которые должны отгородить его от Среднего Каспия. Появились также предложения о сооружении таких дамб вдоль края Волги с тем, чтобы они направляли часть стока Волги в восточные районы Северного Каспия для его распреснения. Возникли также идеи переброски части стока Волги по специальным каналам в р. Урал. Наконец, внесены предложения о создании в дельте Волги обширных пресноводных водоемов в качестве нагульных товарных хозяйств для возмещения потерь в уловах полупроходных рыб. Примером может служить схема по воспроизводству полупроходных рыб Северного Каспия 1950 г. Эта схема, помимо нерестово-выростных хозяйств (рыбхозов), поперечных запруд (карманов), предусматривала также создание нагульных товарных хозяйств в западных и восточных подступных ильменах. Последняя схема Гидрорыбпроекта, кроме создания нерестово-выростных хозяйств, предусматривает строительство продольных дамб вдоль протоков дельты Волги с целью создания подпора воды для естественного размножения полупроходных рыб в весенний период.

Но все проектировки по воспроизводству полупроходных рыб Северного Каспия упираются в неопределенность стояния уровня Каспия. Если

считать, что Каспийское море не останется на современном уровне, то сложные капитальные устройства стоимостью свыше полумиллиарда рублей окажутся явно нецелесообразными.

Если принять наиболее пессимистический вариант падения уровня Каспия, т. е., по существу ликвидацию Северного Каспия, то капитальные устройства в дельте Волги стоимостью свыше полумиллиарда рублей также явно нецелесообразны; как бы хорошо ни размножались рыбы в дельте Волги, для них не будет нагульных площадей в Северном Каспии.

Для правильного решения всего вопроса воспроизводства полупроходных рыб Северного Каспия необходимо принятие таких мер, которые ограничили бы падение уровня Каспийского моря на какой-то определенной отметке или, еще лучше, стабилизировали бы этот уровень. От биологов настойчиво требуют такого биологического обоснования по воспроизводству полупроходных рыб, которое не только сохранило бы уловы полупроходных рыб на данном этапе, но и повысило их.

Все мероприятия по воспроизводству полупроходных рыб могут быть построены только на прогнозе состояния сырьевой базы будущего Каспия, что требует составления прогноза кормовой базы, а это, в свою очередь, вызывает необходимость составления прогноза гидрохимического режима моря, его первичной кормности и т. д. При неопределенности вопроса о стоянии уровня Каспийского моря все эти проблемы решать чрезвычайно трудно. Вот почему рыбохозяйственная наука и промышленность с большим удовлетворением и надеждой встречает предложение о переброске части стока рек порядка 25—40 км³ (а может быть и больше) в Волгу, хотя бы в меженьный период. Это мероприятие, хотя бы и в перспективе, за пределами 1970 г., позволит в какой-то мере ограничить падение уровня Каспия, а может быть, и стабилизировать его.

Если дополнительный сток оставит проблему Каспийского моря в прежнем положении, то и это мероприятие для рыбного хозяйства не будет иметь ожидаемого эффекта.

Неопределенность положения с будущим стоянием уровня Каспийского моря приводит к неопределенности прогноза будущей сырьевой базы и всех биологических и инженерно-технических решений по воспроизводству рыбных запасов.

Конкретно вопрос о воспроизводстве промысловых рыб Каспия, особенно Северного Каспия, должен решаться в двух направлениях:

1) путем разработки перспективного плана и (пока) схемы мероприятий по воспроизводству рыбных запасов Каспия, рассчитанных на какой-то будущий, более или менее определенный гидрологический режим Каспия с учетом возможного регулирования уровня посредством переброски части стока северных рек (хотя, как теперь выясняется, это все же слишком отдаленная перспектива — за пределами 1970 г.);

2) путем разработки мероприятий по воспроизводству рыбных запасов Каспия, с учетом продолжающегося падения уровня моря и с учетом отдаленной перспективы.

К первоочередным необходимым и бесспорным мероприятиям следует отнести:

а) строительство осетровых и лососевых рыболовных заводов на Волге, Куре, Урале;

б) строительство новых нерестово-выростных хозяйств и реконструкция старых (действующих) в дельте Волги;

в) мелиоративные работы в низовьях дельт Волги и Урала для улучшения прохода производителей к местам нереста и режима на местах зимовки (дноуглубительные работы на двух-трех банках в дельте Волги, на

банках в дельте Урала, текущая мелиорация по нижнему краю дельты и некоторые другие работы);

г) завершение строительства мелиоративных объектов в заливе им. Кирова и всего комплекса рыбоводно-мелиоративных работ в Каспийско-Курином районе.

При разработке и проектировании мероприятий по воспроизводству рыбных запасов Каспия следует всегда помнить основное правило: воспроизводство рыбных запасов Каспийского моря (и других водоемов) может быть успешно завершено лишь при комплексном осуществлении ряда мероприятий.

1. Основным мероприятием является охрана естественного размножения рыб. Необходимы самые жесткие меры в отношении всех (без исключения) нарушителей правил рыболовства. Более того, для Каспия необходимо некоторое сокращение уловов ценных промысловых рыб с тем, чтобы в новые и трудные условия, связанные с падением моря и регулированием стока, войти с сохранившимся стадом производителей рыб.

После постройки Сталинградского гидроузла в дельте Волги ожидается двухвершинная кривая весеннего половодья, т. е. после первого повышения уровня Волги в первой декаде мая уровень понизится, а затем в первой декаде июня опять повысится. Это грозит тем, что отложенная в мае рыбами икра на перестылях обсохнет и погибнет. Необходимо сохранить прежние бытовые условия прохождения весеннего половодья в дельте Волги, т. е. одновременную кривую весеннего половодья. По мере ввода все новых гидроузлов и перехода на многолетнее регулирование стока Волги следует стремиться к одновершинной кривой весеннего половодья в дельте Волги на уровне хотя бы маловодного (лучше, конечно, средневодного) года бытового стока.

2. Мелиорация мест естественного размножения рыб. Для осетровых ниже Сталинграда остаются очень ограниченные места их возможного размножения. Необходимо расширить, увеличить площадь нерестилиц путем создания искусственных нерестилиц, о чем имеются конкретные и уже опубликованные предложения.

Следует пересмотреть и сложившееся отношение к Ахтубе. Строительство ГЭС в низовьях Волги связано с перекрытием всей Волго-Ахтубинской поймы. Но есть и другой вариант — перекрыть только коренную Волгу, что потребует строительства дамбы по левому берегу Волги. Этот вариант устраивает и сельское, и рыбное хозяйство. При таком варианте Ахтуба остается открытой для размножения осетровых, сельдевых и даже полупроходных (например, воблы, судака). Конечно, потребуются дополнительные меры по попускам в Ахтубу воды из Сталинградского водохранилища, созданию искусственных нерестилиц в Ахтубе, направляющих устройств для пропуска производителей в Ахтубу. С вопросом попусков воды в Ахтубу тесно связан вопрос усиления стока по восточным рукавам дельты Волги (например, по Бузану) для улучшения естественного размножения в восточной части дельты и распреснения восточной части Северного Каспия.

3. Искусственное разведение интенсивного типа. Нужно всячески форсировать вопрос о строительстве осетрового рыболовного завода (а возможно, и белорыбицы) в нижнем бьефе Сталинградского гидроузла и вообще об организации там рыболовных работ.

4. Направленное изменение природы рыб. Имеются в виду работы Н. И. Николукина (Саратов) по созданию гибридных пресноводных форм осетровых, например, гибрида белуга × стерлядь.

5. Акклиматизация рыб и кормовых объектов. Пока этому вопросу не уделяется должного внимания. Напомню о предложениях реакклиматизации (если этот термин можно применить) кутума в Северном Каспии и белуги в Куре. В области изучения беспозвоночных (кормовых организмов) — непочатый край работы, особенно применительно к новым условиям, которые создаются на Каспии.

6. Создание товарных (нагульных) хозяйств в дельте Волги, которая располагает такими, сейчас заброшенными, обширными водоемами, как западные и восточные подстенные ильмени. Неоднократно вносились предложения по их использованию и составлялись проекты устройства нагульных хозяйств озерного типа с целью получения дополнительного количества рыбы (сазана, леща, судака). Необходимо форсировать в первую очередь строительство опытных нагульных хозяйств, о чем уже имеется решение Совета Министров Союза ССР.

Вопрос о прогнозе уровня Каспийского моря и регулировании его, несомненно, будет общими усилиями разрешен, но это все же достаточно отдаленная задача, решение которой может увести в сторону от конкретных насущных задач воспроизводства рыбных запасов Каспия уже теперь.

В. Г. Брючков

ГЕОГРАФИЯ РЫБОЛОВСТВА В ДЕЛЬТЕ ВОЛГИ В СВЯЗИ С ПАДЕНИЕМ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

ПАДЕНИЕ УРОВНЯ КАСПИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РЫБОЛОВСТВА

Исключительно сильное падение уровня Каспийского моря, вызвавшее изменение природной обстановки в дельте Волги, особенно заметно отразилось на водном транспорте, рыболовстве и на воспроизводстве полупроходных рыб. Непосредственным следствием падения уровня моря явилось обмеление многих рукавов и протоков дельты (особенно в ее восточной части), обмеление и удлинение выходных участков из реки в море — банков.

Обмеление и пересыхание банков привело к тому, что многие прибрежные рыболовецкие селения вынуждены выводить морской рыболовный флот кружным путем через Астрахань и Главный банк. Для колхозов некоторого отрезка дельты путь до моря составляет теперь 250—300 км против прежних нескольких десятков километров. Многие селения в нижней дельте, специализировавшиеся раньше преимущественно на морском рыболовстве, фактически утратили сейчас преимущества своего приморского положения, если не считать сравнительно ограниченных возможностей лова в предустьевом пространстве, включенном в зону полного запрета (бакенные полосы) или ограниченного лова (лежалые полосы).

Усложнение условий захода рыбы с моря в рукава дельты, обмеление и пересыхание многих протоков и ериков в самой дельте, естественно, ухудшили условия речного рыболовства. Некоторые рыбацкие селения оказались расположенными теперь на несудоходных речных протоках, иные потеряли связь водным транспортом со своими моторно-рыболовными станциями (МРС); отдельные населенные пункты вследствие отступания берега оказались удаленными на большое расстояние от воды, что осложнило не только их транспортные связи, но и остро поставило проблему водоснабжения.

Все эти обстоятельства, непосредственно связанные с понижением уровня моря, естественно, не могли не привести к значительным изменениям в пространственной организации рыболовства, изменили соотношение способов и видов морского и речного лова, состав уловов и их уровень в различных частях дельты.

На карте (рис. 1), составленной по переписи ловецкого населения в 1926—1927 гг. (под ред. Киселевича), морские ловецкие хозяйства преобладали в приморских селениях, расположенных на островах среди моря и по берегам крупных банков; в средней части дельты хозяйства, занимав-

5. Акклиматизация рыб и кормовых объектов. Пока этому вопросу не уделяется должного внимания. Напомню о предложениях реакклиматизации (если этот термин можно применить) кутума в Северном Каспии и белуги в Куре. В области изучения беспозвоночных (кормовых организмов) — непечатый край работы, особенно применительно к новым условиям, которые создаются на Каспии.

6. Создание товарных (нагульных) хозяйств в дельте Волги, которая располагает такими, сейчас заброшенными, обширными водоемами, как западные и восточные подстенные ильмени. Неоднократно вносились предложения по их использованию и составлялись проекты устройства нагульных хозяйств озерного типа с целью получения дополнительного количества рыбы (сазана, леща, судака). Необходимо форсировать в первую очередь строительство опытных нагульных хозяйств, о чем уже имеется решение Совета Министров Союза ССР.

Вопрос о прогнозе уровня Каспийского моря и регулировании его, несомненно, будет общими усилиями разрешен, но это все же достаточно отдаленная задача, решение которой может увести в сторону от конкретных насущных задач воспроизводства рыбных запасов Каспия уже теперь.

В. Г. Брючков

ГЕОГРАФИЯ РЫБОЛОВСТВА В ДЕЛЬТЕ ВОЛГИ В СВЯЗИ С ПАДЕНИЕМ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

ПАДЕНИЕ УРОВНЯ КАСПИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РЫБОЛОВСТВА

Исключительно сильное падение уровня Каспийского моря, вызвавшее изменение природной обстановки в дельте Волги, особенно заметно отразилось на водном транспорте, рыболовстве и на воспроизводстве полупроходных рыб. Непосредственным следствием падения уровня моря явилось обмеление многих рукавов и протоков дельты (особенно в ее восточной части), обмеление и удлинение выходных участков из реки в море — банков.

Обмеление и пересыхание банков привело к тому, что многие прибрежные рыболовецкие селения вынуждены выводить морской рыболовный флот кружным путем через Астрахань и Главный банк. Для колхозов некоторого отрезка дельты путь до моря составляет теперь 250—300 км против прежних нескольких десятков километров. Многие селения в нижней дельте, специализировавшиеся раньше преимущественно на морском рыболовстве, фактически утратили сейчас преимущества своего приморского положения, если не считать сравнительно ограниченных возможностей лова в предустьевом пространстве, включенном в зону полного запрета (бакенные полосы) или ограниченного лова (лежалые полосы).

Усложнение условий захода рыбы с моря в рукава дельты, обмеление и пересыхание многих протоков и ериков в самой дельте, естественно, ухудшили условия речного рыболовства. Некоторые рыбацкие селения оказались расположенными теперь на несудоходных речных протоках, иные потеряли связь водным транспортом со своими моторно-рыболовными станциями (МРС); отдельные населенные пункты вследствие отступления берега оказались удаленными на большое расстояние от воды, что осложнило не только их транспортные связи, но и остро поставило проблему водоснабжения.

Все эти обстоятельства, непосредственно связанные с понижением уровня моря, естественно, не могли не привести к значительным изменениям в пространственной организации рыболовства, изменили соотношение способов и видов морского и речного лова, состав уловов и их уровень в различных частях дельты.

На карте (рис. 1), составленной по переписи ловецкого населения в 1926—1927 гг. (под ред. Киселевича), морские ловецкие хозяйства преобладали в приморских селениях, расположенных на островах среди моря и по берегам крупных банков; в средней части дельты хозяйства, занимав-

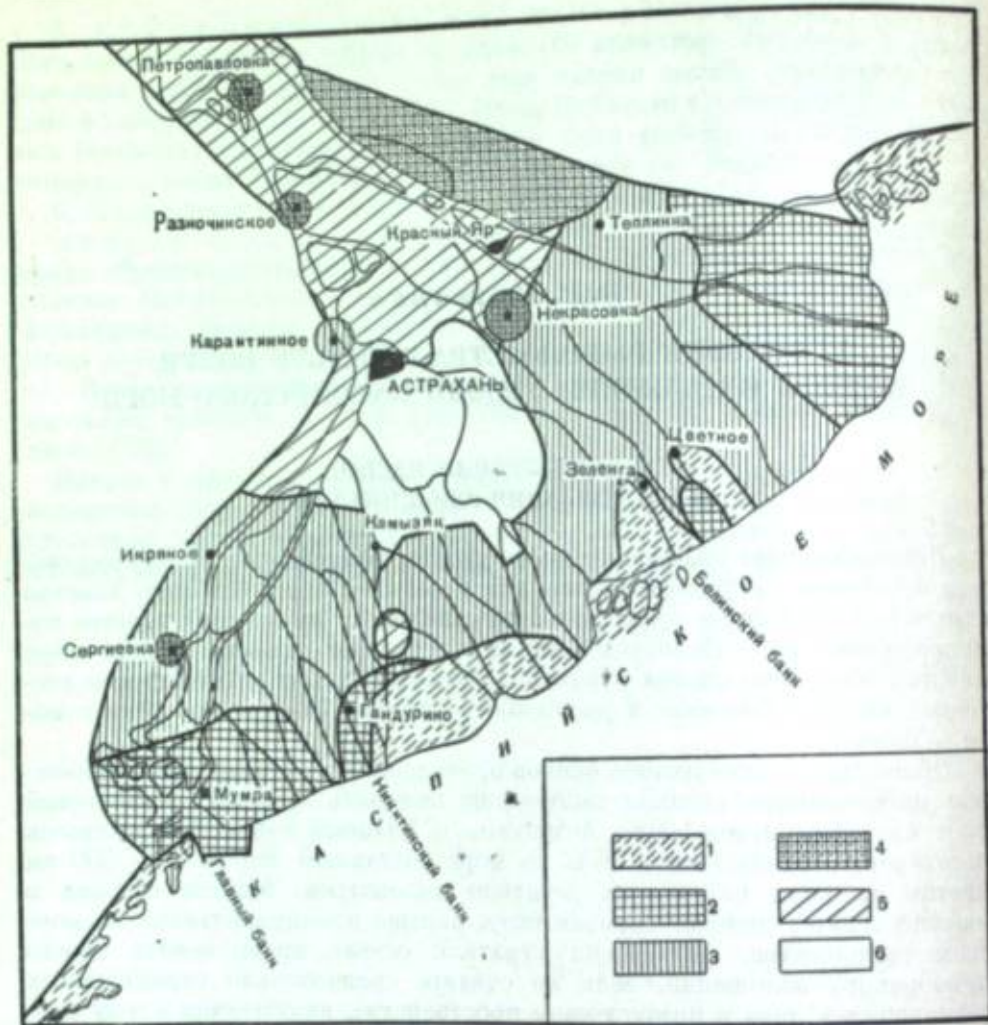


Рис. 1. Преобладающие виды речного и морского рыболовства в дельте Волги по переписи 1926—1927 гг.

1 — преобладание морских хозяйств; 2 — преобладание бударочных черевых хозяйств; 3 — морские и речные хозяйства; 4 — преобладание речных неводных хозяйств; 5 — преобладание речных плавных хозяйств; 6 — район дельты, сплошь используемый под сельское хозяйство (обвалованы).

шесся морским и речным ловом, имели примерно одинаковое значение, а в верховье господствовали речные (неводные и плавные) хозяйства. Составленные нами карты современного распространения различных видов морского и речного лова (рис. 2 и 3) позволяют выявить основные направления в изменении географии рыболовства за последние 25 лет — в период, когда происходило резкое падение уровня Каспийского моря и проводилась перестройка основ всей рыбодобывающей промышленности.

За указанный период произошло перемещение основных баз морского рыболовства в район Главного банка и Бахтермира, откуда сейчас проходит самый короткий путь (по Волго-Каспийскому каналу) в море. В настоящее время здесь базируется преобладающая часть механизированного сейнерного флота, при помощи которого в 1953 г. получали около половины

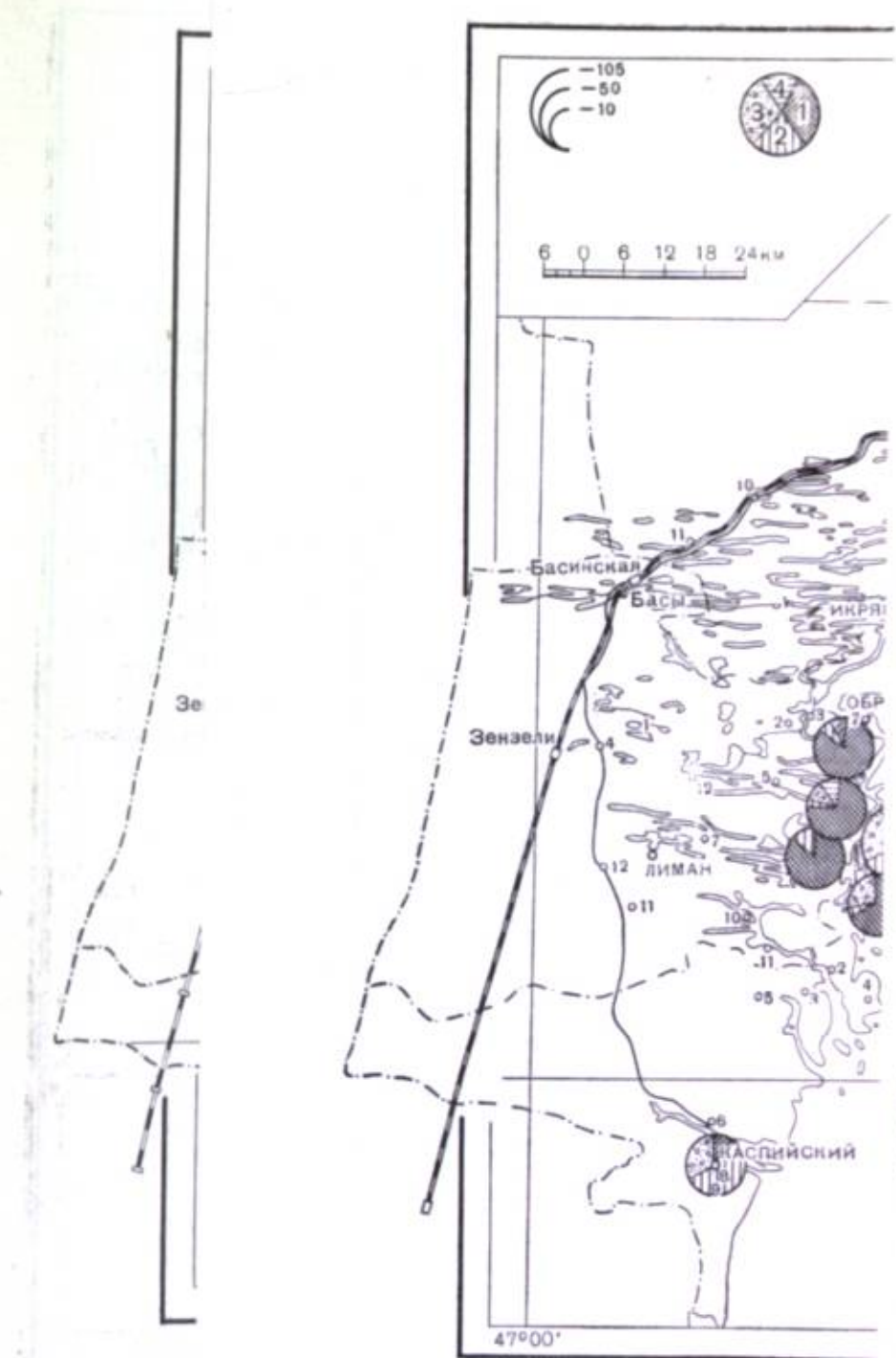


Рис. 3. Морские уловы 1 — уловы сейнерами; 2 — уловы ставным.

них
ого
ми
них
ж-
ль-
ого
по
об-
ние
ав-
сти
гво
ых
ся
зем

ор-
их
сь.
ду-
ол-
ого
ота
ва,
ва-
3).
ого
гт.
не-
ыб

ве
1 г.
%

тал
за

всего морского улова предприятий, расположенных в дельте. В приморских районах остальной части дельты несколько увеличилось значение речного рыболовства, которое ведется с помощью бударок и крупными неводами на тонях. Морское рыболовство расположенных здесь рыбодобывающих предприятий основано на использовании сейнеров, выходящих в море окружным путем по Волго-Каспийскому каналу; рыболовческие артели используют также парусные суда, особенно там, где они в период высокого уровня воды могут выходить в море через местные банки (например, по Белинскому банку). На остальной территории дельты, где раньше преобладали смешанные (морские и речные) хозяйства, повысилось значение морского рыболовства, которое ведется главным образом посредством ставных неводов. В рыболовческих колхозах, расположенных в верхней части дельты, и в настоящее время основное значение имеет речное рыболовство с преобладающим значением тоневого лова, дающего до половины речных уловов. Район деятельности морского рыболовного флота, базирующегося в дельте, включавший ранее только Северный Каспий, расширился за счет освоения районов лова кильки, сельди, кефали в Среднем и Южном Каспии.

В период падения уровня моря произошло заметное ухудшение кормовой базы рыб, что привело к резкому сокращению северокаспийских стад леща, сазана и особенно воблы, уловы которых сильно сократились. Осложнение условий рыболовства вместе с сокращением запасов полупроходных рыб привело к уменьшению всего улова рыболовческих колхозов дельты, несмотря на значительное расширение районов морского лова (в Среднем и Южном Каспии), увеличение рыбопромыслового флота и средств производства, повышение механизации морского и речного лова, введение крупных механизированных сейнеров — дрейфтеров, обслуживаемых авиацией и другими средствами промысловой разведки (см. рис. 3). Общие уловы рыболовческих колхозов и предприятий государственного сектора лова, расположенных в дельте, с 2,5—3 млн. ц в начале 1930-х гг. сократились до 1,9—2 млн. ц к началу 1950-х гг. Значительные изменения произошли в составе улова по основным промысловым группам рыб (табл. 1.)

Таблица 1*

Соотношение пород рыб в уловах рыболовческих колхозов дельты Волги

Породы	1935 г.		1953 г.		Отношение улова 1953 г. к улову 1935 г., %
	улов, тыс. ц	%	улов, тыс. ц	%	
Сельдь	151,8	6,5	246,8	15,1	163
Вобла	896,4	38,2	298,1	18,3	33
Крупный частик	1061,8	45,5	479,5	29,4	45
Мелкий частик	164,6	7,0	159,9	9,8	97
Красная рыба	64,8	2,8	59,4	3,6	92
Килька	—	—	389,5	23,8	—
Итого	2339,4	100	1633,2	100	70

* Таблица составлена по данным, приведенным в справочнике «Рыболовецкая колхозная система в цифрах», 1936 г. и по данным годовых отчетов колхозов за 1953 г.

Резко уменьшилась доля воблы и крупного частика, которые (вместе с мелким частиком) составляли в 1935 г. 90%, а в 1953 г. — 58% всего улова рыболовецких колхозов дельты. Ежегодный недолов воблы по сравнению с 1935 г. составляет сейчас около 600 тыс. ц, крупного частика — около 590 тыс. ц, красной рыбы — 5 тыс. ц, что по сырьевым закупочным ценам составляет около 120 млн. руб. Значительную долю (24%) в современных уловах рыболовецких колхозов составляет сравнительно малоценная килька, добываемая во вновь освоенных районах Среднего Каспия. Уловы кильки резко возросли с 1950—1951 гг.

Морское рыболовство, в отличие от речного, характеризуется менее резкими сезонными колебаниями как уловов, так и численности занятых рыбаков. В речном рыболовстве получают наибольшую часть уловов в первом полугодии (преимущественно в весеннюю путину), а в морском — во втором полугодии. С этим тесно связано и изменение численности рыбаков, участвующих в речном и морском рыболовстве в первом и во втором полугодиях (табл. 2).

Таблица 2

Численность рыбаков, занятых в морском и речном рыболовстве в I и во II полугодиях 1953 г.*

Фактически было занято рыбаков	I полугодие		II полугодие		Участвовало рыбаков во II полугодии по отношению к I, %
	чел.	%	чел.	%	
В море	6683	39	7677	55	115
В реке	10473	61	6364	45	61
Всего	17156	100	14041	100	82

* По данным Астраханского Рыбколхозсоюза.

В речном рыболовстве численность рыбаков во втором полугодии уменьшается почти на 40%, а в морском — несколько увеличивается (на 15%) по сравнению с первым полугодием. Эти изменения рыболовецкие колхозы осуществляют за счет соответствующих перемещений собственных трудовых ресурсов, почти без привлечения со стороны сезонных рабочих.

Рыбодобывающие предприятия сектора государственного лова практикуют привлечение сезонных рабочих, которые в речном рыболовстве составляют иногда до одной трети общей численности рыбаков, участвующих в лове.

Размещение рыболовецких колхозов в дельте Волги тесно связано с особенностями гидрографической сети. Особенно ярко это проявляется в западной части дельты, где селения рыболовецких колхозов, как Гроздь, «наизаны» на крупные волжские рукава — Бахтемир и Старую Волгу. На территории между главными рукавами рыболовецкие колхозы встречаются гораздо реже. МРС, обслуживающие по 4—7 рыболовецких колхозов каждая, расположены на территории дельты Волги так же неравномерно, в соответствии с размещением рыболовецких колхозов: усадьбы МРС находятся на берегах наиболее крупных рек, постоянно доступных для судоходства.

На картах распределения уловов колхозов видно, что наиболее крупные колхозы (уловы которых достигают до 40—60 тыс. ц в год) расположены в нижней и средней зонах дельты, особенно по берегам западных речных систем. В верхней зоне дельты преобладают относительно мелкие колхозы, получающие уловы до 10 тыс. ц рыбы в год (см. рис. 2).

Рыболовецкие колхозы, занимающиеся исключительно речным или морским рыболовством, составляют очень небольшую группу: первые располагаются в верховьях дельты, вторые — вдоль побережья Каспийского моря, в южной части придельтовых ильменей, почти не пригодных для рыболовства. Большинство же колхозов сочетает различные виды речного и морского лова. Преобладание тех или иных видов морского и речного лова зависит от продуктивности речных рыбопромысловых угодий, от положения их по отношению к путям выхода в море и от трудовых навыков населения. Соотношение морских и речных уловов в последнее время непрерывно меняется в различных районах дельты. Так, в колхозах юго-восточной части дельты в связи с ухудшением выхода в море наблюдается некоторое повышение доли речных уловов (при общем сокращении всего улова); в колхозах западной части, близко расположенных к Главному банку, происходит увеличение доли морских уловов при некотором общем повышении (на 10—12% за 1951—1953 гг.) всего улова.

Рыбодобывающие предприятия западной части дельты (где сосредоточено более 3/4 сейнерного флота рыболовецких колхозов и все сейнера государственного сектора лова, а в речном рыболовстве развит тоневой лов) отличаются гораздо более высоким уровнем механизации по сравнению с предприятиями восточной части дельты. В речном рыболовстве колхозов восточной дельты преобладает бударочный лов, а в морском основные уловы идут с парусных судов (реюшки, стойки) и ставных неводов. Добыча рыбы механизированными средствами здесь обычно не превышает 10—12% всего улова.

С уровнем механизации тесно связана производительность труда в рыболовецких колхозах дельты: в западной части дельты среднегодовые уловы на одного рыбака достигают 250 ц рыбы, в восточной дельте они обычно не превышают 150 ц, в большинстве же колхозов составляют менее 100 ц (рис. 4).

На распределение годовых уловов по сезонам большое влияние оказывает соотношение морского и речного рыболовства. В МРС, обслуживающих колхозы с преобладающим морским рыболовством, большую часть улова получают во вторую половину года, главным образом в III квартале. Колхозы же с преобладающим речным рыболовством имеют резко выраженный максимум уловов во II квартале. Характерно, что в колхозах нижней части дельты, где наиболее благоприятны условия для позднего и зимнего морского и речного лова, уловы по кварталам распределяются относительно более равномерно, чем в средней и особенно в верхней частях дельты.

Различный характер соотношения морских и речных видов лова в определенной степени влияет и на состав уловов. В уловах колхозов западной части дельты, ведущих морской лов преимущественно при помощи сейнеров, высок удельный вес кильки. В отдельных МРС (Олинской, Николо-Комаровской) на долю кильки приходится более половины всего улова. В то же время в колхозах восточной части дельты, занимающихся морским рыболовством преимущественно с мелких судов в Северном Каспии, уловы кильки составляют очень небольшую долю или совсем отсутствуют. Доля крупночастиковых пород в общем улове заметно выше

в нижней части дельты, так как в устьевых участках рек эти рыбы служат постоянным объектом речного и морского рыболовства. Удельный вес мелкочастиковых пород, напротив, увеличивается в верхней зоне дельты, где преобладает речное рыболовство (в колхозах Ново-Урусовской МРС, например, мелкочастиковые породы составляют 40% всего улова).

Для борьбы с последствиями падения уровня моря большое значение приобретает рыбохозяйственная мелиорация и искусственное воспроизводство полупроходных рыб в дельте. Ухудшение условий естественного воспроизводства полупроходных рыб в дельте связано главным образом с изменением гидрологического режима низовий Волги. Важное значение для нереста и нагула молоди имеют период заливания покоев, наступающий при повышении уровня воды до 55 см (у Астрахани), а также период проточности пойменной системы, наступающий при дальнейшем повышении уровня (до 250 см у Астрахани), когда происходит равномерное распределение мальков по всей дельте и скат их в море.

Продолжительность пойменного периода, по данным М. И. Фокина, сократилась с 1930 по 1950 г. в среднем на 19 дней, а период проточности уменьшился на 10 дней. При этом за последние 20 лет шесть раз не наступало проточности ильменно-пойменной системы, в то время как до 1930 г. на протяжении 50 лет было только 2 года, когда не наступало проточности покоев. В связи с этим в 1930-е годы в дельте Волги начали практиковать искусственное воспроизводство полупроходных рыб на специально оборудованных (коллекторной сетью и шлюзом) участках, защищенных от окружающих покоев водоградительными валами. В таких нерестово-вырастных хозяйствах, занимающих площадь около 13 тыс. га, с единицы площади получают в 2—3 раза больше рыбной молоди по сравнению с естественными нерестилищами. В 1953 г. в этих хозяйствах выращено 600 млн. мальков; коэффициент промыслового возврата выращенной молоди обычно принимается равным 2.

В целях улучшения захода рыб в рукава дельты с моря, наряду с углублением крупных банков-рыбоходов (Гандуринского, Кировского и др.), после Отечественной войны практиковалось частичное выкашивание рогозово-тростниковых зарослей в устьевых участках самоходными камышекосилками.

Исключительно важна мелиорация естественных нерестилищ. За десятилетие (с 1930 по 1940 г.) в дельте Волги мелиорация проводилась на площади 40,4 тыс. га, преимущественно в восточной ее части. В настоящее время потребность в мелиорации нерестилищ значительно возросла, так как по мере понижения уровня Каспийского моря все более увеличивается количество «остаточных» водоемов, из которых после спада половодья мальки не могут выйти в реки. Так, в 1948 г. учтенная площадь «остаточных» водоемов составила 32,5 тыс. га, а мелиорировано было в том же году лишь около 10 тыс. га нерестилищ.

ПУТИ РАЗВИТИЯ РЫБОЛОВСТВА

Современное развитие рыболовства в сторону постоянного увеличения морских уловов должно сохраниться и в будущем. Оценивая перспективы развития рыболовства, следует придавать большое значение расширению активного лова в Среднем и Южном Каспии с сейнеров. Однако в уловах сейнеров значительную долю составляет сравнительно малоценная клякка. Ценные промысловые виды рыб (крупный частик, осетровые, лососевые) ловятся в основном в Северном Каспии, особенно в приустьевых районах.

В мелководных районах Северного Каспия перспективным является лов ставными неводами, характеризующийся высокой производительностью и вполне отвечающей социалистической форме организации труда. При помощи ставных неводов легче всего регулировать интенсивность промысла в предустьевой части моря. Использование мелкого промыслового флота в морском рыболовстве для дельты Волги имеет значение ввиду мелководности Северного Каспия. Этот вид лова наиболее эффективно может быть организован рыболовецкими колхозами, расположенными в приморской части дельты, где состояние местных банков позволяет выходить в море.

Наряду с увеличением морских уловов, следует полнее использовать речные рыболовные участки путем повышения механизации как неводного, так и бударочного рыболовства, в первую очередь на тонях.

Дальнейшее падение уровня Каспия может нанести рыбному хозяйству еще больший урон, чем до сих пор, в связи с возможным отмиранием восточной части дельты и усыханием многих протоков.

При дальнейшем падении уровня моря следует ожидать концентрации рыбодобывающих предприятий на берегах Бахтемира. Возможные изменения в сосредоточении рыболовецких пунктов должны будут вызвать и коренные изменения в расселении рыболовецкого населения.

В настоящее время имеются технические проекты, которые позволяют регулировать уровень моря в мелководных районах Северного Каспия, прилегающих к волжской дельте. В случае поддержания уровня моря на определенной высоте условия рыболовства в дельте Волги могут значительно улучшиться. Самые крупные банки вновь станут доступными для судоходства, по ним улучшится заход рыбы с моря, и тем самым шире станут возможности и речного, и морского рыболовства, особенно в восточной части дельты. В этом случае оживут и рыболовецкие прибрежные селения в южной части придельтовых ильменей, большинство которых сейчас потеряло выход в море. Однако во всех случаях потребуются дальнейшая интенсификация воспроизводства рыбных запасов полупроходных и отчасти проходных рыб в связи с гидростроительством и регулированием стока Волги.

Е. Н. Куделина

ЗООПЛАНКТОН СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО КАСПИЯ В ПЕРИОД ПАДЕНИЯ УРОВНЯ ЮЖНОЙ ЧАСТИ МОРЯ

В связи с падением уровня Каспийского моря наблюдались сильные колебания солености воды в Северном Каспии. Но в Среднем и Южном Каспии повышение солености было незначительным и не повлекло каких-либо заметных изменений ни в качественном составе зоопланктона, ни в его распределении.

Наши исследования велись на четырех разрезах:

1) Махачкала — мыс Сагындык; 2) Дивичи — Кендерли; 3) о-в Жилой — мыс Куули; 4) о-в Куринский камень — о-в Огурчинский.

Исследованиями охвачены годы с 1934 по 1954. Многолетние материалы получены за весенний и летний сезоны.

Зоопланктон Среднего и Южного Каспия представлен в основной массе 3—4 видами веслоногих рачков, к которым в открытом море присоединяются четыре вида глубинных мизид. Ветвистоусые рачки, коловратки и простейшие в планктоне имеют второстепенное значение и встречаются в относительно небольших количествах.

Новыми формами для планктона Среднего и Южного Каспия являются личиночные стадии черноморских и азовских вселенцев: *Leander squilla*, *Leander adpersus*, *Nereis succinea* (личинки *Nereis* в стадии метатрахофоры встречаются в планктоне изредка) и личинки *Balanus improvisus*. Баланус на Каспии появился совсем недавно: впервые он был обнаружен летом 1955 г. В настоящее время личинки балануса в больших количествах встречаются на юге Каспийского моря, у западного побережья и особенно в районе Ленкорани. Отмечаются они и у западного побережья Среднего Каспия, но в меньшем числе. На восточном побережье они обнаружены пока в единичных экземплярах.

Мы рассмотрели средние величины биомассы в слое 0—100 м центральных разрезов: Дивичи — Кендерли (табл. 1), о-в Куринский камень — о-в Огурчинский за весенний и летний периоды. (Материалы по разрезу Махачкала — мыс Сагындык, о-в Жилой — мыс Куули непригодны для изучения многолетних изменений планктона вследствие мелководности и непостоянства гидрологического режима этих районов.)

Как видно из табл. 1, в Среднем Каспии весенняя биомасса зоопланктона с 1938 г. к 1952 г. уменьшилась (весенних данных за 1934—1937 гг. не имеется). Такую направленность в изменении биомассы нарушают лишь данные 1939 г. Объясняется это тем, что на величине биомассы зоопланктона этого года сказались поздний календарный срок наблюдений и относительно высокая температура воды.

Из табл. 2 видно, что в Южном Каспии снижение биомассы с 1938 к 1941 г. заметно менее ясно. Такая затухающая картина объясняется различиями в сроках проведения работ в отдельные годы (в начале апреля 1938 г. и в конце мая 1940 г.) при разнице температуры воды в 7°. Летние наблюдения более надежны, так как в это время температурный и гидрохимический режимы моря относительно устойчивы. Материалы

Таблица 1

Средняя биомасса зоопланктона Среднего Каспия в весенние периоды (мг/м³)

Годы	Разрез Дивичи — Кендерли			
	дата наблюдения	средняя температура поверхностных слоев по разрезу, град.	биомасса центральной зоны	биомасса по разрезу
1938	12—14/IV	7,50	290	157
1939	2—4/V	11,36	360	289
1940	29/IV—1/V	8,52	158	106
1941	16—18/IV	8,36	119	80
1952	20—22/IV	7,60	35	61

летнего периода собраны в близкие сроки, почти при одинаковой температуре воды (21,8—24,7°) и к тому же представляют большой интерес по числу наблюдений, охватывающих годы слабого и резкого падения уровня моря и период относительно стабильного его стояния.

Таблица 2

Средняя биомасса зоопланктона Южного Каспия в весенний период (мг/м³)

Годы	Разрез о-в Куринский камень — о-в Огурчинский			
	дата наблюдений	средняя поверхностная температура воды по разрезу, град.	биомасса центральной зоны	биомасса по разрезу
1938	7/IV	11,5	51,0	35,7
1939	8/V	16,5	31,0	30,45
1940	31/V—2/VI	18,4	22,8	31,71
1941	25—26/IV	13,8	24,7	21,4

Изменения летней биомассы с 1934 по 1954 г. показаны в табл. 3, где для сравнения приведена также биомасса, полученная на разрезах о-в Жилой — мыс Куули и Махачкала — мыс Сагындык.

Летом в Среднем Каспии биомасса повышается с 1934 к 1938 г., затем, так же как и весной, снижается от 1938 к 1952 г. и в 1954 г. снова начинает повышаться.

В период интенсивного падения уровня моря биомасса зоопланктона повышается, а в период замедления снижается. Только в 1954 г., несмотря на незначительное падение уровня моря, количество зоопланктона на ряде разрезов оставалось высоким.

Таблица 3

Средняя биомасса зоопланктона в Среднем и Южном Каспии по разрезам и из глубоководным станциям в летний период

Годы	Разрезы					
	Дивичи—Кендерли		Махачкала—мыс Сагынды	о-в Жилой—мыс Куули	о-в Куринский Камень—о-в Огурчинский	
	центральная зона	по разрезу	по разрезу	по разрезу	центральная зона	по разрезу
	мг/м ³					
1934	—	55	—	—	—	—
1935	80,5	72,6	—	—	67,0	24,7
1938	78,2	90,3	—	—	—	—
1940	87,3	83,8	42,7	61,2	63,1	61,0
1943	68,3	81,4	93,8	52,9	—	—
1952	49,0	55,0	35,0	25,0	12,1	25,0
1954	56,7	59,7	75,2	80,6	71,2	56,7

Материалы по Южному Каспию (разрез о-в Куринский камень — о-в Огурчинский), а также данные по разрезу о-в Жилой — мыс Куули указывают на падение биомассы к 1952 г. и повышение ее в 1954 г.

Мы проанализировали также количественные изменения основных видов зоопланктона Среднего и Южного Каспия за все годы наблюдений (табл. 4).

Таблица 4

Средняя биомасса *Limnocalanus* и *Eurytemora* по разрезу Дивичи—Кендерли в осенние периоды

Биомасса, мг/м ³	1938	1939	1940	1941	1952
<i>Limnocalanus</i>	140	167	95	67	32
<i>Eurytemora</i>	3	32	8	4	9
Общая биомасса зоопланктона	157	289	106	80	62

Данные табл. 4 показывают, что снижение весной общей биомассы в Среднем Каспии обусловлено главным образом уменьшением *Limnocalanus*. В то же время в количестве *Eurytemora* каких-либо закономерных изменений почти не обнаружилось. В Южном же Каспии *Limnocalanus* представлен слабо (табл. 5). Средняя биомасса его даже в весенний период колеблется в пределах 0,3—5,0 мг/м³, а летом бывает еще ниже, падая до 0,04—1,1 мг/м³. Небольшая биомасса *Limnocalanus* наблюдается летом и в Среднем Каспии (табл. 6).

Все отмеченные выше изменения в количестве биомассы в отдельные годы в Южном Каспии и летом в Среднем Каспии обусловлены количественным изменением не *Limnocalanus*, а всех других видов зоопланктона, особенно представителей *Cladocera*, приобретающих летом заметное значение.

Таблица 5

Средняя биомасса *Limnocalanus* и *Eurytemora* в осенний и летний периоды в Южном Каспии (по разрезу о-в Куринский камень—о-в Огурчинский)

Биомасса, мг/м ³	Весна				Лето		
	1938	1939	1940	1941	1940	1952	1954
<i>Limnocalanus</i>	5,20	0,07	1,75	0,34	1,1	0,04	1,14
<i>Eurytemora</i>	8,20	3,60	2,80	3,40	15,0	4,00	18,20
Общая биомасса по разрезу	35,7	30,45	31,71	21,37	63,1	12,10	71,20

Таблица 6

Средняя биомасса *Limnocalanus* и *Eurytemora* по разрезу Дивичи — Кендерли летом в Среднем Каспии

Биомасса, мг/м ³	1935	1938	1940	1943	1952	1954
<i>Limnocalanus</i>	4,60	4,53	3,90	15,40	1,80	9,28
<i>Eurytemora</i>	12,10	14,60	21,70	12,60	24,00	22,36
Общая биомасса по разрезу	80,50	78,20	87,30	68,30	49,00	56,70

Резкие колебания биомассы *Limnocalanus* могут быть объяснены слабыми темпами его размножения. Этот вид дает две генерации в год. В отличие от *Limnocalanus*, рачок *Eurytemora* размножается круглый год. Суточные вертикальные миграции *Limnocalanus* достигают летом 500 м, а в остальные сезоны 400 м. Постоянное нахождение в зоне развития (25—50 м) фитопланктона, очевидно, позволяет *Eurytemora* находить для себя достаточно пищи и в годы с неблагоприятными кормовыми условиями.

Каковы же причины изменений величины биомассы зоопланктона в связи с изменениями уровня моря?

В 1939 г. Б. М. Персидский, а затем С. В. Бруевич и А. А. Шорыгин указывали, что при падении уровня Каспия, сопровождающемся повышением солености, хотя бы и слабым, усиливается вертикальная циркуляция. В связи с этим биогенные элементы, скапливающиеся на больших глубинах Среднего и Южного Каспия, вовлекаются в зону фотосинтеза, создавая тем самым благоприятные условия для развития фитопланктона, а следовательно, и зоопланктона. Позднее М. В. Федосов на основании многолетних гидрохимических наблюдений по Среднему и Южному Каспию пришел к заключению, что усиление вертикального перемешивания и увеличение подъема биогенных элементов из зоны аккумуляции в вышележащие слои возможно только в период интенсивного падения уровня моря.

Аналогична картина и по материалам летнего периода. В 1934—1935 гг., когда не наблюдалось еще резкого падения уровня моря, показатели количества биомассы зоопланктона были сравнительно невысокими. Максимальная величина их, как и весной, приходится на 1938—1940 гг., т. е. на годы наиболее интенсивного падения уровня моря. С 1942 по 1949 г. уровень моря относительно стабилизировался; мало изменились

и количественные показатели зоопланктона (по данным 1943 г.). Еще более слабое снижение уровня моря в 1952 г., по-видимому, не вызвало подъема питательных солей в зону фотосинтеза, в силу чего понизилась и биомасса зоопланктона до величины, наблюдавшейся в 1934 г.

Показатели концентрации фосфора и кремния отражают непотребленные (остаточные) их количества, наблюдавшиеся в момент исследования. Динамика же первичного потребителя питательных солей — фитопланктона, непосредственно связанного с зоопланктоном, к сожалению, не известна.

Мы согласны с С. В. Бруевичем, который по этому поводу пишет, что выяснение связи между химическим режимом моря и изменением в распределении количества фитопланктона представляет чрезвычайно важную, но тем не менее не всегда разрешимую задачу. Трудность лежит как в неполноте и недостаточности наших гидрохимических методов, не учитывающих всех физических, химических и экологических факторов, так и в том обстоятельстве, что биологическая картина моря в момент обследования обуславливается не столько химическим состоянием моря в данный момент, сколько в период, предшествующий развитию фитопланктона.

В свете сказанного едва ли можно ожидать ясно выраженной зависимости между показателями концентрации биогенных элементов и данными о количестве зоопланктона.

Нашему заключению о причинах падения биомассы зоопланктона противоречат результаты летних наблюдений 1954 г., когда биомасса заметно повысилась, хотя снижение уровня моря было очень небольшим. Это обстоятельство может быть вызвано или изменением гидрохимических и гидрологических условий моря в этом году, или изменением численности планктонофагов.

По данным А. А. Махмудбекова, количество сельдей в неблагоприятные 1953—1954 гг. существенного снижения не претерпело. Не снижалась в эти годы, судя по данным Е. А. Ловецкой, и численность кильки.

В Каспийском море количество биогенных элементов увеличивается с нарастанием глубин. Верхние слои воды, как пишет А. А. Шорыгин, «обогащаются биогенными элементами в Каспии или путем приноса этих элементов реками, или путем подъема их из нижней зоны аккумуляции (включая сюда и верхние слои грунта) при помощи различных категорий вертикальной циркуляции (турбулентное перемещение, компенсационные токи в результате сгонных ветров, конвекционные токи)».

В Среднем Каспии зима 1954 г. была самой холодной за последние 29—30 лет. Сумма среднемесячной температуры за январь и февраль у Дербента составляла $-0,3^{\circ}$, а у Астары $+7,6^{\circ}$. Это следствие выноса из Северного Каспия в Средний очень большого количества льда и господствовавших в феврале ветров северо-западного направления. Лед наблюдался и в Южном Каспии, у восточного его побережья, но местного происхождения.

Значительное охлаждение моря зимой 1954 г., по-видимому, усилило вертикальное перемешивание воды, косвенным подтверждением чего служит летнее распределение кислорода в зоне аккумуляции. По данным Б. Н. Абрамова, в халистатической зоне Среднего Каспия на центральных глубоководных станциях (на глубине 700—800 м) в зоне аккумуляции (200 м — дно) количество кислорода в 1954 г. достигало 61% насыщения, в 1952 г. — 55%. Высокое содержание кислорода в 1954 г. было отмечено и в халистатике Южного Каспия. Очевидно, повышение биомассы зоопланктона летом 1954 г. явилось следствием усилившейся

вертикальной циркуляции, вызванной значительным зимним охлаждением моря. Такому взгляду не противоречит низкое содержание в 1954 г. фосфатов в водах Южного Каспия.

Летом того же года основную массу планктона составляли водоросли: ризосоления и афанизоменон, встречавшиеся в огромных количествах по всей акватории Среднего и Южного Каспия. Фосфаты, почти нацело потребленные фитопланктоном, отсутствовали в поверхностном горизонте воды, либо встречались в ничтожном количестве.

Возникает вопрос: не является ли высокая биомасса зоопланктона 1938—1940 гг. следствием значительного зимнего охлаждения моря, а не падения уровня? Анализ температурных условий не дает основания для подобного заключения: во всех случаях температура воды в эти годы была значительно выше, чем в 1954 г.

Сопоставление уловов, в известной мере отражающих запасы пузанка в море в 1934—1954 гг. (использованы материалы А. А. Махмудбекова), с биомассами зоопланктона за этот же период (по материалам летнего сезона) говорит о связи этих двух рядов величин. За повышением биомассы планктона в период с 1934 до 1938 г. следует увеличение уловов в 1939—1942 гг. Падение биомассы от 1943 к 1952 г. сопровождается уменьшением уловов, величина которых в 1954 г. снижается до уровня уловов 1934 г.

Улучшение состояния кормовой базы планктонофагов в Среднем и Южном Каспии благоприятно сказывается на темпе роста и упитанности, а в некоторой мере и выживаемости молодого поколения. Более же важным и, может быть, даже решающим фактором, обуславливающим естественные колебания запасов планктонофагов, является урожайность молоди, величина которой определяется экологическими условиями данного года на местах нереста. В связи с этим небезынтересно напомнить о результатах обобщения полученных Л. А. Лесниковым многолетних материалов по зоопланктону, согласно которым в годы с низким речным стоком биомасса зоопланктона в Северном Каспии бывает выше, чем в многоводные годы.

В. И. Рутковский

БИОГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ

(В порядке постановки вопроса)

Превращение основной водной артерии, питающей Каспийское море, — Волги — в каскад гигантских водохранилищ изменит не только количество и внутригодовое распределение ее стока, но также химизм и биологические свойства волжской воды. До сих пор водохранилища, как арены биологических процессов, изучены слабо. Еще слабее изучено их влияние на нижние бьефы. Полностью оценить влияние каскада волжских водохранилищ на Северный Каспий пока не представляется возможным. Необходимо своевременно развернуть в них гидрологические, гидрохимические и гидробиологические исследования, имея при этом в виду, что каждое в отдельности водохранилище, занимающее огромную площадь суши, представляет большой научный и хозяйственный интерес.

Под биогидрологическими исследованиями мы понимаем гидрологические исследования, направленные на выяснение зависимости биологических явлений и процессов от факторов среды. Как считал С. Д. Муравейский, биогидрология — это гидрологическое изучение водоемов с точки зрения биологии. При этом, конечно, имеется в виду и влияние биологических процессов на водную массу и прежде всего — на её химический и газовый составы.

На протяжении всей истории гидробиологии изучение водных организмов сопровождалось более или менее полными исследованиями водной массы водоемов как среды существования этих организмов. Экологические исследования во многих случаях вскрыли влияние водной массы на интенсивность и направленность биологических процессов.

Огромные искусственные водоемы со специфическим водным режимом и специфическими свойствами водной массы меняют условия существования как речных, так и озерных обитателей. В связи с этим необходимо изменять и дополнять программы исследований, применявшиеся до сих пор при изучении естественных водоемов.

Необходимость расширения биогидрологических исследований в водохранилищах обуславливается следующими положениями.

а) Дискуссионность многих положений, характеризующих взаимосвязи в естественных водоемах, полностью распространяется и на искусственные водохранилища. Эта дискуссионность в значительной мере определяется слабой изученностью свойств водной массы и протекающих в ней процессов.

б) Специфика водного режима водохранилищ и наполняющей их водной массы тоже изучена чрезвычайно слабо, что, по-видимому,

является одной из причин грубых просчетов при прогнозе продуктивности водохранилищ по улову рыбы (Ф. Д. Мордухай-Болтовский). Биологические особенности каскада водохранилищ совершенно не изучены.

в) Низка продуктивность некоторых водохранилищ (Рыбинского).

В интересах народного хозяйства необходимо выявить причины, резко снизившие темп роста промысловых рыб (А. А. Остроумов) и обусловившие улов рыбы в Рыбинском водохранилище за последние 5—6 лет в среднем 7—10 кг в год с 1 га (Л. И. Васильев), а также найти пути, которые способствовали бы повышению продуктивности водохранилищ.

Если гидроэлектростанции, дающие огромное количество дешевой энергии, окупают затраты на их строительство, то необходимо стремиться и к рациональному использованию огромных площадей, занятых под водоемы, в большинстве случаев расположенных на наиболее ценных сельскохозяйственных угодьях данного района.

Цель биогидрологических исследований заключается в том, чтобы дать гидробиологам такую гидрологическую характеристику водохранилищ, которая помогла бы им выявить причины, обуславливающие направленность и интенсивность биологических процессов, уточнить прогнозы, найти пути к повышению продуктивности существующих водохранилищ при принятом режиме уровня; в целях получения наибольшей продуктивности необходимо выявить оптимальный режим водохранилищ, приемлемый и для электростанций, и для водного транспорта.

Этим требованиям может удовлетворить только полная гидрологическая характеристика, содержащая сведения о водном балансе водохранилища и его элементах, о балансе химических (в том числе биогенных) элементов, балансе органических веществ, режиме указанных элементов и газов как в пространстве, так и во времени — в зависимости от водности года, физико-географических условий, морфометрических особенностей водохранилищ и влияния хозяйственной деятельности человека. Характеристика должна содержать также показатели течений, волнений, мутности, прозрачности, плообразования, размывания берегов и дна водохранилищ и т. д.

Необходимость проведения комплексных биогидрологических исследований водохранилищ послужила причиной организации довольно мощной гидрологической лаборатории при научно-исследовательской биологической станции «Борок» (ныне Институт биологии водохранилищ) Академии наук СССР; лаборатория занимается биогидрологическим исследованием всех водохранилищ волжской системы.

Гидробиологов прежде всего интересуют баланс органического вещества и биогенных элементов (общий азот, нитраты, аммиак, фосфор, железо, кальций, сульфаты и хлориды) и газовый режим. Знание содержания перечисленных веществ позволит определить продуктивность водоема и его типологические признаки.

Для изучения баланса органических и неорганических веществ необходимо знать водный баланс водохранилищ. Таким образом, на первой стадии биогидрологических исследований необходимо изучение элементов водного баланса и составление водного баланса водохранилищ.

Изучение водного баланса водохранилищ резко отличается от изучения водного баланса естественных водоемов и часто бывает связано с большими трудностями. В настоящей статье рассматриваются только большие водохранилища, созданные с целью получения электроэнергии и улучшения судоходных условий на Волге; основной расходный элемент водного баланса таких водоемов составляет сброс воды через турбины ГЭС. Если водохранилища расположены в виде каскада, то и основной приходный

Сопоставление средних годовых расходов Рыбинской ГЭС

Характеристика стока	1942	1943	1944	1945	1946	1947
Средний годовой расход Волги у Ярославля, м ³ /сек	982	872	942	778	921	981
То же с поправкой на боковую приточность, равную 2,3% м ³ /сек (сток в створе Рыбинской ГЭС), м ³ /сек	959	852	920	760	900	958
Средний годовой сброс Рыбинской ГЭС, м ³ /сек	824	822	935	723	890	976
Отклонение среднего годового расхода ГЭС от вычисленного стока в створе Рыбинской ГЭС, %	-14,1	-3,5	+1,6	-4,9	-1,1	+1,9
Среднее отклонение по периодам, %	с 1942 по 1948 г.—2,9%, с 1949 по 1951 г.+4,2%					

* По данным Главного управления Гидрометеослужбы (ГУТМС).

элемент водного баланса определяется сбросом воды через турбины ГЭС, расположенной в верхней части водохранилища. Исключения могут составить водохранилища типа Рыбинского, боковая приточность которого составляет примерно 60%.

С начала работы ГЭС точность определения расходов воды в русле реки в нижнем бьефе на протяжении десятков, а иногда и сотен километров, резко падает. В случае же подпора воды, расположенной ниже плотины, производить измерения расходов не имеет смысла. При пульсирующем характере работы ГЭС в нижнем бьефе создается неустановившееся движение воды, лишаящее возможности применять обычные гидрометрические методы определения расходов воды в русле реки. Поэтому определение сброса воды через турбину производится расчетным путем — по количеству выработанной электроэнергии, причем в расчетные формулы входят коэффициенты полезного действия турбин, величина которых устанавливается на заводе.

Тарировка работающей турбины по учету количества воды, поступающей в турбину при помощи большого числа гидрометрических вертушек, — задача сложная и не обеспечивающая достаточной точности. По сведениям, полученным в Мосэнерго, удалось протарировать только одну турбину Угличской ГЭС. Не дало до сих пор положительных результатов и применение расходомеров.

Очевидно, определение водного баланса водохранилищ превращается в большую и сложную проблему, в которой наиболее сложным вопросом является учет сброса воды через турбины ГЭС.

Пока существует ГЭС без подпора нижнего бьефа, можно проводить тарировку турбин при различных напорах и разным числе одновременно работающих турбин. Для выполнения этой работы необходимо, чтобы одна из волжских ГЭС, не имеющая подпора с нижнего бьефа, работала по заранее установленному графику, который обеспечивал бы в потоке

Таблица 1

(по данным Мосэнерго и Волги у Ярославля)*

1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955
836	872	964	1100	850	1430	1120	1550
818	852	942	1075	831	1407	1094	1514
819	894	982	1114	821	1396	1098	1500
+0,4	+4,9	+4,1	+3,5	-1,2	-0,8	+0,4	-0,7
с 1952 по 1955 г.—0,6%							

установившееся движение в течение периодов, достаточных для производства гидрометрических работ. Такое исследование необходимо проводить в разные времена года при различных потерях напора на решетках¹.

Для доказательства необходимости определения контрольных расходов на ГЭС лаборатория гидрологии Института биологии водохранилищ АН СССР сопоставила суммарные расходы воды Рыбинской ГЭС через все гидросооружения (по данным Мосэнерго) с расходами, определенными на Ярославском створе (Гидрометслужбой).

Сбор и анализ материалов выполнен под нашим руководством сотрудниками института А. Н. Крейке и Т. Н. Курдиной.

Расстояние от Рыбинской плотины до Ярославского водомерного поста — 84 км. Площадь водосбора Волги у Рыбинска на 2,3% меньше, чем у Ярославля.

Разное зааккумулированное количество воды в водохранилищах по отдельным годам вносит некоторую неточность в расчет. Однако, как видно из табл. 1, данные ГЭС и Ярославского водопоста различаются не по отдельным годам, а по многолетним периодам.

В течение нескольких лет подряд величины сбросов ГЭС отклонялись от средних величин годового стока у Ярославля то в одну, то в другую сторону, что объясняется разными способами подсчета сбросов ГЭС Мосэнерго. Различие между рассматриваемыми элементами первого и второго периодов подсчета достигает 7,1%, второго и третьего — 4,8%. За последние 4 года данные ГЭС стали совпадать с данными Ярославского водомерного поста.

¹ Первый этап определения контрольных расходов проведен на Рыбинской ГЭС осенью 1957 г.

В отношении внутригодового распределения стока можно отметить следующие закономерности (рис. 1). Летом и осенью независимо от величины стока (от 500 до 3500 м³/сек) данные по обоим створам близки между собой. В годы, когда основная часть сброса производилась Рыбинской ГЭС зимой, данные ГЭС для этой части года превышали данные водомерного поста. Весной наблюдалось обратное соотношение, т. е. сток у Ярославля в апреле был больше сброса Рыбинской ГЭС. Это можно объяснить боковой приточностью на участке между Рыбинском и Ярославлем.

В настоящее время нельзя сказать, какие данные являются более достоверными. Возможно, неверны расчеты расходов Ярославского водомерного поста из-за неправильного $K_{\text{зим}}$ или недостаточной частоты измерения уровня (8, 14, 20 час.) в связи с неравномерным режимом ГЭС, работающей в основном в утренние и вечерние часы. Возможны и другие причины, вызывающие ошибки в расчетах Ярославского водпоста, либо ошибка кроется в расчетах ГЭС.

Как видно из сказанного, положение с учетом стока на зарегулированных реках создалось серьезное. Если оно не изменится, то вскоре для ряда рек будут иметься лишь такие сведения о стоке, которые не позволят с достаточной уверенностью ни составлять водные балансы водохранилищ, ни уточнять прогнозы уровня Каспийского моря.

С созданием водохранилищ ГУГМС при Совете Министров СССР как организация, ведущая изучение стока, отходит на задний план. Производство учета стока через ГЭС только энергетиками вряд ли можно признать правильным; желательно, чтобы учет как рабочих сбросов, так и холостых сбросов через гидроузлы проводился органами гидрометеорологической службы (ГМС) или, во всяком случае, под их контролем.

Осложнился и учет боковой приточности. Водные посты с длинным рядом наблюдений зачастую попадали в зону подпора, и потому наблюдения на них прекращены. Вновь открытые посты имеют короткие ряды наблюдений, а значительные части водосборов водохранилищ характеризуются недостаточно густой водомерной сетью.

При составлении программы исследовательских работ по отдельным водохранилищам необходимо учитывать особенности их водного режима.

Остановимся на Рыбинском водохранилище, которое интересно тем, что оно является самым большим, существует уже 15 лет и наиболее полно изучено. Рыбинское водохранилище отличается от естественных водоемов той же зоны: 1) ежегодным наполнением от $\frac{2}{3}$ до $\frac{3}{4}$ части тальми поверхностными водами, в основном сбрасываемыми в зимний период; 2) большим ежегодным колебанием уровня зеркала водохранилища, достигающим 5—6 м, что определяет и характер водообмена водохранилища с грунтовыми водами; 3) малым и неравномерным заилением дна водохранилища — следствием минерализации органических веществ в толще воды, перераспределением илов под влиянием волнения и, вероятно, большого твердого стока из-за высокой мутности. По прошествии 15 лет после заполнения заилено только 40% дна водохранилища. На большей части водохранилища почва сохранила тот же характер, какой был до заполнения.

Аккумуляция талых вод в водохранилище и сработка их (в основном во вторую половину зимы) создают резко отличные условия для существования животных и растительных организмов по сравнению с условиями естественных водоемов: в реках паводковые воды стекают в тече-

$$K = \frac{\text{расход при закрытом русле}}{\text{расход при открытом русле}}$$

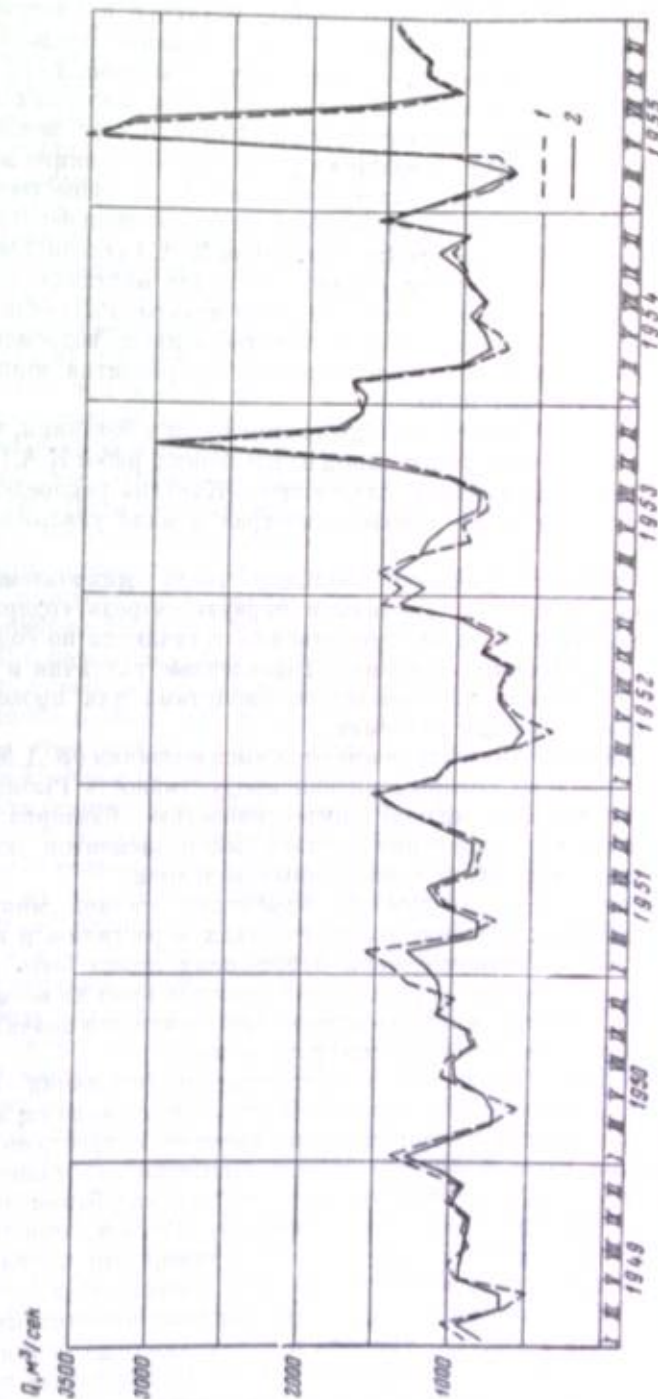


Рис. 1. Среднемесячные расходы воды Рыбинского гидроузла и Волги у Ярославля (по данным 1949—1955 гг.)
1 — Рыбинский гидроузел; 2 — Волга у Ярославля

ние 1,5—2 мес., в озерах — в основном на протяжении теплого периода и даже первой его половины. Как известно, талые воды, питающие Рыбинское водохранилище, маломинерализованы. Различия в минерализации талых вод и вод межленного периода дает основание предполагать не менее существенное различие и в составе микроэлементов. Есть основание ожидать меньшего содержания последних в поверхностных водах по сравнению с грунтовыми. Значимость содержания в воде некоторых микроэлементов (иода, фтора) для человека установлена; влияние микроэлементов на водные организмы должно быть еще более существенным. Вероятно, они могут воздействовать как непосредственно, так и через пищу.

В гидробиологической литературе (исследования К. А. Гусевой) имеются указания на значение для развития водорослей ионов марганца и меди. Однако исследования в этом направлении только начаты. Различия в составе микроэлементов вод водохранилищ и естественных водоемов еще не установлены: до сих пор не найдена зависимость развития зоопланктона от химического состава воды.

Часто не могут обнаружить связи с химизмом среды и ботаники, изучающие развитие фитопланктона. Так, в одной из последних работ К. А. Гусева пишет о Рыбинском водохранилище следующее: «Картина распределения планктона в центральном плесе довольно пестрая и мало увязывается с химизмом среды».

В природных водах встречается большое число микроэлементов. В водохранилищах необходимо изучить в первую очередь содержание и динамику тех элементов, которые существенно отличаются по содержанию и динамике в естественных водоемах. Выявленные различия в химическом составе вод должны использоваться биологами для проведения опытов в аквариумах и малых водоемах.

В гидробиологической литературе имеются высказывания (Ф. Д. Мордухай-Болтовского), согласно которым низкая продуктивность Рыбинского водохранилища обусловлена низкой интенсивностью бактериального процесса. Возможно, что изменение состава микроэлементов повысит продуктивность водохранилищ и естественных водоемов.

В случае выявления необходимости изменения состава микроэлементов в водохранилищах внесение их на участках перестилей и нагула молоди в техническом и экономическом отношении может быть реальным, в то время как изменение состава макроэлементов вряд ли возможно. С этой точки зрения изучение микроэлементов представляется значительно более перспективным, чем изучение макроэлементов.

Сказанное заставляет включить в программу исследований гидрологической лаборатории изучение микроэлементов водохранилищ и естественных водоемов с учетом их динамики во времени и пространстве.

Резкие колебания уровня водохранилища вызывают особенности обмена вод водохранилища с грунтовыми водами; эти колебания должны оказывать влияние на биологию водохранилища. Весной, при наполнении чаши водохранилища талыми водами, уровень его поднимается на 2—4—5 м в зависимости от водности предшествующего года, сработки водохранилища и объема несенного паводка. Быстрое наполнение водохранилища приводит к тому, что уровень в водохранилище поднимается выше уровня грунтовых вод в прибрежной зоне. В результате вода из водохранилища по всей береговой линии в этот период поступает в грунт и расходуется на увеличение запасов грунтовых вод. Одновременно с этим наполнение водохранилища вызывает увеличение давления столба воды на дно. Ввиду слабого заиления дна и значительного распространения супесей увеличение давления на дно, в отдельные годы достигающее

0,5 ат, должно вызывать фильтрацию вод из водохранилища в дно если не по всей площади водохранилища, то, во всяком случае, на всех участках с водопроницаемыми грунтами. Поскольку высокий уровень в водохранилище держится в течение большей части лета, а в годы с влажной осенью — и до начала зимы, в этот период полностью или почти полностью прекращается поступление грунтовых вод в чашу водохранилища. Несколько иначе, чем предполагалось до сих пор, обстоит дело с грунтовыми водами в период спада уровня водохранилища, т. е. в зимний период, особенно во вторую его часть.

Согласно исследованиям связи грунтовых и речных вод, проведенным нами на р. Боровке (притоке волжской Самары), в районе с легководопроницаемыми грунтами в период спада паводка теряется гидравлическая связь между водами реки и грунтовыми водами. В этот период происходит смена направления потока грунтовых вод от реки к водоразделу при прохождении первой фазы паводка и, наоборот, к реке от водораздела — при второй фазе паводка. Быстрое падение уровня в реке вызывает разрыв кривой депрессии грунтовых вод в береговой зоне, и грунтовые воды в этот момент можно условно разделить на два горизонта: верхний, расположенный выше уреза воды в реке, и нижний, лежащий ниже его. Воды первого из них проявляют себя как свободно изливающиеся источники, а воды второго горизонта, находящиеся под давлением верхнего горизонта, — как напорные, способные поступать в реку по всему поперечному профилю.

Примерно аналогичная картина должна наблюдаться и в водохранилищах: с падением уровня зеркала водохранилища грунтовые воды осушенной зоны свободно стекают в чашу водохранилища; с уменьшением давления столба воды на дно на всех участках с легководопроницаемыми почвами и грунтами грунтовые воды должны подниматься и проникать в нижние горизонты водной толщи.

По-видимому, повышение температуры придонных слоев на несколько градусов в водохранилищах объясняется не столько запасами тепла в дне водоема, сколько поступлением более теплых, чем воды водохранилища, грунтовых вод. Различная интенсивность поступления грунтовых вод по-разному влияет на свойства вод водохранилищ. Возможно, этим объясняется и концентрация зимой на определенных участках Рыбинского водохранилища зоопланктона.

В результате указанных процессов зимой, особенно во вторую ее половину, происходят сброс и смена значительной части аккумулярованных весной талых вод грунтовыми водами, что совершенно несвойственно естественным водоемам. Возможно, что смена водной массы и вызывает в водохранилище массовую миграцию тех видов рыб, которые в озерах зиму проводят в малоподвижном состоянии.

Для проверки высказанных положений о грунтовых водах и о возможном их влиянии на зоопланктон и рыб необходимо организовать исследование водообмена между водами водохранилищ и грунтовыми водами. Этот водообмен очень мало отразится на годовом балансе водохранилища, но может существенно влиять на его химический баланс и химический режим.

Вынос из Рыбинского водохранилища большого количества органических и минеральных веществ (о чем можно предположительно судить по большой мутности в теплый период и по размыву затопленных русел рек) приводит к обогащению продуктами выноса расположенных ниже водохранилищ, в данном случае Горьковского с его более узкими плесами и с меньшей сработкой уровня. В таком случае Рыбинское водохранилище,

используемое как водный резервуар, будет не только снабжать нижние водохранилища водой как источником энергии, но и повышать их продуктивность благодаря интенсивному накоплению ила.

Следовательно, при наличии каскада водохранилищ необходимо изучать их не в отрыве друг от друга, а комплексно. Это даст возможность более полно оценить их значение. Для выяснения данного вопроса необходимо организовать учет твердого стока и выноса растворенных веществ, что при наличии подпора в нижнем бьефе представит большие методические трудности.

Изучение метеорологических условий в центральных частях водохранилищ продвигается очень медленно. Для дополнения материалов, собираемых береговыми метеорологическими станциями Гидрометслужбы, необходимо организовать систематические наблюдения в срочные часы на всех судах станции, оснастив их необходимым оборудованием и обучив производству наблюдений команды судов.

Детальные биогидрологические исследования должны проводиться на нерестилищах. Последние привлекают к себе внимание гидрологов в связи с тем, что на ряде из них в Рыбинском водохранилище наблюдается массовая гибель оплодотворенной икры рыб на полосах и участках, чередующихся с участками неоплодотворенной икры. Ихтиологи пока не могут выявить причин этого явления.

С нашей точки зрения, наилучших результатов и наибольшей пользы для биологов биогидрологические исследования могут достигнуть только в том случае, если они будут разномасштабными, начиная от детальных исследований отдельных (имеющих наибольшее значение) участков водохранилищ в целом и до каскада водохранилищ.

Скорейшему решению важнейших вопросов гидробиологии должно способствовать одновременное изучение по единой программе водохранилищ с различными морфометрией, режимом наполнения и сработки, физико-географическими и гидрогеологическими условиями и влиянием хозяйственной деятельности человека.

Значительного успеха в изучении основных гидробиологических проблем водохранилищ можно добиться, согласовав работы научно-исследовательских организаций Академии наук СССР, ГУГМС, проектных организаций Министерства электростанций СССР, гидрогеологических организаций Министерства геологии и охраны недр СССР, высших учебных заведений, научно-исследовательских и промышленных организаций Министерства рыбной промышленности.

Выполнение рассмотренных в настоящей статье исследований позволит ответить на ряд вопросов, возникающих в связи с проектом Б.А. Аполлова о сооружении Северо-Каспийского водохранилища, режим которого будет в основном зависеть от режима зарегулированного стока Волги.

Н. П. Танасийчук

СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ ВОЛГО-КАСПИЯ В СВЯЗИ С ПАДЕНИЕМ УРОВНЯ МОРЯ

Уровень Каспийского моря к настоящему времени понизился на 2,5 м по сравнению с 1929 г., когда он был равен среднемноголетнему. В наибольшей степени понижение уровня моря отразилось на Северном Каспии. Обширные прибрежные мелководья, имевшие ранее большое значение для нагула промысловых рыб, взрослых и молоди, превратились в сушу. В результате понижения уровня моря сократилась площадь нагула полупроходных рыб, особенно в восточной половине и у западного побережья Северного Каспия.

Одновременно с понижением уровня моря быстрыми темпами происходило нарастание дельт Волги и Урала в сторону моря. Рост дельты в сторону моря, естественно, сопровождался увеличением ее площади. За столетие (с 1830 по 1930 г.) площадь дельты в результате отложения речных наносов увеличилась на 3,5 тыс. км², а с 1930 по 1954 г., когда дельта возрасла и за счет понижения уровня моря, увеличение площади дельты Волги составило около 7 тыс. км². Наиболее сильно изменилась гидрография восточной части дельты, где несколько «банков», ранее судоходных, уже отмерло, а другие близки к исчезновению (Канычинский банк).

Еще в большей степени отразилось понижение уровня моря на дельте р. Урал. В настоящее время только рукав Золотой сообщается с морем в течение всего года. Предустьевое пространство Волги, где глубина прежде достигала 2—3 м, превратилось в обширный мелководный водоем с глубиной в межень до 20—30 см, интенсивно зарастающий водной растительностью, с многочисленными, далеко вдающимися в дельту морскими заливами-«култуками», тоже мелководными.

Уменьшение речного стока и изменения экологической обстановки в дельтах и предустьевых пространствах отразились на нересте, распределении и качественном составе ихтиофауны. В дельте Волги уменьшилось нерестовое значение верхней и средней зон. Нерест ряда полупроходных рыб в настоящее время сместился в низовья новообразовавшейся дельты, на мелководья предустья и в култучную зону. Утратили прежнее нерестовое значение восточные подступные ильмени; выпали нерестилища в Эмбе вследствие обсыхания низовьев этой реки. Уральские нерестилища используются полупроходными рыбами лишь в те годы, когда высота паводка превышает 220 см, а в последний период это наблюдается не каждый год. В маловодные годы нерест происходит у берегов рек, что значительно снижает его эффективность. В предустье и низовьях Волги задерживаются на нерест не только значительная часть стада сазана, леща, но также вобла и волжская сельдь.

В еще большей степени сказываются изменения, происшедшие в дельте Волги, на осеннем ходе рыбы, когда глубина уменьшается, а зарастание предустья особенно велико. Наблюдения последних лет показали, что значительная часть стада сазана и леща остается на зимовку в предустьевом пространстве и в самых низовьях рек дельты и не поднимается в промысловую зону дельты. В связи с этим многие зимовальные ямы, ранее изобиловавшие рыбой, особенно «лещевые», утратили свое прежнее значение.

Условия зимовки рыб в мелководном предустье и в култушной зоне не могут быть признаны благоприятными. Ежегодно из култушной зоны весной выносятся в море в довольно большом числе снулая рыба, преимущественно сазан, сом, лещ. Гибель рыб на местах зимовки происходит не только в результате реального изменения газового режима, как это наблюдалось в зиму 1941/42 г., но и от вмерзания в лед рыб, оставшихся зимовать на малых глубинах. На многих участках дельты довольно значительной была гибель зимовавших рыб, особенно молоди сазана, в конце 1955 г., когда уровень воды в Волге снизился до отметки 133 ниже нуля астраханской рейки.

Неблагоприятные условия зимовки, ослабляющие организм рыб, благоприятствуют возникновению и развитию эпизоотий. В 1953 г., и особенно после суровой зимы 1953/54 г., в апреле — начале мая отмечена массовая гибель сома, а в некоторых ильменах дельты Волги погибло много воблы, зашедшей в эти ильмени на нерест.

Наиболее частые и массовые заморные явления наблюдаются в дельте Урала ежегодно, начиная с 1950 г. К осени рукава Урала, за исключением Золотого, отшнуровываются от моря вследствие уменьшения речного стока. В результате отсутствия течения и скопления значительных количеств рыбы (главным образом сазана, сома) содержание кислорода катастрофически снижается уже к концу февраля — к началу марта (до 0,3—0,5 мг/л); в придонных слоях некоторых ям наблюдалось почти полное отсутствие кислорода. Резкое ухудшение газового режима приводит к тому, что уже к середине февраля, еще до вскрытия реки от льда, рыба покидает зимовальные ямы и скапливается в русле Урала несколько выше ям, где и подвергается массовому вылову. Уходит, однако, не вся рыба: немало ее погибает в ямах, расположенных в низовьях отшнуровавшихся от моря протоков.

Существенные изменения произошли в последний период и в составе ихтиофауны предустья Волги. Исследованиями Н. М. Книновича, К. А. Киселевича, Н. Л. Чугунова установлено, что до 1926—1927 гг. щука встречалась в предустье в небольшом количестве, и то только в прибрежной зоне, близ устьев рек дельты. Несколько чаще встречался сом, но далеко в море он тоже не распространялся. Такие рыбы, как красноперка и окунь, обитали в ильменах и реках со слабым течением. Отсутствовали в предустье линь и карась — типичные обитатели дельтовых ильменей, притом непроточных, сильно заросших водной растительностью. В последние годы щука и сом не только встречаются, но изобилуют в предустье и выходят далеко за его пределы (особенно сом). В култушной зоне и в аванделте происходит и нерест этих хищников. Изменившиеся условия существования на мелководьях предустья, — при изобилии молоди промысловых и так называемых «сорных» рыб, — оказались настолько благоприятными для сома и щуки, что численность стада их значительно увеличилась: уловы щуки достигают 107 тыс. ц, сома — 92 тыс. ц.

Не менее благоприятными оказались условия существования в мелководном, заросшем растениями предустье и для ряда других рыб,

притом не только речных, но и ильменных. Красноперка, окунь и даже линь в настоящее время должны быть отнесены к типичным и весьма многочисленным представителям ихтиофауны предустья Волги. Все чаще встречаются карась и язь. Распространение некоторых из перечисленных речных рыб не ограничивается мелководьями предустья Волги. Окунь в 1948 г. был пойман у берегов п-ва Мангышлак; линь неоднократно ловился во время промысла сельди плавными сетями в юго-западной части Северного Каспия.

Таким образом, в настоящее время происходит такой же процесс вселения в море речных рыб, как и сотни тысяч лет назад, когда в Северный Каспий вселились сазан, вобла, лещ, судак. И так же, как и тогда, этот процесс сопровождается ростом численности современных вселенцев — хищных и малоценных для промысла «сорных» рыб. Быстрое увеличение численности этих рыб, несомненно, отрицательно влияет на запасы ценных промысловых полупроходных рыб, особенно их молоди.

Соленость воды в период наиболее интенсивного понижения уровня (1937—1940 гг.) значительно повысилась, особенно в восточных районах моря: с 5,71‰ в 1931 г. до 13‰, местами до 18—20‰ в 1940 г. Такое быстрое и резкое изменение солевого режима повлекло за собой не менее резкое уменьшение кормовой базы донных рыб. Общая биомасса бентоса с 1935 по 1938 г. уменьшилась более чем в 8 раз. Особенно пострадали восточные районы, где почти полностью исчезли ценные в кормовом отношении солоноватоводные формы и значительно увеличилась биомасса соленолобивых моллюсков (сердцевидки), мало пригодных для питания полупроходных карповых рыб. Как установлено работами Каспийского научно-исследовательского института и промысловой разведки, наибольшая концентрация полупроходных рыб наблюдается в воде, соленость которой не превышает 7—8‰. В водах более высокой солености скопления рыбы, даже при наличии достаточной кормовой базы, или отсутствуют, или очень неустойчивы.

Ухудшение кормовой базы и высокая соленость воды в восточных районах моря в 1936—1940 гг. привели к тому, что Урало-Каспийский промысловый район, ранее имевший весьма большое промысловое значение, утратил его. Распространение основной массы полупроходных рыб в годы осолонения ограничивалось западными районами Северного Каспия. Эти изменения гидрологического и биологического режимов, а также ухудшение условий размножения и выживания молоди особенно неблагоприятно отразились на запасах и уловах воблы. Уловы воблы за период 1926—1936 гг. составляли в среднем 1730 тыс. ц в год. С 1937 г. уловы снизились почти в 3 раза и оставались на низком уровне вплоть до 1954 г.

Период с 1941 г. характеризуется понижением солености и восстановлением солоноватоводного комплекса кормовых организмов в восточных районах моря. В этот период ареалом нагула основной массы воблы и леща вновь стали восточные районы Северного Каспия, что обусловило восстановление промыслового значения Урало-Каспийского района. Наибольшее опреснение моря наблюдалось в 1947 г. С 1948 г. восточные районы вновь осолоняются. В настоящее время, как и в период 1938—1941 гг., концентрация промысловых рыб в нагульный период в восточных районах значительно ниже, чем в западных, где условия нагула благоприятнее.

В целом гидрологический и биологический режим Северного Каспия за последние 25 лет характеризуется большой неустойчивостью с тенденцией к дальнейшему ухудшению, особенно в восточных районах моря. Сокращение нагульных площадей, колебания кормовой базы, выпадение

жаться и вновь повышаться — до 220 см от нуля астраханской рейки — в первой декаде июня. В средневодные годы первый пик паводка будет образовываться уже во второй декаде апреля; с третьей декады апреля уровень будет снижаться до 100—105 см и вновь повышаться с третьей декады мая до второй-третьей декад июня, когда он достигнет 170 см. В маловодные годы со второй декады мая до первой декады июня абсолютные отметки уровня у Астрахани будут на 8—12 см ниже нуля астраханской рейки, а второй пик паводковой волны будет ниже первого (соответственно 40—45 и 100—110 см). Таким образом, не только в маловодные годы, но и в годы средней водности Волги ильменно-полойная система практически заливаться не будет. Даже в условиях многоводного года повышение уровня воды до образования первого пика обеспечит проход на полойные нерестилища, площадь которых будет весьма ограничена, только воблы. Для леща условия захода на нерестилища в полойной системе чрезвычайно ухудшатся, так как в период массового хода уровень в реке будет понижаться. В связи с понижением уровня после первого пика неизбежной будет гибель вследствие обсыхания икры, отложенной на небольших глубинах. Можно полагать, что в таких условиях усилятся нерест полупроходных рыб в русле рек, у берегов, как это наблюдается на р. Урал, а также в самых низовьях дельты и в авандельте.

Многолетними исследованиями Каспийского научно-исследовательского института установлено, что благоприятные условия для нереста полупроходных рыб складываются в годы, характеризующиеся высотой паводка не ниже 270 см (от нуля астраханской рейки), и притом поздним заливанием полойной системы. Все годы с низкой паводковой волной (203—240 см) дают низкие числа добычи воблы, леща, судака и сазана. Таким образом, при предполагаемом понижении высоты паводка (до максимума в 220 см даже в многоводные годы), не говоря уже о совершенно неприемлемых особенностях развития паводка (двухвершинность), условия для естественного воспроизводства полупроходных рыб в дельте Волги будут крайне неблагоприятными, и не только вследствие значительного сокращения заливаемой полыми водами ильменно-полойной системы, но и в результате ухудшения условий нагула молоди в речной период ее жизни. Ухудшатся также условия нагула молоди судака, так как при понижении уровня рек дельты в конце апреля — начале мая исключается занос личинок в полойную систему.

Можно, однако, полагать, что смещение в авандельту нереста полупроходных карповых (в том числе и воблы) до некоторой степени компенсирует неблагоприятные условия нереста в дельте Волги. При ожидаемом понижении уровня Каспийского моря к 1970 г. на 1 м площадь авандельты с глубинами до 1 м сократится примерно на 1 тыс. км².

Строительство Куйбышевской ГЭС уже исключило возможность миграции белорыбицы к местам нереста. Завершение строительства Сталинградской ГЭС отрезет около 90% нерестилищ осетровых и полностью исключит нерестилища миноги. Нерест проходных сельдей будет возможен только ниже плотин. Можно полагать, однако, что наблюдаемое уже в настоящее время смещение нереста волжской сельди в низовья дельты и предустье несколько компенсирует утрату нерестилищ этого вида, расположенных выше дельты Волги. На размножение сельдей, нерестящихся в Северном Каспии (каспийский сузанок, долгинская сельдь, большеглазый пузанок), понижение уровня моря на 1 м существенного влияния не окажет. Тем не менее результаты естественного воспроизводства проходных рыб после окончания строительства волжских гидростанций будут значительно ниже современных.

Ожидаемое к 1970 г. понижение уровня моря сократит площадь Северного Каспия на 10 тыс. км². По данным Л. Г. Виноградова, условия нагула полупроходных рыб при таком снижении уровня намного ухудшатся: кормовая база воблы уменьшится по сравнению с современной на 45%, леща — на 11—19%, что, несомненно, отразится и на запасах этих рыб. Серьезные опасения вызывает также возможность уменьшения сброса в Волгу и Северный Каспий биогенов, как это наблюдается в настоящее время на Дону и в Азовском море. Если биогены будут задерживаемы водохранилищами, то продукция планктона и бентоса в низовьях Волги и в Северном Каспии уменьшится.

Радикальными мероприятиями, обеспечивающими сохранение рыбных запасов, является увеличение стока Волги и предотвращение дальнейшего понижения уровня моря путем сброса в Волгу вод северных рек. Крайне желателен также в интересах поддержания запасов рыб в Урало-Каспийском районе пропуск в р. Урал 10—15 км³ воды. В качестве срочной меры необходимо ограничить сток вод Каспия в залив Кара-Богаз-Гол необходимым для химической промышленности минимумом или даже вовсе закрыть вход в этот залив.

Режим весеннего паводка в условиях зарегулированного стока, в целях обеспечения заливания нерестилищ в дельте Волги, должен быть максимально приближен к режиму бытового паводка.

Необходимо ускорить строительство рыбоводных объектов, в частности, осетровых заводов и заводов по искусственному разведению белорыбицы. В настоящее время биотехника разведения осетровых освоена настолько, что запасы осетровых могут быть не только поддержаны на современном уровне путем искусственного разведения, но и значительно повышены. Обнадеживающие результаты получены М. А. Летищевским также в отношении выдерживания производителей белорыбицы, получения зрелой икры, искусственного ее оплодотворения и выдерживания молоди в искусственных водоемах до выпуска в реку. Между тем строительство этих заводов недопустимо задерживается.

Наряду с мероприятиями по форсированию строительства рыбоводных заводов необходимо ускорить мелиорацию естественных нерестилищ в дельтах Волги и Урала, произвести дноуглубительные работы в основных рукавах дельт Волги и Урала. Мелиорация дельты Урала обеспечит не только улучшение условий естественного воспроизводства, но и предотвратит возможность заморов, наблюдающихся почти ежегодно.

Мероприятия по мелиорации нерестилищ должны сопровождаться усилением их охраны; правила рыболовства должны быть пересмотрены не только в интересах организации рационального использования запасов промысловых рыб, но и для предотвращения вылова молоди.

Необходимо также самым решительным образом прекратить загрязнение Волги и ее притоков, Урала и других рек.

Вместе с тем необходимо значительно усилить научно-исследовательскую работу, укрепить научно-исследовательские институты. Исключительные изменения гидрологического и биологического режимов, происходящие в Каспийском море, должны изучаться значительно более интенсивно, чем это было возможно до настоящего времени.

О. Ю. Омаров

О ТРУДНОСТЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАХАЧКАЛИНСКОГО ПОРТА В СВЯЗИ С ПАДЕНИЕМ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ПОРТА

Махачкалинский порт возник в связи с установлением в XV столетии торговых сношений России с Дагестаном. Петр I, во время персидского похода спускаясь на судах от устьев Волги к югу вдоль западного пологого и песчаного берега Каспийского моря, высадился на месте нынешнего г. Махачкала и стоял здесь лагерем с 12 по 16 августа 1722 г. Окончательное значение Махачкалинского порта определилось во время кавказских войн, когда существовавшее на месте г. Махачкалы укрепление Петровское служило главным пунктом снабжения кавказских войск провиантом, поступавшим с Волги.

В период с 1861 по 1881 г. были сооружены два мола: северный и южный. С 1920 г., с установлением Советской власти в Дагестане, грузооборот Махачкалинского порта резко вырос. Уже тогда стали сказываться теснота гавани и недостаточность причальных линий, в особенности для нефтеналивных судов, на долю которых приходилось более 90% всего грузооборота порта.

В период с 1935 по 1937 г. для перевалки нефти была построена первая очередь нефтеналивной гавани, в 3,5 км севернее старой гавани; расширение ее продолжается и по сей день.

ПОЛОЖЕНИЕ МАХАЧКАЛИНСКОГО ПОРТА В СВЯЗИ С Понижением УРОВНЯ МОРЯ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ, В ПЕРСПЕКТИВЕ И МЕРЫ ПО ЕГО РЕКОНСТРУКЦИИ

В связи с падением уровня моря на 2,5 м в Махачкалинском порту создается тяжелое положение. Его акватория резко уменьшилась. Порт стал тесен, работа причалов сократилась более чем в 2 раза. Зерновые, соляной и сульфатный причалы (ввиду малых глубин) вышли из строя. При наличии каменистого грунта на подходе к хлопковым причалам дноуглубление здесь невозможно. Длина подходных каналов порта увеличилась. Пропускная способность сухогрузной гавани значительно сократилась. Около 92% всех сухогрузов перерабатывается на двух причалах северного мола в крайне стесненных условиях.

Интенсивное понижение уровня моря влечет за собой большое увеличение дноуглубительных работ и затрат на них. За 52 года (с 1893 по 1945 г.) объем дноуглубительных работ в Махачкале составил 12 071 тыс. м³, или в среднем за год 232 тыс. м³. За время с 1946 по 1955 г. объем до-

стиг 6000 тыс. м³, или в среднем за год 670 тыс. м³. Таким образом, ежегодный объем дноуглубительных работ увеличился в 3 раза; соответственно повысились и затраты на них.

Для завершения работ по реконструкции и расширению порта в будущем будут осуществлены удлинение волнолома в нефтеналивной гавани, строительство северного мола и Северного канала, строительство южного мола и пирса № 3. В сухогрузной гавани будет закончено расширение северного мола, строительство причалов для сульфата, леса (в судах), угля, хлебных грузов. Намечено строительство паромного причала.

В качестве мероприятий по борьбе с заносимостью подходных каналов порта и ковша нефтегавани намечено построить две подводные дамбы в голове южного мола и подводную дамбу на юге нефтегавани. Затраты на все эти мероприятия предусмотрены в размере 155 млн. руб.

В дальнейшем подводные дамбы, сооружаемые перед сухогрузной гаванью, должны перехватывать наносы, движущиеся вдоль побережья с юга; дамба нефтегавани будет задерживать наносы, поднятые со дна акватории между сухогрузной и нефтяной гаванями.

Направление трассы Южного канала нефтегавани было запроектировано неудачно: трасса расположена почти перпендикулярно направлению наиболее интенсивных ветров и подвержена заносимости. Отклонение канала к северу улучшит условия плавания судов и уменьшит его заносимость.

Вопрос перевалки леса в плотках в Махачкалинском порту является весьма актуальным. Принятое Союзморпроектом (в проекте задании реконструкции и расширения порта) решение об оставлении переработки леса в плотках в сухогрузной гавани неправильно. Для этого бухта сухогрузной гавани тесна, отсутствует место для складирования леса. Операции по переработке леса в плотках необходимо вынести за пределы сухогрузной гавани. Для этой цели нужно построить специальную лесную гавань. В этом случае глубоководные причалы более рационально расположить вдоль южного мола, где геологические условия весьма благоприятны (отсутствует скальный грунт).

В проекте реконструкции и расширения Махачкалинского порта учтено падение уровня Каспия по прогнозу 1955 г.; гидротехнические сооружения, осуществленные по проектам, эксплуатируются нормально. В дальнейшем необходимо принятие дополнительных мер по поддержанию уровня моря и гидротехнических сооружений Махачкалинского порта для выполнения плана по увеличению грузооборота порта.

Ф. И. Черный

О ПОЛОЖЕНИИ В КРАСНОВОДСКОМ ПОРТУ В СВЯЗИ С Понижением Уровня Каспийского моря

Красноводский залив отделяется от моря с западной стороны узкой, низменной, идущей по направлению на юго-восток, песчаной косой длиной около 40 км. В северной части Красноводского залива, в наибольшем углублении его в берег, носящем название бухты Муравьева, расположен портовый город Красноводск, единственный на всем восточном побережье Каспийского моря, имеющий железнодорожное сообщение с магистралями Советского Союза.

Красноводский порт по своим естественным условиям является лучшим на всем восточном побережье и доступен для судов во всякое время года. Порт возник в 1896 г., в период строительства Ашхабадской ж. д. После Октябрьской революции возникла проблема его коренной реконструкции.

Основным являлся вопрос целесообразности прорытия канала через Красноводскую косу в целях сокращения пробега судов по заливу. Сооружение канала позволит сократить его в каждом рейсе на 6 час., что при 60 рейсах в год составит 300 час. экономии и позволит перевезти дополнительно в каждые сутки до 3—4 тыс. т.

Красноводский морской порт за последние годы оснащен новейшей перегрузочной механизацией. Грузооборот его в 1955 г. увеличился по сравнению с 1951 г. на 57,9%. К 1960 году грузооборот удвоится.

В связи с понижением уровня Каспийского моря более чем на 2 м сухогрузные и нефтеналивные транспортные суда недоиспользуют свою грузоподъемность на 10—15%. Обмеление Красноводского залива настоятельно требует создания четвертого колена канала длиной 18—19 км.

В связи с незначительной глубиной у большей части существующих деревянных пирсов груженные суда не могут пришвартовываться вплотную к пирсам и становятся обычно на расстоянии 4—5 м, не давая возможности использовать перегрузочные механизмы на полную мощность, что увеличивает простой судов под грузовыми операциями.

Аналогично положение в приписных порто-пунктах Аладжа и Бекташ. В порто-пункте Аладжа вследствие незначительной глубины нефтеналивные танкеры загружаются лишь на 70% их грузоподъемности, что вызывает увеличение количества судов нефтеналивного флота и удорожание перевозок. Деревянные свайные пирсы были построены в дореволюционное время; вследствие дноуглубления у этих пирсов, вызванного понижением уровня моря, заглубление свай в грунт теперь стало незначительным; дальнейшее дноуглубление у этих пирсов может привести к их разрушению.

В случае дальнейшего падения уровня Каспийского моря необходимо принять в ближайшее время соответствующие меры: в Красноводском заливе надо будет увеличить существующие габариты канала и поддерживать их ежегодным землечерпанием, чтобы обеспечить плавание по каналу рыболовецких мелкотоннажных судов (а их насчитывается сотни единиц), так как их осадка (1,7—2,0 м) не позволит в дальнейшем пользоваться забровочными глубинами. Возникнет необходимость в установлении нового режима регулирования движения судов по каналу, а это может снизить интенсивность движения и отразиться на грузообороте Красноводского порта. По мнению некоторых научных работников для поддержания заданной глубины в Красноводском порту целесообразно осуществить строительство дамбы от Красноводской косы до Уфры, длиной 8—9 км с устройством шлюзов. Если прогнозы падения уровня моря достоверны, целесообразны одновременные капиталовложения на постройку нового порта у мыса Тарту. Эти затраты окупятся через 12—15 лет.

Ожидаемое дальнейшее падение уровня моря вызовет осушение большей части Красноводского залива, что, несомненно, отрицательно повлияет и на климат самого Красноводска. Отсюда возникает необходимость строительства дамбы и водохранилища.

Реконструкция Красноводского порта должна быть решена комплексно, с учетом интересов Туркменской республики.

Порт в заливе Кара-Богаз-Гол после сильного обмеления подходов в 1940 г. потерял свое значение и был перенесен в пос. Бекташ, севернее залива Кара-Богаз-Гол.

Район Гасан-Кули очень важен в экономическом отношении в связи с развитием нефтяной промышленности. Морской транспорт должен обеспечить перевозки нефтяного оборудования, а также цемента, леса, бария и других материалов. В настоящее время пароходство испытывает большие затруднения из-за малых глубин, а дальнейшее падение уровня грозит прекратить перевозки, так как море отойдет от материка на десятки километров.

Рыбный порт Кизыл-су и насосная станция нефтеперерабатывающего завода в случае дальнейшего понижения уровня моря также должны будут прекратить работу, так как гидротехнические и другие сооружения обсохнут в связи с отходом уреза на десятки километров, если своевременно не будут приняты меры.

И. Б. Блюмберг

ВОДА КАСПИЙСКОГО МОРЯ КАК СЫРЬЕВАЯ БАЗА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА СУЛЬФАТА НАТРИЯ

Среднее содержание сульфата в каспийской воде составляет около 24%, в то время как вода океана содержит всего 8,7% его от всей суммы солей, входящих в ее состав. Однако вода Каспийского моря может быть использована для сульфатной промышленности лишь при условии такого концентрирования ее, при котором сумма содержащихся в ней солей достигнет ~ 27%, т.е. состояния, близкого к насыщению поваренной солью.

На ранних этапах концентрирования морской воды прежде всего выделяются карбонаты и сульфаты кальция, окислы железа и пр. Соединения калия и брома, а также и некоторых других при сгущении морской воды (до насыщения ее поваренной солью) из-за незначительной их концентрации не оказывают существенного влияния на равновесное состояние основных компонентов.

Сульфат натрия является первым промышленно ценным компонентом, который выделяется из сконцентрированной каспийской воды¹ в виде мирабилита ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) при понижении температуры. Выделившийся мирабилит, отделенный от маточного раствора², при соответствующей обработке легко превращается в товарный продукт — безводный сульфат натрия. Количество выделяющегося мирабилита зависит от концентрации рассола и степени его охлаждения, но концентрация рассола не должна достигать степени насыщения поваренной солью. При естественном получении сульфата натрия эта концентрация является критической.

Процесс концентрирования морской воды можно вести значительно глубже, не боясь выделения поваренной соли, только в случае применения искусственного обезвоживания мирабилита методом высаливания, так как при последующих технологических операциях поваренная соль должна обязательно вводиться в производственный процесс.

В табл. 1 приведен химический состав натуральной каспийской воды и концентрированного рассола, полученного при естественном сгущении каспийской воды для получения мирабилита.

Из 1 м³ каспийской воды может образоваться 0,0346 м³ рассола, пригодного для промышленной эксплуатации. Таким образом, исполь-

¹ В дальнейшем концентрированную каспийскую воду будем называть рассолом.

² Рассол, из которого выделен мирабилит, в дальнейшем будем именовать маточным.

Таблица 1

Состав воды и рассола Каспийского моря

Соли	Натуральная вода, %	Рассол	
		%	кг/м ³
Поваренная соль	0,81	19,3	241,1
Сернистый магний	0,31	7,0	87,3
Хлористый магний	0,06	1,4	17,6
Всего солей	1,28*	27,7	346,0
Вода	98,72	72,3	904,0
Сумма	100,0	100,0	1250,0
Уд. вес морской воды	1,0105		
Уд. вес рассола	—	1,25	

* Учетом содержания сульфата натрия, бромида магния и хлорида калия.

зование каспийской воды для производства сульфата натрия требует больших затрат тепловой энергии (для получения рассола) и холода для охлаждения рассола и получения мирабилита.

Для концентрирования каспийской воды наиболее целесообразно использовать естественные условия: жаркое и сухое лето и достаточно низкую и устойчивую температуру воздуха зимой. Необходимы также благоприятный рельеф береговой полосы и близость железнодорожного и водного сообщения.

Таким условиям больше всего удовлетворяют на западном берегу Каспийского моря побережье Апшеронского полуострова, а на восточном — Красноводский залив. Сухое и жаркое лето Красноводского района исключительно благоприятно для концентрирования большого количества морской воды и естественного обезвоживания мирабилита; падение температуры воздуха зимой в этом районе вполне достаточно для устойчивого охлаждения рассола и получения мирабилита (табл. 2).

Красноводский залив изобилует большим количеством заливов. Одним из них является Большой Балханский залив, глубоко вдающийся в сушу. Близость Ашхабадской ж. д. и Красноводского порта могут обеспечить будущее галургическое производство удобным транспортным.

В случае организации производства на Балханском шоре технологический процесс получения мирабилита будет полностью соответствовать бассейновому производству сульфата натрия из раны Кара-Богаз-Гёла. Концентрированный рассол из испарительных бассейнов должен накачиваться в садочный бассейн, где в зимнее время он охлаждается с выделением мирабилита. Маточный рассол после садки мирабилита сбрасывается. На базе этого рассола может быть организовано крупное галургическое производство, основанное на комплексном использовании всех солей, входящих в состав воды Каспийского моря, включая также бром. Пласт осевшего на дно бассейна мирабилита дренируется, крепнет.

Величины полезного испарения каспийской воды и рассола различной концентрации, рассчитанные по методу О. Д. Кашкарова, колеблются от

Таблица 2

Среднемесячные данные, характеризующие климат Краснодарского района

Месяцы	Средняя температура воздуха	Средний минимум температуры	Скорость ветра, м/сек	Осадки, мм	Абсолютная влажность, мм рт. ст.	Недостаток насыщения, мм	Упругость диссоциации мирабилита	Упругость насыщенного пара
	град.						мм рт. ст.	
Январь . .	2,3	0,1	3,6	12	4,3	1,7	4,0	5,4
Февраль . .	3,8	1,3	3,4	11	4,6	2,0	4,7	6,0
Март . . .	8,3	4,8	4,3	16	5,6	3,2	6,5	8,3
Апрель . .	13,6	9,6	4,4	17	7,3	5,0	8,7	11,6
Май	20,5	16,2	4,4	7	9,7	9,6	14,0	18,0
Июнь . . .	24,9	20,7	5,0	5	12,1	12,9	19,0	23,8
Июль . . .	28,3	24,1	4,9	4	14,4	16,2	24,4	29,0
Август . .	28,4	24,3	4,7	5	13,2	17,0	24,0	28,9
Сентябрь .	23,6	19,6	4,4	3	10,8	11,2	16,8	21,4
Октябрь . .	17,0	12,8	3,5	6	8,4	6,7	11,0	14,5
Ноябрь . .	10,3	7,1	4,0	9	6,3	3,4	7,2	9,4
Декабрь . .	5,6	2,9	3,9	13	5,1	2,2	5,6	7,1
	15,5	12,0	4,2	108	—	—	—	—

1025 до 1386 м. Рассолы, содержащие 340 кг/м³ солей (27,7%) обладают упругостью пара = 18 мм рт. ст., а упругость пара воды Каспийского моря мало отличается от упругости пара чистой воды (23,8 мм рт. ст.).

Для определения выхода мирабилита при охлаждении рассола (~ 27,7% солей) принята температура +2,5°. Выбор этой температуры соответствует данным среднемесячной температуры воздуха: в январе наименьшая среднемесячная температура воздуха равна 2,3°, а средний минимум температуры 0,1°. При охлаждении 1 м³ рассола до 2,5° выделяется около 147 кг мирабилита.

Готовый продукт — сульфат натрия — может быть получен путем естественного обезвоживания мирабилита. В табл. 2 приведены климатические данные, положенные в основу обоснования технологического процесса естественного обезвоживания мирабилита.

Начиная с марта, упругость диссоциации мирабилита больше абсолютной влажности. Следовательно, мирабилит при данных климатических условиях будет обезвоживаться. Процесс обезвоживания достигает максимальной величины в июле — августе. Затем в декабре — январе — феврале величины упругости диссоциации мирабилита и абсолютной влажности воздуха практически равны, и процесс прекращается. В промышленных условиях производства сульфата натрия период естественного обезвоживания мирабилита распространяется на май — сентябрь.

Для создания необходимой испарительной системы на Балханском шоре, обеспечивающей производство сульфата натрия в крупномасштабном — порядка 300—350 тыс. т в год, потребуется строительство различных гидротехнических сооружений (табл. 3).

Расходные нормы на 1 т товарного сульфата при естественном получении мирабилита и сульфата натрия приводятся ниже:

Для получения 1 м ³ рассола промышленной концентрации необходимо каспийской воды	29 м ³
При охлаждении 1 м ³ рассола (при +1,5°) выделяется мирабилита 150 кг	
Для получения 1 т товарного сульфата натрия требуется мирабилита (с учетом потерь морской воды и рассолов)	5 т
Для получения 1 т товарного продукта требуется:	
а) каспийской воды	965 м ³
б) концентрированного рассола	33,3 м ³

Таблица 3

Основная характеристика гидротехнических сооружений *

	Насыпи, м ³	Длина, км	Высота, м
А. Дамбы:			
1. Ограждающие шор от моря (так называемые основные)	1 500 000	15	2,0
2. Разделяющие на отдельные бассейны	3 500 000	50	1,5
Всего земляных работ	5 000 000	—	—
Б. Каналы, подводные морскую воду и рассолы к насосным станциям			
	1 000 000	—	—
Общий объем земляных работ для организации бассейнового хозяйства . .	6 000 000	—	—
В. Насосные станции	Установленная мощность 4000 квт		

* Эти сведения заимствованы из проектных материалов, составленных спецбригадой Каспийской комиссии АН СССР (1947 г.) и проектным бюро ВНИИГА (1950 г.)

Предварительные расчеты показывают, что для получения 1 т товарного сульфата натрия из воды Каспийского моря в указанном районе требуется не более 750 м² испарительной поверхности бассейна. При заводском способе переработки концентрированных рассолов достигается увеличение выхода мирабилита из рассола за счет более глубокого охлажде-

Таблица 4

Метод	Температура охлаждения, °С	Выход мирабилита, кг/м ³	Расход мирабилита в 1 т сульфата
Бассейновый . .	2,5	150	5,0
Заводской	-5,0	200	3,5

ния, а также снижается расход мирабилита на получение товарного сульфата (табл. 4).

Основные технологические показатели заводского способа получения сульфата натрия из концентрированных рассолов, полученных из воды Каспийского моря на 1 т сульфата натрия: электроэнергии — 120 квтч (в том числе на производство мирабилита 90 квтч и сульфата — 30квтч), пара (при методе выпарки) — 09 т.

Целесообразно увязать интересы химической промышленности (в организации комплексной переработки каспийской воды на ценные химикаты, в первую очередь на сульфат натрия) с интересами Министерства морского флота в части текущих и предстоящих гидротехнических работ в Красноводском и Бакинском портах, осуществление которых необходимо вследствие падения уровня Каспийского моря.

Объем земляных работ для строительства бассейнового хозяйства (например, на Балханском шоре) выражается цифрой в 6 млн. м³ при сравнительно невысоких дамбах. Объем грунта, вынимаемого из морских каналов в Красноводском и Бакинском портах, составляет более 3 млн. м³ стоимостью свыше 15 млн. руб.

Предстоящая реконструкция этих портов потребует выполнения земляных работ, объем которых составит несколько десятков миллионов кубометров. В связи с этим необходимо поручить организациям, проектирующим и осуществляющим ежегодные очистительные работы в Красноводском и Бакинском портах, выявить возможность утилизации этого грунта для строительства дамб бассейнового хозяйства, необходимого для организации комплексной переработки воды Каспийского моря на ценные химические продукты.

С. Р. Гробштейн

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОРСКИХ НЕФТЕПРОМЫСЛОВ НА КАСПИИ В 1956 — 1960 гг. В СВЯЗИ С ПАДЕНИЕМ УРОВНЯ МОРЯ И ЛЕДОХОДОМ

СОВРЕМЕННЫЕ УСЛОВИЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА МОРСКИХ ПРОМЫСЛАХ

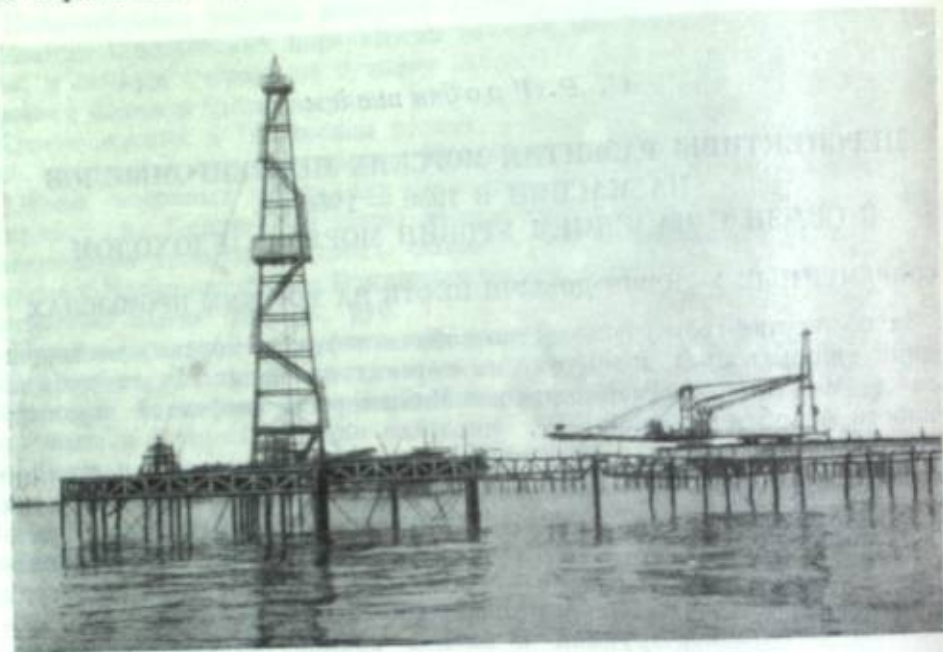
За последние годы удельный вес добычи нефти на морских месторождениях сильно возрос. к 60 году на морских площадях будет добываться до 40% всей добычи нефти по Министерству нефтяной промышленности Азербайджанской ССР.

Себестоимость нефти, добываемой на морских площадях, в настоящее время не превышает 60% средней себестоимости нефти, получаемой на суше. За пять лет добычи промыслы и разведки оснащены передовой техникой. Сконструированы и построены монтажные краны с дизельмолотами для строительства морских эстакад, оборудованы крановые суда большой грузоподъемности, организованы крупные предприятия по изготовлению металлоконструкций и блоков индивидуальных оснований, создан транспортный и специализированный технический флот. Одним из основных методов разработки морских месторождений нефти является эстакадный метод, позволяющий вести работы так называемым пионерным способом почти независимо от состояния моря и за сравнительно короткие сроки осваивать крупные морские месторождения нефти в условиях бурного Каспийского моря. В море построены десятки километров эстакад и сотни индивидуальных оснований. На металлических площадках при эстакадах построены нефтесборные пункты, парки товарных резервуаров, насосные и водоочистные установки, на свайных основаниях — удобные жилища, столовые, бани, магазины, клубы и т. д.

За последние 50 лет вынос плавучих льдов с севера вдоль западного побережья Среднего Каспия к югу отмечен в зимы 1928—1929 г., 1949—1950 г. и 1953—1954 г. Особенно чувствительный ущерб морским нефтепромышленным сооружениям был нанесен в зиму 1953—1954 г., когда из Северного в Средний Каспий были вынесены льды очень большой мощности. Размер ущерба от разрушения сооружений и скважин, потери материалов и оборудования, с учетом простоев и расходов на мероприятия по борьбе со льдами исчисляется в несколько десятков миллионов рублей.

Морские сооружения нефтепромыслов были рассчитаны на все условия, возникающие в элементах этих сооружений в результате нагрузок, действовавших в процессе строительства, бурения и эксплуатации, а также на ветровое и волновое давление, но без учета влияния ледовых нагрузок; естественно, что эти сооружения не могли выдержать огромного давления ледяных полей. Отсутствие учета ледовых нагрузок в морских сооружениях объясняется тем, что до самых последних лет харак-

тер дрейфа льда на Каспийском море оставался почти неосвещенным, только с зимы 1949—1950 г., когда был отмечен мощный вынос плавучих льдов к району нефтепромысла Избербаш-море, начали проводиться специальные исследования дрейфа льда. Отсутствовали также соответствующие нормы данных, которые учитывали бы условия образования, движения и таяния льдов в Каспийском море, а также расчетных ледовых нагрузок на морские нефтепромысловые сооружения.



Эстакады (справа — эстакадостроительный кран)

Обследование и анализ сооружений, разрушенных льдом в зиму 1953—1954 г., показало, что в результате действия льда сооружения воспринимали огромное горизонтальное давление. Так, многие опоры эстакад были согнуты под прямым углом, стойки площадок были согнуты под острым углом на уровне действия льда, индивидуальные основания были опрокинуты. В зиму 1953—1954 г. к моменту подхода льдов к Апшерону наблюдалось смерзание отдельных льдин в ледяные поля толщиной 1—4 м.

Была предпринята попытка выработать временные нормы, исходя из следующих предпосылок. Каждый элемент ледостойких конструкций рассчитывался на действие горизонтальной нагрузки в 20 т, соответствующей ударному действию льдины площадью 120 м², толщиной 0,5 м и движущейся со скоростью 0,7 м/сек. На основе полученного материала были разработаны эскизные проекты площадок для бурения для глубин моря до 15 м. Но конструкции, рассчитанные по указанным условным нормам, получились чрезвычайно металлоемкими, многодетальными и дорогими, требующими крановых судов грузоподъемностью свыше 100 т.

Усиление морских нефтепромысловых сооружений для восприятия ледовых нагрузок сильно удорожает морское строительство и не дает сооружений от действия плавучих льдов следует считать дробление ледяных полей на дальних и ближних подступах к сооружениям и измельчение крупных льдин ледоколами, бомбардировками с воздуха,

взрывами мин, а также путем опыления льда темными веществами для ускорения таяния льдов в пути за счет солнечной радиации.

* * *

Крупнейшими потребителями технической воды на хозяйственные нужды, так же и для технологических целей, являются предприятия нефтяной промышленности АзССР, и прежде всего газомоторные и электропроводные компрессорные станции, а также бурящиеся скважины, деэмульсационные установки и котельные, обеспечивающие выработку и подачу пара на деэмульсационные установки. С возрастанием применения вторичных методов добычи нефти путем законтурного заводнения с каждым годом увеличивается количество закачиваемой в пласт воды и повышается эффект от заводнения. За последние три года расход технической воды на эти цели возрос до 65 тыс. м³ в сутки. К 1960 г. расход воды при вторичных методах увеличится примерно в 2,3 раза и составит около 150 тыс. м³ в сутки. Возможность расходования технической воды на хозяйственные нужды промыслов в количестве 35—40% обеспечивалась (5—6 лет назад) наличием на промыслах разного рода водоемов. Вследствие обсыхания промысловых территорий значительное число этих водоемов ликвидировано, потребность же в морской технической воде еще более возросла. Расход морской воды для хозяйственных нужд промыслов и предприятий возрос за последние два года на 10—12%, ныне составляет около 80 тыс. м³ в сутки. Солидными потребителями морской воды являются также нефтеперерабатывающие заводы, расходующие для технологических и хозяйственных нужд около 850 тыс. м³ в сутки.

Перспектива развития нефтепереработки требует увеличения подачи морской воды до 900 тыс. м³ в сутки, а с учетом полного высвобождения пресной питьевой воды — до 920 тыс. м³ в сутки, к 1960 г. она должна быть доведена до 1100 тыс. м³ в сутки.

* * *

Насосные станции по их местоположению можно разбить на две категории: 1) выносные, расположенные на эстакадах; 2) береговые, расположенные на берегу с водозабором через специальные водозахватные сооружения, которые представляют собой обычные самотечные водоводы, уложенные по дну моря.

Ярким примером морского нефтепромысла со сложной организацией является крупнейший эстакадный нефтепромысел на месторождении Нефтяные камни.

Исключительно важен вопрос доставки нефти на берег, особенно с удаленных морских промыслов, что зависит от погоды и состояния моря и создает большие трудности в деле хранения нефти и внутрипромысловой перекачки. Большую помощь могла бы оказать прокладка межрайонных трубопроводов большого диаметра по дну моря: она позволила бы беспрепятственно транспортировать нефть с морских месторождений на сушу, полностью использовать природный газ и значительно снизить себестоимость добываемой нефти. В связи с этим приобретает большое значение изучение движений наносов, необходимое при проектировании.

Должны получить применение электротензометрические методы исследования напряжений и деформаций элементов металлоконструкций морских нефтепромысловых сооружений и оборудования.

Предстоит решить серьезные задачи в области снабжения электроэнергией отдаленных подстанций на Нефтяных камнях. Однако это

только первоочередное мероприятие, направленное главным образом на обеспечение электроэнергией установок для законтурного заводнения. Вместе с тем необходимо проработать вопрос о прокладке кабельных фидеров с материка.

Наиболее крупные станции — первой категории — расположены на эстакадах; построены они большей частью до 1946 г. Одна станция была установлена в месте, где глубина составляла 6,3 м, теперь же здесь глубина снизилась до 2,4 м. Стоимость станции — 4,6 млн. руб. В 1956 г. потребовалось перенести эту станцию на более глубокое место. Значительную роль в обмелении сыграли донные течения и наносы. Стоимость затрат для осуществления проекта защитных мероприятий временного характера по этой насосной станции составляет около 2 млн. руб. Для полного разрешения вопроса надо затратить не менее 10 млн. руб. В аналогичном положении находится насосная станция на эстакаде на юго-восточном берегу Апшерона. Здесь реконструкция обойдется не менее 4,5—5,0 млн. руб.

В худшем положении находятся береговые насосные станции. Водозаборные сооружения одной из них в настоящее время реконструируются. Самотечные водоводы выносятся в море на 250 м. Общая стоимость реконструкции — 2 млн. руб. Другая крупная береговая насосная станция, расположенная в бухте, в аварийном состоянии; требуется строительство новой станции стоимостью 5,8 млн. руб. при длине эстакады почти 1,5 км. Ликвидирована станция в районе Лок-Батана. Другая береговая насосная станция, расположенная примерно в этом же районе, потребует через 1—2 года 2,5 млн. руб. капиталовложений. В тяжелом положении находятся и насосные станции на о-ве Артема. На эстакаде строится насосная станция; стоимость ее — 2,833 млн. руб. Необходимо провести реконструкцию (с выносом эстакад не менее чем на 500—600 м) другой действующей насосной станции на о-ве Артема; капитальные затраты составят 2,5—3,0 млн. руб.

Капиталовложения на реконструкцию первичных источников водоснабжения по Министерству нефтяной промышленности Азербайджанской ССР составят не менее 50 млн. руб.

НЕОБХОДИМЫЕ НАУЧНЫЕ РАБОТЫ

Особое значение приобретает гидрометеорологическое изучение нефтеносных акваторий Каспийского моря. Стало правилом, что изучение гидрометеорологического режима моря начинается тогда, когда сооружения уже существуют. В действительности детальное изучение гидрологического режима моря (течений, волнений и др.), рельефа и геологии дна на участках, подлежащих освоению, должно опережать строительство.

Большой интерес представляют экстремальные значения элементов волн и скорости ветра в их синхронной увязке с другими элементами движения воды и воздушных потоков по отдельным районам, с учетом рельефа дна, защищенности района и т. д.

Крайне мало данных о течениях на акваториях морских нефтяных промыслов и разведочных районов, об их направлении, скорости и о распределении последней в зависимости от глубины, особенно в районе между о-вом Жилым и Нефтяными камнями.

Мало изучены вопросы размывов дна, а между тем эти данные необходимы для проведения по дну трубопроводов. Не уделяется достаточного внимания изучению биологии моря, в частности, вопросам обрастания

гидротехнических сооружений ракушей и водорослями, влияния обрастания на коррозию, определения районов обрастания, площадей донных лугов и т. д.

В научно-исследовательских работах необходимо уделить большое внимание изучению взвесей в морской воде, что крайне важно при проектировании водоочистных сооружений, насосных станций, охлаждающих установок и т. д.

Строительство эстакад на глубоководных участках требует изучения геологии, гидрологии грунтов дна и др.

Одна из основных проблем разработки морских нефтяных месторождений, осуществляемой с металлических сооружений, — защита стальных конструкций от коррозии. Защитные покрытия должны обладать длительным сроком службы, быть по возможности недефицитными, допускать возможность их применения при высокой относительной влажности воздуха, а в некоторых случаях и при нанесении этих покрытий на влажную поверхность. Антикоррозийные работы должны быть механизированы. Ныне добавилось новое требование: механическая стойкость покрытий на опорах на случай возможного ледового дрейфа.

За последние несколько лет оправдываемость прогнозов по ветру, составляемых Бакинским бюро погоды для района Апшерона, колеблется в пределах 80%, что явно недостаточно. Перед Главным управлением гидрометслужбы необходимо поставить вопрос о создании систематической ледовой разведки и о даче нефтяной промышленности долгосрочных и краткосрочных прогнозов.

Весьма актуальной задачей является составление норм ледовых нагрузок на морские нефтепромысловые сооружения.

Исключительное значение имеют надежные прогнозы уровня моря как для строительства береговых объектов морских сооружений, так и для обеспечения надежной защиты металлических сооружений от коррозии в наиболее опасной зоне попеременного смачивания и высыхания. Следует особо подчеркнуть связь эффективной защиты свай с определением границ этой зоны.

Широкое применение на морских нефтепромыслах должны найти основания телескопического и понтонового типов, железобетонные конструкции.

Резкое снижение уровня моря дало нефтяной промышленности новые нефтеносные районы со значительной территорией (табл. 1).

Таблица 1

Площадь обнажающейся земли (км²)

Осушающиеся площади	При дальнейшем понижении уровня		
	на 2 м	на 4 м	на 6 м
Заведомо нефтеносные	61	120	170
Возможно нефтеносные	163	435	950
Увеличение запасов нефти, млн. т	190	450	610

К. К. Гюль

ВЛИЯНИЕ Понижения Уровня Каспия НА АЗЕРБАЙДЖАНСКОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ В СВЯЗИ С ЗАДАЧАМИ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Освоение нефтеносных акваторий в пределах между судоходными глубинами и урезом берега требует крупных капиталовложений на строительство дамб, каналов, насыпных территорий и пр. Положение с освоением нефтеносных площадей осложняется резкими колебаниями уровня Каспийского моря. До самого последнего времени многие специалисты считали, что падение уровня моря, отрицательно сказывающееся на ряде отраслей народного хозяйства (водном транспорте, рыбной промышленности, добыче сульфата и т. д.), которые терпят от этого большие убытки и эксплуатационные неудобства, приносит определенные выгоды нефтяной промышленности, что до некоторой степени компенсирует убытки других отраслей хозяйства, связанных с морем. Но этого еще никто не доказал и экономически не рассчитал.

Дальнейшее снижение уровня Каспийского моря потребует реконструкции пристанского хозяйства. Нефтеналив придется перенести из района Черного и Белого города в более подходящее — по глубине — место. Аншеронский, Махачкалинский, Нефтечалинский нефтеналивные порты будут лишены подходов.

Путем замены существующих центробежных насосов насосами с большей высотой всасывания можно без больших затрат обеспечить бесперебойность работы морских насосных станций на случай дальнейшего снижения уровня моря.

Большинство морских насосных станций было построено в период 1932—1939 г. За время с 1932 по 1956 г. уровень моря снизился на 2,5 м, что составляет примерно 40% от вакуумметрической высоты всасывания установленных на станциях насосов. Морские насосные станции, у которых вакуумметрическая высота всасывания уже близка к пределу, также подлежат переносу или реконструкции, хотя при наличии насосов, обладающих большой высотой всасывания, ряд небольших станций может быть сохранен. Водозахватные сооружения должны быть перенесены на большие глубины.

Морской нефтепромысел треста Сталиннефть имеет глубину порядка 5—6 м. Поэтому дальнейшее снижение уровня моря на 1 и даже на 2 м не может существенным образом повлиять на эксплуатацию морских скважин этого промысла. Морской же нефтепромысел треста Артемнефть, значительное число скважин которого расположено на глубинах порядка 1—5 м, в результате снижения уровня моря потребует изменений в методах эксплуатации этого месторождения (строительство эстакад).

Понижение уровня моря сделало невозможным эксплуатацию нескольких десятков нефтяных скважин в прибрежной полосе северной оконечности о-ва Артема. В дальнейшем число их еще увеличится. В выгодных условиях оказываются скважины, связанные с берегом посредством эстакад (на о-ве Артема и в Изербаше). В настоящее время продолжается строительство эстакады и у северной оконечности о-ва Артема (на промышленной акватории 4-го промысла треста Артемнефть).

По прогнозу Института океанологии АН СССР, уровень Каспийского моря будет понижаться и дальше, но так как понижения на 1—2 м можно ожидать к 1970 г., то незначительная часть нефтеносной территории обнажится через 14—15 лет. Однако дальнейшее снижение уровня моря вызовет большие затруднения.

В случае понижения уровня моря на 2 м 162 скважины выйдут из числа морских, и эксплуатация их будет зависеть от строительства сухопутных подходов к ним. Мы считаем наиболее правильным выходом из создающегося положения постепенное соединение всех морских скважин с сушей посредством строительства морских металлических эстакад. Эстакада будет рентабельной даже при относительно больших колебаниях уровня моря: при наличии эстакады ни падение, ни поднятие уровня не повлияют на эксплуатацию морских буровых.

Все сказанное о влиянии колебания уровня Каспийского моря на морские нефтепромысла треста Артемнефть в некоторой степени относится и к промыслам Сталиннефти, с той лишь разницей, что в настоящее время глубины у подходов к морским скважинам треста Сталиннефть (5—6 м) достаточны для работ морских плавучих средств; в настоящее время и в ближайшие годы угрозы выхода из эксплуатации вследствие обмеления для этих промыслов нет. Но строительство эстакады в будущем будет полезным и для треста Сталиннефть в случае падения уровня на 4—5 м и больше. Падение или поднятие уровня моря не влияет непосредственно на районы южной эстакады о-ва Артема, промыслов треста Гюрнефть и Изербаша (Дагнефть). Но падение уровня моря увеличивает работы по поддержанию подходов каналов, ковшей фарватеров и причалов, затрудняет работы морских плавучих средств, необходимых для работ по освоению новых морских месторождений. Падение уровня моря в районе о-ва Жилого и Нефтяных камней затруднит условия подхода судов к острову и к затопленным судам — базам Нефтяных камней. Снижение уровня моря на 2 м против уровня 1956 г. в районе о-ва Жилого

даст приращение территории острова на 5,5 км², но эта площадь успешно может быть освоена и теперь как морская нефтеносная акватория. На нефтяных камнях вследствие падения уровня моря на 2 м обнажаются группа камней и банок, площадь которых весьма незначительна, так как глубины здесь превышают 4,5—5 м; но эта акватория в настоящее время может быть успешно освоена и при современном стоянии уровня. Таким образом, падение уровня моря в этом районе особых выгод не обещает. Для акватории нефтепромыслов Изербаша и треста Сталиннефть это влияние было бы незначительным, для акватории Гюргяннефть — еще меньшим, но в районе 4-го промысла треста Артемнефть понижение уровня привело к большим затруднениям и к потерям нефти и продолжает наносить значительный ущерб нормальной эксплуатации морских скважин, судоходных трасс, причалов, каналов и ковшей в прибрежной зоне.

Очень важно правильно установить (на расчетный период) отметку гребня Апшеронской дамбы в зависимости от возможного наибольшего уровня моря и отметку наименьшей точки каменного крепления откосов для возможного минимального уровня моря. Для решения практических задач освоения обнажившихся территорий важно иметь данные о естественных условиях побережья, в особенности данные о гидрологическом режиме.

Для планирования строительства вообще и, в частности, в нефтяной промышленности, связанной с морем, большое практическое значение имеет прогноз на ближайшие 10—15 лет, а для ориентировочных расчетов — прогнозы и на более длительные периоды.

Степень приращения прибрежных территорий в зависимости от положения уровня легко может быть определена на основе долгосрочного прогноза, хотя малая обоснованность долгосрочных прогнозов требует большой осторожности при их использовании.

Прибрежная полоса от Дербента до Сумгаита приглуба и отличается малой изрезанностью береговой линии. Направленность ее СЗ — ЮВ. Исключение на этом отрезке берега составляют районы Килизинской косы и Яшмы. Здесь надо ожидать заметного приращения территории. О-в Яшма после дальнейшего понижения уровня моря на 2 м соединится с берегом и образует широкую косу-полуостров. Севернее, южнее и восточнее новообразовавшейся косы из-под воды выйдут 7 банок и превратятся в острова с общей площадью до 1,8 км². Общее приращение территории в районе Килизинской косы и о-ва Яшма составит до 2,1 км². Уреза воды переместится на восток, и море отступит от уреза 1956 г. на 1,8—2,0 км.

Район от Сумгаита до Шаховой косы, включая острова и весь Апшеронский залив и порт, является наиболее изрезанным, с выступающим далеко в море берегом. Ввиду сложности рельефа дна и конфигурация берегов этого района, многочисленности обширных отмелей, банок и рифов, а также различной степени обеспеченности глубин, после общего снижения уровня моря на 2 м здесь будут иметь место различные формы обнажения прибрежной промышленной акватории и приращений территории суши. В приустьевых зонах произойдет полное осушение района. Отдельная промежуточная зона в районе северного горла Апшеронского залива и порта останется в виде небольшой акватории с глубиной 5 м, причем она потеряет связь с морем и будет изолированным водоемом, окруженным как с юга, так и с севера отдельными дунками и болотами. Вся южная часть, т. е. 60% всего Апшеронского залива, обнажится. Вследствие интенсивности поступлений сюда наносов обнажение здесь произойдет раньше, чем в остальных участках района. В целом, как у северного, так и у южного побережья Апшеронского полуострова, в отличие от северных районов рассматриваемого азербайджанского берега Каспийского

моря, произойдет резкое обмеление за счет интенсивности отложения здесь морских наносов, в силу чего приращение побережья здесь также будет более значительным, чем в других районах.

Район восточного побережья Апшеронского полуострова и о-ва Артема с многочисленными мелкими островами, рифами и отмелями после снижения уровня моря на 2 м получит приращение площади до 70—80 км², урез же переместится на восток на 2,0—2,5 км. Исключительно большие перемещения берега произойдут у северной оконечности о-ва Артема, где при понижении уровня воды на 2 м урез переместится в море до 4 км. В юго-восточной части острова берег выдвинется в море на 2 км, а южная оконечность в районе Гюргян, Змеиной косы и придамбовые участки соединятся с Апшеронским полуостровом. При этом о-в Артема соединится с сушей за счет усыхания акватории Апшеронского залива на 60%, а также за счет усыхания всего района прибрежной полосы от дамбы до мыса Гюргян. Между дамбой и Шаховой косой в районе мыса Гюргян имеются обширные площади отмелей. Это пространство и вся акватория восточнее о-ва Артема, включающая районы островов Колтыш, Гребень, Чурка вплоть до острова Жилого, банок Карачева, Каменная, Большая плита, Подплаточный, Малая плита, после падения уровня моря на 2 м, а также и под влиянием отложений морских наносов, значительно обмелеет, а затем и совсем обсохнет. На этом участке к матерiku также будет приращена большая площадь (72 км²). Наряду с этим на обширной территории останется множество мелких водоемов, изолированных от моря.

Значительные изменения произойдут в районе о-ва Жилого. При падении уровня моря на 2 м приращение территории этого острова составит более 11 км², береговая черта на отдельных участках переместится на 2—3 км, а в северной части о-ва Жилого — более чем на 4 км.

В районе Шаховой косы уже произошли значительные изменения берегов вследствие совокупного действия падения уровня моря и отложения морских наносов. Острова Шахов, Тюлений соединились и слились с косой, отчего площадь косы увеличилась на 2,8 км². Восточнее Шаховой косы обнажился ряд банок, в частности, банка Южная вышла из-под воды почти на 1 м. Южные берега Апшеронского полуострова сравнительно мало изрезаны. От Шаховой косы до мыса Султан на побережье имеются два небольших мыса — Турканы и Гоусан. Здесь при снижении уровня моря на 2 м произойдет небольшое приращение площади (2,1 км²).

Общий вид и площадь о-ва Песчаного настолько изменились, что теперь имеют мало общего с видом и размерами этого острова в 1950 г. Мелководная акватория, отделяющая в настоящее время о-в Песчаный от Апшеронского полуострова, после снижения уровня моря на 2 м, совершенно обсохнет, остров соединится с материком; новая территория будет иметь площадь в 6,3 км².

Бакинская бухта вся изрезана морскими каналами и ковшами. После снижения уровня моря на 2 м бухта будет состоять из отдельных водоемов, бровок, бугров и открытых каналов. Баилловская коса уже теперь из подводной превратилась в надводную с длиной до 1,5 км. Многочисленные островки появились в бухте в районе мыса Султан, а если уровень моря упадет еще на 3 м, то острова Наргин и Вульф соединятся с мысом Султан; освоение этих площадей потребует больших осушительных и земляных работ.

Более значительного приращения территории следует ожидать у островов Бакинского архипелага; общее приращение этих островов при падении уровня моря на 3 м с учетом площадей уже появившихся островов составит около 28 км². Побережье от мыса Шихова до мыса Сангачал

имеет однообразный, ровный характер, берег здесь относительно приглубый; поэтому площадь приращения здесь будет незначительной. Участок побережья от мыса Сангачал до Куринской косы характеризуется извилистостью берега, на котором выделяются три больших мыса: Аляты, Пирсагат и Бяндован. При понижении уровня на 2 м на этом участке приращение территории составит — около 50 км².

Район Куринской косы имеет крайне изрезанные берега, где интенсивно отлагаются наносы, выносимые сюда Курой; это дает основание ожидать здесь большого приращения территории; около 12—16 км².

Наибольшее приращение территории в связи с понижением уровня моря произойдет в районе залива им. Кирова. В настоящее время более 50% общей площади заливов (Малого и Большого) уже обсохло, все ранее существовавшие в заливе острова и самый большой остров на всем Каспийском море — о-в Сара — соединились с материком. Если уровень моря снизится еще на 2 м, то вся акватория Большого и Малого заливов полностью обсохнет и восточная граница залива — Куринская коса — почти на 0,5 км расширится на восток, в сторону моря. Интенсивность обсыхания залива за последние годы увеличилась. Кроме общей причины — понижения уровня моря, это происходит еще и потому, что многочисленные реки, речушки и рукава р. Куры, которые прежде несли свои воды в залив и питали его, теперь высохли, а существующие реки Виляж-чай и Акуша вследствие разбора их воды в верховьях на хозяйственные нужды залив более не питают. Кроме того, обсыхание происходит еще и от отложения наносов, выносимых Курой, и отложений органического происхождения. Общий объем площади приращения выразится здесь (ориентировочно) в 40 км². Участок от Порта Ильича до устья Астары имеет прямолинейный характер и приглубые берега, вследствие чего приращение территории при понижении уровня будет иметь сравнительно небольшие величины — порядка 6 км².

В целом можно прийти к следующему выводу: на протяжении всего азербайджанского побережья Каспийского моря, от устья р. Самур до Астары — выдающимися по размерам приращений прибрежных территорий являются районы северного и восточного побережий Апшерона, островов Артема, Жилого и Песчаного, а также район залива им. Кирова. Приращение территорий этих районов при выяснении перспектив увеличения фондов прибрежных территорий имеет большое значение. Особенно большой практический интерес представляют характер и величины приращений прибрежных нефтеносных территорий у островов Артема, Жилого и Песчаного, где развитие нефтедобычи имеет значительные перспективы.

По всему Азербайджанскому побережью — от устья Самура до устья Астары, на 800-км протяжении береговой линии — приращение прибрежных территорий составит приблизительно 400—500 км². Приращение территории в этом районе вокруг островов и за счет появления новых островов будет равно 30—40 км².

Всего приращение прибрежных и островных территорий составит 430—540 км². Эти числа вполне ясно свидетельствуют об относительно небольших изменениях нефтеносных площадей.

Ожидаемое понижение уровня к 1970 г. на 1—2 м особенно крупных изменений в ход развития морской нефтедобычи не внесет.

А. И. Даенс-Литовский

ГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НОВЫХ ВИДОВ СУЛЬФАТНОГО СЫРЬЯ ЗАЛИВА КАРА-БОГАЗ-ГОЛ

Соляные богатства Кара-Богаз-Гола представляют весьма разнообразное и ценное химическое сырье для развития галургической промышленности нашей страны.

Долгое время из поверхностных рассолов Кара-Богаз-Гола кристаллизовалась только глауберова соль, или мирабилит ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) при осенне-зимнем понижении температуры.

С начала XX столетия содержание хлористых солей натрия и магния в рассолах Кара-Богаз-Гола из года в год заметно возрастало и только осенью 1939 г. началась садка галита (NaCl), продолжающаяся и в настоящее время, совместно с астраханитом и эпсомитом.

Прогрессирующее обеднение рапы ионами SO_4^{2-} и Na^+ и отход уреза рапы от берегов в глубь залива чрезвычайно затруднили процесс добычи и осложнили получение качественного мирабилита в действующих промысловых бассейнах.

Комбинатом Карабогазсульфат в 1939 г. был сооружен через северную часть Карабогазской косы трубопровод, по которому перекачивалась морская вода в садочные бассейны и насосные станции ближе к урезу рапы залива, и осуществлены другие технические и технологические мероприятия, которыми удавалось поддерживать необходимый состав рассолов для получения качественного сульфата натрия.

НОВЫЕ ВИДЫ СУЛЬФАТНОГО СЫРЬЯ

Геолого-разведочными работами, изысканиями и исследованиями Карабогазской геолого-разведочной партии Министерства химической промышленности и сотрудников Всесоюзного научно-исследовательского института галургии (ВНИИГ) на Кара-Богаз-Голе за последние годы выявлены пласты ископаемых смешанных солей и три пласта погребенных сульфатных рассолов — «три соляных дна», содержащих межкристалльные сульфатные рассолы*.

В настоящее время в достаточной степени уже разведаны и изучены практически неограниченные запасы поверхностного пласта смешанных солей для сульфатного сырья, представляющего собой различные сочетания сульфатных минералов:

* В работах по разведке, геологическому, гидрогеологическому и гидрохимическому изучению соляных пластов и погребенных рассолов участвовали М. Гаркани, С. Гаркани, Г. Васильев, Л. Яловская, В. Вахрамеева и др. при общем научном руководстве проф. А. Даенс-Литовского.

Минералого-петрографический состав поверхностного соляного пласта изучался В. А. Вахрамеевой. Поверхностный соляной пласт представляет собой в основном твердую породу, состоящую (по вертикали) из трех основных минералов в различных сочетаниях: галита (NaCl), эпсомита ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) и астраханита ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). Пласт соли насыщен межкристалльной рапой.

Временами, при осенних и зимних нагонах, поверхностная рапа частично заливаает обнажившийся соляной пласт. После стога поверхностной рапы пласт остается пропитанным межкристалльной рапой, отличающейся по составу от поверхностной рапы большей концентрацией. В летнее время в результате испарения межкристалльная рапа выкристаллизуется в межкристалльных пустотах, образуя галит в смеси с эпсомитом. В осенне-зимний период из межкристалльной рапы в межкристалльных пустотах кристаллизуется эпсомит.

Таким образом, процесс образования пласта современных поверхностных соляных отложений Кара-Богаз-Гола обусловлен изменениями, происшедшими в гидрохимическом режиме залива за последние десятилетия.

Второй соляной пласт был вскрыт многочисленными разведочными скважинами в Сартасском заливе и Кургузульской бухте, на площади около 250 км^2 , на глубине в среднем $5,5 \text{ м}$. Вдоль западного, северного и восточного побережий залива второй соляной пласт был прослежен поисковыми скважинами на той же глубине.

Второй соляной пласт был обнаружен впервые тремя скважинами в центре залива Кара-Богаз-Гол еще в 1935 г. Карабогазской экспедицией б. Соляной лаборатории (СОЛАБ) АН СССР, впоследствии преобразованной во Всесоюзный институт галургии. В настоящее время, когда накоплен большой фактический материал по погребенным соляным отложениям в краевой части залива, данные экспедиции 1935 г. позволяют судить о геологическом строении центральной части Кара-Богаз-Гола.

Второй соляной пласт складывается из двух слоев галита и двух слоев глауберита и имеет среднюю мощность около 10 м . Мощность пласта постепенно увеличивается от бортов к центру. Этот пласт обладает высокой пористостью (в среднем $22,07\%$), повсеместно насыщен погребенными рассолами. Залегает он на водоупорных породах, в основном на гипсово-карбонатных илах с верхнехвалынской фауной, а в береговой полосе — непосредственно на глинах бакинских, олигоценых или делювиальных.

Третий погребенный соляной пласт прослежен от Кургузульской бухты вдоль северо-западного берега Сартасского залива до Чагалы и вдоль восточного берега до Ходжа-су, где он находится на расстоянии 30 км от берегового поверхностного пласта соли, в среднем на глубине 16 м . Мощность пласта, по данным разведочных скважин, доходит до $11,5 \text{ м}$ при средней мощности $3,81 \text{ м}$. Этот пласт залегает более изолированно, чем второй, и на значительно большем удалении от древнего, коренного берега Кара-Богаз-Гола.

Пласт складывается галитом, глауберитом и в подошве — астраханитом с галитом. В верхней части пласта наблюдается переслаивание соляных разностей гипсово-карбонатными илами.

Пористость соляных разностей третьего пласта (по средневзвешенным данным) значительно ниже пористости второго пласта и соответственно равна $25,74\%$ для галита и $15,7\%$ — для глауберита. Пласт подстилается гипсово-карбонатными илами и песчаниками с обильным включением нижнехвалынской фауны.

Четвертый соляной пласт залегает под илами, подстилающими третий соляной пласт. Этот соляной пласт пока вскрыт только несколькими разведочными скважинами Карабогазской партии ВНИИГ.

Плоскость солей и пористость ила	Плоскость ила	Литологический разрез	Мощность в м
I горизонт	1	+++++	1,10
	2	-----	3,4
	3	-----	1,10
II пласт		+++++	1,70
		-----	1,30
	4	+++++	3,30
		-----	2,10
III горизонт	5	-----	1,30
	6	-----	3,30
IV пласт	7	-----	1,00
		-----	3,20
		+++++	3,20
V горизонт	8	-----	2,00
VI пласт	9	+++++	3,30
		+++++	1,50
VII горизонт	10	-----	2,00

Рис. 2. Литологическая колонка донных соляных отложений и иловых горизонтов залива Кара-Богаз-Гол (составлена по материалам Карабогазской партии ВНИИГ).

Условные обозначения:

1 — соли смешанные — галит, эпсомит, астраханит, I пласта солей и межкристалльных рассолов; 2 — илы темно-серые гипсово-карбонатные плотные с новонаспайской фауной, I горизонта илов; 3 — песок серовато-белый загипсованный мелкозернистый, с новонаспайской фауной, I горизонта илов; 4 — галит белый крупнокристаллический и глауберит зеленовато-белый, II пласта солей и погребенных межкристалльных рассолов; 5 — песок светло-серый гипсовый мелкозернистый, II горизонта илов; 6 — илы темно-серые гипсово-карбонатные, очень плотные, II горизонта илов; 7 — галит белый крупнокристаллический, пористый и глауберит сильно намерзший, III пласта солей и погребенных межкристалльных рассолов; 8 — илы муцистые с мелкозер-

Четвертый соляной пласт залегает под илами, подстилающими третий соляной пласт. Этот соляной пласт пока вскрыт только несколькими разведочными скважинами Карабогазской партии ВНИИГ.

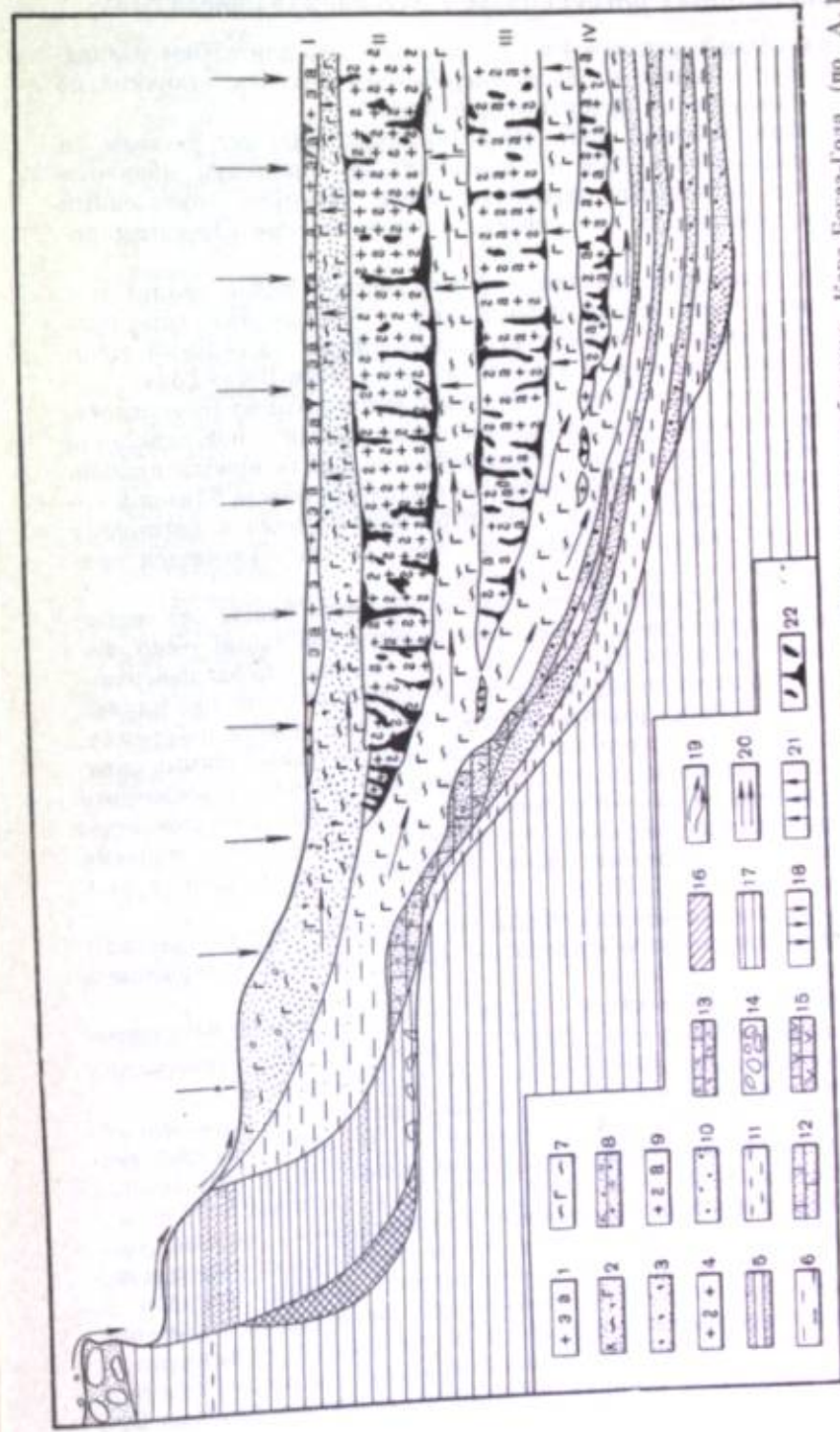


Рис. 3. Схема формирования погребенных рассолов дольных соляных отложений на северном побережье Кара-Богаз-Гола (по А. Н. Давидовскому и Л. В. Елюсковой)

1 — соль смешанная I соляного пласта (галит, висомит, астраханит); 2 — или гипсово-карбонатные с раковинами *Sarclium edule*; 3 — песок серый и желтый с раковинами *Sarclium edule*; 4 — соль смешанная (галит, глауберит) II соляного пласта; 5 — глина серая с прослоями песка, карбонатная с фауной; 6 — сульфиды с фауной; 7 — или гипсово-карбонатные плотные, без фауны; 8 — соль смешанная (галит, глауберит, астраханит) III соляного пласта; 9 — песок с галькой, с включениями фауны; 10 — песок мелкотерристый, с фауной; 11 — глина слабослабокарбонатная, с фауной; 12 — песчаник с фауной; 13 — песчаник с галькой; 14 — конгломерат; 15 — песчаник древних погребенных береговых террас; 16 — глина погребенных береговых террас; 17 — глина карбонатная; 18 — атмосферные осадки; 19 — вода поверхностного стока; 20 — вода подземного стока; 21 — рассолы микрокристаллические погребенных соляных пластов и рассолы пластовые погребенные; 22 — наросты на вершине в долинах соляных пластов (I—IV)

В первый период растворению подверглась галитовая часть второго соляного пласта. По мере выщелачивания ненасыщенными рассолами галита граница распространения последнего отступала все дальше от краевой черты второго соляного пласта. Ширина полосы, в пределах которой второй соляной пласт был сложен только глауберитом, из года в год увеличивалась. Ненасыщенные рассолы, растворяя галит, обогащались NaCl и постепенно оттесняли межкристальную рапу второго пласта, отчасти перемешиваясь с ней.

Повышенное содержание сульфата в погребенных рассолах соляных пластов можно объяснить ранним отжиманием (диагенезом) сульфатных растворов из слоев, подстилающих соляной пласт, и метаморфизацией их.

Выше мы рассмотрели несколько возможных вариантов формирования химического состава рассолов погребенных соляных пластов, отличных от современной поверхностной рапы. Все они достаточно убедительно объясняют различие химического состава и обогащение их ионом SO_4^{2-} .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Для дальнейшего развития сульфатной промышленности особо важное значение приобретает вопрос об использовании в достаточной степени изученных и практически неограниченных запасов: 1) верхнего соляного пласта смешанных солей Кара-Богаз-Гола, образовавшегося в 1939 г. и представляющего собой различные сочетания сульфатных минералов: астраханита ($Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$), эпсомита ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) и галита (NaCl); 2) погребенных сульфатных рассолов донных соляных отложений.

2. Поверхностный пласт смешанной соли Кара-Богаз-Гола является уникальным соляным месторождением как по характеру залегания и по величине запасов, так и по химическому составу.

Средневзвешенный состав солей Кургузульской бухты Кара-Богаз-Гола характеризуется следующими данными (вес, %):

$CaSO_4$	0,7
$MgSO_4$	20,5
Na_2SO_4	4,2
NaCl	58,0
<hr/>	
Сумма солей	83,4
Нерастворимый остаток . . .	Следы
H_2O	16,6

В настоящее время погребенные рассолы уже используются в бассейновом хозяйстве комбината как новый вид сульфатного сырья Кара-Богаз-Гола.

3. Карабогазской геолого-разведочной партией за время с 1951 по 1955 г. проведена в трудных условиях большая исследовательская работа. В результате было установлено следующее.

а) Межкристальные рассолы 2-го и 3-го погребенных соляных горизонтов по химическому составу относятся к сульфатно-хлоридному типу с суммой солей 27—29% и с пределом выхода мирабилита из 1 м³ (при охлаждении до 0° равным 105 кг).

б) Высокая рассолоотдача 2-го погребенного соляного горизонта (до 750 м³/час), относительное постоянство температуры, удельного веса

и химического состава и большие запасы рассолов позволяют расценивать эти рассолы как новый и перспективный вид сырья для получения сульфата натрия.

в) Опытно-промышленная эксплуатация межкристальных рассолов, проведенная в 1953—1955 гг. при производительности отдельных скважин до 500 м³/час, подтвердила практическую возможность добычи и использования этих рассолов в качестве нового вида сульфатного сырья.

г) Полученный материал позволил установить генезис месторождения и произвести подсчет запасов погребенных межкристальных рассолов.

4. В условиях падения уровня Каспийского моря и возможного естественного отшнурования от него залива Кара-Богаз-Гол желателен сохранить и поверхностную рапу Кара-Богаз-Гола как ценное химическое сырье.

5. Поверхностные рассолы залива Кара-Богаз-Гол могут быть использованы в качестве химического сырья для комплексного получения целого ряда промышленных солей и рассеянных в них элементов.

6. Учитывая данные прогноза о неуклонном падении уровня Каспийского моря и связанных с этим прогрессирующего обсыхания Кара-Богаз-Гола, интенсивного изменения гидрологического и гидрохимического режимов и формирования донных соляных отложений залива, необходимо продолжить и усилить комплексное изучение залива в следующих направлениях:

а) гидрогеологический и гидрохимический режимы поверхностной рапы и погребенных межкристальных рассолов соляных пластов и поверхностных соляных отложений в условиях постепенного отшнуровывания Кара-Богаз-Гола от Каспийского моря;

б) стационарные гидрохимические наблюдения за прибрежной рапой по всей периферии Кара-Богаз-Гола в многолетнем цикле, начатые Карабогазской геолого-разведочной партией в 1948 г.;

в) производство режимных наблюдений над межкристальными погребенными рассолами и вмещающими их соляными и иловыми отложениями одновременно с промышленной эксплуатацией рассолов.

7. Если в проливе будет возведена плотина, то в ней необходимо установить шлюз для возможности регулируемой подачи небольшого количества каспийской воды в район, прилегающий к проливу, надобность в которой может возникнуть в дальнейшем для сохранения поверхностной рапы постоянного состава.

О. Д. Кашкаров
ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА
ЗАЛИВА КАРА-БОГАЗ-ГОЛ
В УСЛОВИЯХ ОТШНУРОВАНИЯ ЕГО
ОТ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Вопрос о направленности процессов, протекающих в заливе Кара-Богаз-Гол, является одним из частных вопросов теории соляных озер, которые можно разделить на три группы: I — озеро питается за счет местного стока; количество воды, теряемой в испарительный сезон, относительно незначительно по сравнению с количеством воды, находящимся в озере (оз. Кучук); II — озеро питается за счет местного стока; количество воды, теряемой в период испарения, относительно велико по сравнению с количеством воды, находящейся в озере (оз. Эльтон); III — озеро не получает воды за счет местного стока, водное питание поступает извне посредством постоянно или периодически действующего источника (Кара-Богаз-Гол).

Для соляных озер всех трех групп подмечена следующая закономерность: путь кристаллизации озерного рассола при летнем испарении занимает всегда одно и то же местоположение на диаграмме Йенеке и является характерным для данного озера.

В течение сезона испарения запас воды в озере I группы претерпевает незначительные относительные изменения; ход процессов в начале испарительного периода определяется состоянием озера.

Началом испарительного периода для типичного представителя I группы (оз. Кучук) можно считать 1 мая. Это позволяет считать, что 1 мая составы озерных рассолов определяют составы озерных рассолов в течение всего испарительного сезона.

Таблица 1
Содержание Cl' в рапе оз. Кучук, вес. %

1 мая	9,7	11,4	12,3	12,5	13,2	14,3
15 августа . .	10,4	12,0	12,3	12,5	12,9	13,2

В табл. 1 сопоставлены средние концентрации Cl' в рапе на 1 мая и на 15 августа, вычисленные на основании двадцатилетних наблюдений. По табличным данным построен график связи (рис. 1).

Пользуясь указанным графиком, определяем концентрации Cl' в рапе озера и сопоставляем их с данными наблюдений, приведенными в табл. 2.

Таблица 2

Содержание Cl' в рапе оз. Кучук, вес. % на 15 августа разных лет

Годы	Найдено	Вычислено	Годы	Найдено	Вычислено
1931	10,4	10,4	1941	12,6	13,1
1932	11,4	11,5	1942	11,8	11,2
1933	12,4	12,4	1943	12,7	13,2
1934	11,8	12,4	1944	13,7	13,2
1935	12,6	12,3	1945	13,6	12,5
1936	13,2	13,1	1946	12,8	12,5
1937	12,5	12,5	1947	11,9	12,4
1938	11,9	12,9	1948	12,6	12,3
1939	12,2	12,2	1949	12,3	12,3
1940	13,3	12,9	1950	12,2	11,8

Следовательно, зная содержание Cl' в рапе оз. Кучук на 1 мая, мы можем указать содержание Cl' и на 15 августа того же года.

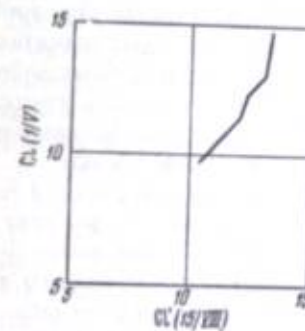


Рис. 1. Содержание Cl' в рапе оз. Кучук (вес. %)

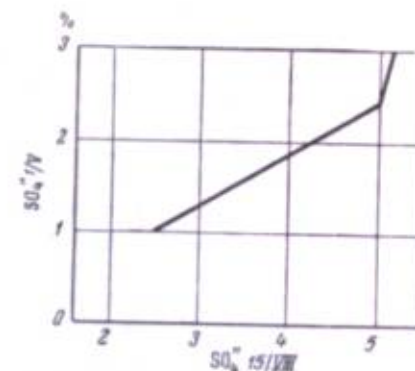


Рис. 2. Содержание SO_4'' в рапе оз. Кучук (вес. %)

Обработка табличных данных показывает, что средняя квадратичная ошибка предвычисления равна $\pm 2,7\%$ при максимальных отклонениях $+5,6\%$ и $-7,8\%$ относительно вычисленной величины.

Аналогичным образом получены данные для построения графика связи содержания SO_4'' 1 мая и 15 августа (табл. 3 и рис. 2).

Таблица 3
Содержание SO_4'' в рапе оз. Кучук, вес. %

1 мая	1,1	1,8	2,1	2,4	2,8
15 августа . . .	2,7	3,9	4,5	5,0	5,1

Найденные и вычисленные величины сопоставлены в табл. 4.

Таблица 4

Содержание SO_4^{2-} в рапе оз. Кучук, вес. % на 15 августа разных лет

Годы	Найдено	Вычислено	Годы	Найдено	Вычислено
1931	2,9	2,5	1941	5,0	5,2
1932	3,6	2,9	1942	4,8	5,1
1933	2,6	2,9	1943	4,7	4,5
1934	3,9	3,9	1944	5,4	5,0
1935	4,3	3,9	1945	5,3	5,1
1936	4,6	4,5	1946	5,3	5,1
1937	4,1	4,5	1947	4,9	5,0
1938	4,3	4,7	1948	4,3	4,8
1939	3,6	3,5	1949	5,2	5,1
1940	5,3	5,0	1950	4,8	4,5

На основании табличных данных определяем среднюю квадратичную ошибку отдельного предвычисления $\pm 9,2\%$ при максимальных отклонениях $-11,5\%$ и $+24,0\%$ относительно вычисленной величины.

Предвычисление состава рапы озер II группы значительно осложняется тем, что вследствие малой глубины водоема дожди вызывают значительное разбавление рапы. По этой причине графики связи для подобных водоемов следует строить по крайней мере для трех сезонов: с малым, средним и большим количеством осадков, а для предвычисления необходимо иметь прогноз количества осадков в течение испарительного сезона.

Для озер III группы условия испарения с водной поверхности можно считать одними и теми же для различных лет. Следовательно, зная площадь водоема и поступление в него воды из источника, питаемого за пределами области местного стока, можно определить количество воды, находящейся в водоеме и, следовательно, фигуративную точку состава рапы на диаграмме Йенеке. Для этого мы должны иметь в своем распоряжении прогноз расходов в источнике питания, знать состав озерной рапы в некоторую исходную дату и определить зависимость между составом рапы и зеркалом испарения, а также составом рапы и ее объемом.

В залив Кара-Богаз-Гол поступает вода Каспийского моря, но количество вносимых ею солей относительно невелико по сравнению с запасом солей в заливе.

За десятилетний период из моря в залив поступает количество солей, не превышающее 3% солей, находящихся в заливе. Таким образом, поступлением солей за периоды длительностью до десяти лет можно пренебречь и считать количество солей в заливе постоянным.

Часть этих солей находится в твердой фазе (донные соляные отложения), а другая часть содержится в растворе, изменения которого в летний период происходят таким образом, что фигуративная точка состава рапы находится на пути кристаллизации, занимающем определенное положение на диаграмме Йенеке. На рис. 3 точки A, B, C и D отображают составы карабогазской поверхностной рапы в различные периоды летнего испарения на основной и водной проекциях диаграммы Йенеке, построенных на основании гидрохимических наблюдений. При этом на пути AB

в твердую фазу выпадает хлористый натрий, на пути BC — смесь хлористого натрия с астраханитом ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), а на пути CD — смесь хлористого натрия с сакинитом ($\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

Применяя методы расчета по диаграмме, можно рассчитать количество рапы и твердых солей, получаемых при летнем испарении исходного раствора A до какого-либо другого состава, отображенного точкой на диаграмме. В нашем случае точка A отображает состав рапы в сентябре 1938 г., когда все соли были в растворе, а количество рапы в заливе нам известно.

Из постоянства пути кристаллизации на диаграмме следует, что местоположение изобразительной точки состава определяется на ней однозначно, следовательно, для этого достаточно знать значение одной какой-либо координаты, обычно называемой индексом. В данном конкретном случае мы выбираем Mg^{++} .

Так как определенному количеству рапы и твердых отложений соответствует определенная поверхность залива, то путем расчетов по диаграмме мы можем составить графики связи индекса Mg^{++} — количество рапы в заливе и индекса Mg^{++} — поверхность залива, пользуясь графиками связи: уровень — поверхность — объем залива, построенными нами по данным Я. Б. Блюмберга.

Но индекс Mg^{++} однозначно связан с количеством воды в заливе, поскольку речь идет о постоянном количестве солей и насыщенных растворах, состав которых определяется однозначно. Следовательно, в дальнейшем мы можем при помощи графика, изображенного на рис. 4, индекс Mg^{++} заменить на графиках количеством воды в заливе. Индекс Mg^{++} можно заменить также отношением упругости пара раствора к упругости пара воды при той же температуре, что также является независимой переменной, однозначно определяющей местоположение точки на диаграмме Йенеке в случае определенного пути кристаллизации.

Определенной упругости пара раствора при определенной поверхности залива соответствует определенное испарение с поверхности залива, которое мы рассчитываем по методу теплового баланса.

Заменяя значения упругости пара количеством воды в заливе, мы приходим к графику связи: количество воды в заливе — испарение с поверхности залива, которое мы обозначаем символом E.

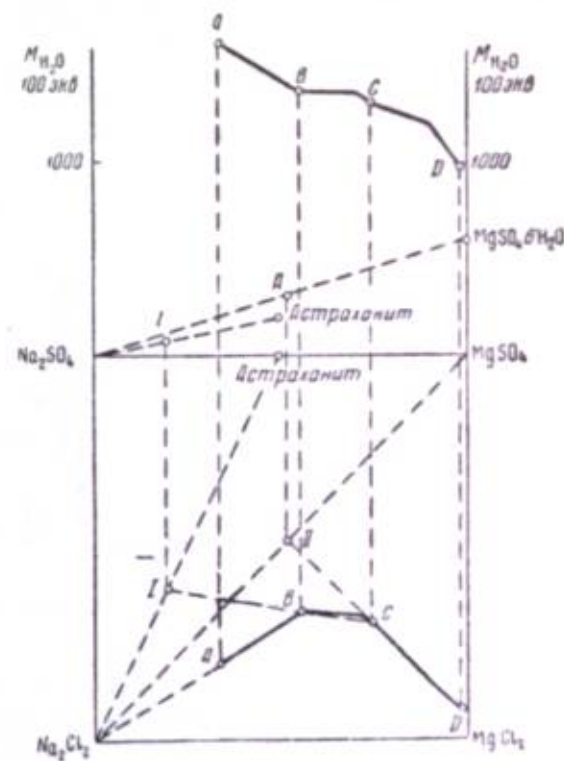


Рис. 3. Составы рапы залива Кара-Богаз-Гол на диаграмме Йенеке

Поскольку количество воды в заливе определенным образом связано с его объемом и уровнем, то зная уровень Каспийского моря, можем найти разницу уровня моря и залива.

Нами установлено, что количество морской воды, поступающей из моря в Кара-Богаз-Гол через пролив, соответствует эмпирической формуле

$$Q = \left(\frac{H+a}{b}\right)^2 \sqrt{H-H_1}, \quad (1)$$

где Q — расход в проливе;
 H — уровень Каспийского моря;
 H_1 — уровень залива Кара-Богаз-Гол;
 a и b — постоянные.

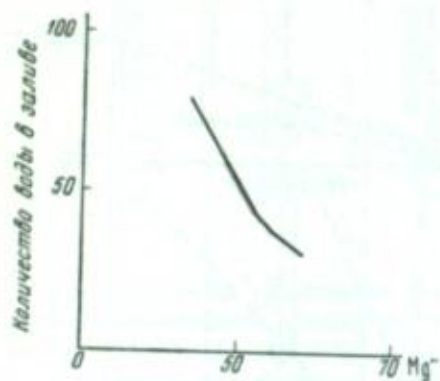


Рис. 4. График связи Mg'' — количество воды в заливе

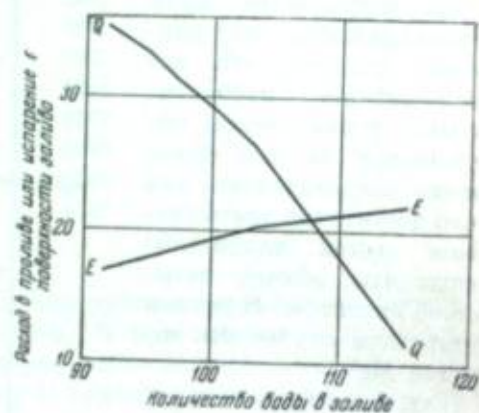


Рис. 5. Совмещенный график связи

Отсюда мы получаем возможность построить график связи: количества воды в заливе — расходы в проливе при известном уровне Каспийского моря. На рис. 5 он совмещен с графиком связи: количество воды в заливе — испарение с его поверхности. На нем символами $Q-Q$ обозначена кривая расходов, а символами $E-E$ — кривая испарения.

Снимаем с рис. 5 соответствующие значения количества воды, обозначаемые символом W_1 , расходов в проливе Q и испарения E_1 .

Допустим, что в конце некоторого периода в заливе было W_0 воды. Тогда значению W_1 соответствуют значения $W_0 - W_1$ и $Q_1 - E_1$. Затем снимаем с графика второй ряд значений количества воды (W_2) расходов в проливе (Q_2) и испарения (E_2) и получаем значения $W_0 - W_2$ и $Q_2 - E_2$; этот прием повторяем еще несколько раз.

Очевидно, значения W_n , Q_n и E_n будут соответствовать количеству воды в начале рассматриваемого периода, а также расходам в проливе и испарению в течение этого периода. При этом расход в проливе Q отвечает случаю, когда

$$(W_0 - W_n) = (Q_n - E_n). \quad (2)$$

Таким образом, построив совмещенный график связи $Q_n - (Q_n - E_n)$ и $Q_n - (W_0 - W_n)$, мы определим расход в проливе как координату точки пересечения двух кривых: $W_0 - W_n$ и $Q_n - E_n$ (рис. 6).

По найденным значениям Q узнаем количество воды в заливе, пользуясь рис. 5, а затем при помощи рис. 4 находим индекс Mg'' и, используя рис. 3, состав рапы залива.

Описанный способ, без дополнений, пригоден только для периода 1938—1948 гг.; применение же его к дальнейшим периодам требует соответствующего изменения графиков с учетом изменения количества солей в заливе.

Не останавливаясь на технике их осуществления, приведем данные по предвычислениям состава рапы в Кургузульской бухте, выполненным по указанному методу на лето 1947 г. (табл. 5).

Таблица 5

		Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
Mg''	Вычислено	50,6	53,6	62,4	62,4	57,5
	Найдено	50,1	53,0	55,0	60,9	57,8

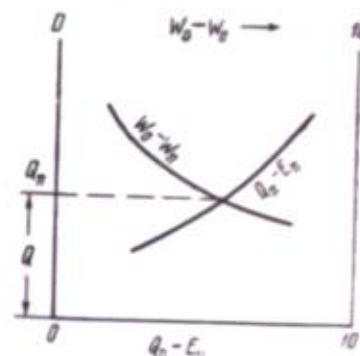


Рис. 6. График для расчета расходов в проливе

В данном случае было принято, что состав рапы Кургузульской бухты совпадает со средним составом рапы по заливу в целом.

Указанный метод является также и методом предвычисления расходов в проливе. Действительно, годовые расходы, вычисленные за 18 лет, отличались от наблюдаемых в пределах от $-19,0$ до $+14,4$ относительных процента, а вычисленная сумма расходов отличалась от наблюдаемой на 2,4%.

Изложенный метод позволяет также вычислить состав при регулировании расходов в проливе в тех или иных пределах.

И. П. Булавин

КОЛЕБАНИЕ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ
И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РАЗРАБОТКУ
МОРСКИХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В отдельных районах Апшеронского полуострова нефть добывают уже многие десятилетия. Учитывая многопластовость нефтяных месторождений районов Азербайджана, возможно, что разработка морских месторождений будет продолжаться не менее 30—40 лет. Однако в связи с падением уровня Каспия встают большие вопросы, которые необходимо учесть при разработке морских нефтяных месторождений. К их числу относятся защита металла морских сооружений от коррозии; строительство морских оснований; судоходство в целях обеспечения морских нефтепромыслов необходимыми материалами, инструментом и оборудованием.

При строительстве всех морских нефтепромысловых сооружений используется сталь различных марок. Стальные конструкции, соприкасающиеся с морской водой, подвергаются значительной коррозии. По размерам коррозии морских нефтепромысловых сооружений различают четыре зоны.

Первой и наиболее опасной является зона периодического смачивания и высыхания, где размеры коррозии достигают 0,4—0,6 мм/год. Сюда относятся металлические опоры эстакад и ноги индивидуальных оснований, поперечные и продольные связи опор эстакад. Эти элементы конструкций являются основными: на них, как на фундаменте, покоятся все сооружения. В эксплуатационных условиях как ноги индивидуальных оснований, так и опорные сваи эстакадных сооружений подвергаются действию вертикальных и горизонтальных нагрузок. Величина первых весьма значительна. Горизонтальные нагрузки определяются силой удара воли, навалом ледяного поля и интенсивностью ветров; они также могут достигать значительных размеров. Особенно серьезную опасность для сооружений представляет появление ледяных полей в районе морских промыслов.

Эти нагрузки могут носить динамический характер, вследствие чего в металле опор появляются переменные напряжения, действие которых и коррозирующей среды может вызвать в металле коррозионно-усталостные явления. В таких условиях разрушение стали может происходить и при значительно меньшем напряжении по сравнению с нормальными условиями работы. В наиболее тяжелых условиях находятся опоры морских сооружений. Зона наибольшей коррозии распространяется на высоту 0,5—2,0 м от спокойного уровня моря.

Второй зоной, менее опасной в коррозионном отношении, является подводная часть сооружения, где коррозия может достигать 0,10—

0,15 мм/год. Это касается опор, продольных и поперечных связей эстакад, распорок индивидуальных оснований.

В третьей зоне, расположенной выше 2,0—2,5 м над уровнем моря, находятся пролетные строения, ригели и фермы, оборудование и строения нефтепромысла. Здесь металл подвергается действию морской атмосферы. Коррозия достигает 0,03—0,06 мм/год.

Наконец, четвертой зоной является зона морского грунта, куда заделываются опоры морских сооружений. Здесь коррозия составляет 0,01—0,03 мм. Практически в морском грунте коррозии почти нет.

Вследствие падения уровня элементы конструкции, находящиеся под водой, оголяются и оказываются в зоне наибольшей коррозии, что вызывает необходимость организации защиты оголенной части, которая, находясь под водой, успешно могла бы быть защищена катодной защитой, что практически прекращает коррозию подводной части сооружения. В частности, не исключена возможность расположения горизонтальных связей под водой на небольшом расстоянии от спокойного уровня моря. Однако падение уровня может привести к тому, что подводная связь оголится и попадет в зону наибольшей коррозии.

Защитные рубашки устанавливались под водой на 4 м, а над водой — 2 м. После получения точного прогноза о падении уровня стало возможным сократить длину подводной части рубашки на 2 м и правильно решить конструктивные вопросы, связанные с расположением различных конструктивных элементов морского нефтепромыслового сооружения.

Известно несколько способов разработки морских нефтяных месторождений. В настоящее время широко применяются два способа: эстакадный и при помощи отдельных оснований островного типа.

При разработке морского нефтяного месторождения с эстакад все работы, связанные со строительством сооружения и бурением скважин, добычей, хранением и транспортированием нефти, производятся непосредственно с эстакады и не зависят от работы морского транспорта. Поэтому при разработке морского нефтяного месторождения эстакадным способом падение уровня не оказывает какого-либо влияния на организацию работы. Иначе обстоит дело при ведении работ с индивидуальных оснований. При значительном падении уровня многие акватории могут обмелеть до такой степени, что вообще будет исключена возможность производства работ с применением плавучих средств. В результате строительство оснований на таких акваториях становится почти невозможным или бывает сопряжено с большими трудностями. Кроме того, производство работ на индивидуальных основаниях требует бесперебойного снабжения рабочей площадки всеми необходимыми материалами и оборудованием на все периоды жизни скважины. А между тем значительное падение уровня может привести к обмелению и, следовательно, к затруднению нормального судоходства. В таких случаях для обеспечения бесперебойного снабжения морских оснований и обслуживания скважин приходится сооружать дорогостоящие подъездные пути.

Значительное падение уровня расстраивает нормальное судоходство: движение плавучих средств может осуществляться не по определенным фарватерам, а в зависимости от условий работы промысла (строительства подводных трубопроводов, доставки громоздкого, тяжелого оборудования и др.). В этом случае падение уровня может привести к обмелению определенных участков и сильно затруднить снабжение объектов морского промысла.

Азербайджанская нефтяная промышленность, в том числе и морские нефтепромыслы, является крупнейшим потребителем морской воды.

которая используется для технических нужд и вторичных методов добычи нефти. Изменение же уровня моря может привести к необходимости реконструкции всех морских водозаборов, что также потребует значительных капиталовложений.

Таким образом, падение уровня — нежелательное явление, могущее наносить значительный ущерб морским нефтепромыслам с их огромным нефтепромысловым хозяйством.

На основании всего изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Обеспечение нормальной, бесперебойной работы нефтепромыслов с их разнообразным хозяйством требует сохранения существующего уровня Каспийского моря и даже незначительного его поднятия.

2. Для правильного проектирования морских нефтепромыслов и насосных станций и решения конструктивных вопросов необходимо иметь точный прогноз стояния уровня Каспийского моря как на ближайшее время, так и на более длительный период.

В. Д. Поляков, Г. Г. Уразов

СОЛЯНОЕ КОМПЛЕКСНОЕ СУЛЬФАТНО-ХЛОРИДНОЕ СЫРЬЕ ЗАЛИВА КАРА-БОГАЗ-ГОЛ

Залив Кара-Богаз-Гол существует за счет воды Каспийского моря, поступающей через Карабогазский пролив. Сохранились местные, туркменские, названия залива: Аджи-Коусар — «Горький колодец» и Гоули-Дарья, что означает «Раб моря». Даже в названии народная мудрость отметила зависимость залива от моря.

Первые физико-химические исследования залива Кара-Богаз-Гол в 1897 г. были проведены химиком А. А. Лебединцевым в экспедиции Н. Б. Шиндлера.

Данными анализа карабогазского рассола в заливе близ Кургузула (от 5 апреля 1922 г.) при глубине его 8,58 м определен следующий состав солей: NaCl = 13,31%; Na₂SO₄ = 4,57%; MgCl₂ = 5,86%; KCl = 0,36%; сумма солей — 24,10%. Удельный вес рассола — 1,176. Эти данные по солевому составу были получены при расчете полного обмена во взаимной реакции между



В 1922 г. площадь залива равнялась 18 346 км². Средняя глубина его без большой погрешности может быть принята равной 7 м. На основе этих данных объем наземного рассола в заливе составит $18,346 \times 0,007 = 128\,422$ км³, а вес содержащихся в рассоле солей $\frac{128,4 \times 1,176 \times 24,10}{100} \approx 36,5 \times 10^9$ т.

При расчете на мирабилит получается $\approx 15,3 \times 10^9$ т. Количество содержащегося в рассолах залива хлористого калия определится для средней глубины залива 7 м в ≈ 543 млн. т.

Имея средние данные анализов из 147 образцов рассола (1947 г.), при аналогичном расчете этих данных на полный обмен между NaCl и MgSO₄ получаем следующий солевой состав рассола: NaCl = 5,76%; Na₂SO₄ = 9,24%; MgCl₂ = 10,80%; KCl = 0,76%; карбонатов и гидрокарбонатов кальция и магния — 0,1%; сумма солей — 26,56%. Удельный вес рассола — 1,246. Средняя глубина залива в 1947 г. принята равной 3 м, площадь залива 15–16 тыс. км².

В январе 1956 г. (с 22 по 28 января) на мотоботе им. акад. Н. С. Курнакова был совершен длительный рейс по заливу Кара-Богаз-Гол по разработанной сетке створов с 49 станциями (рис. 1). Было отобрано около 150 образцов в жидкой и твердой фазах. Наблюдениями было установлено, что максимальная глубина расположена вдоль Карабогазских

кос в зоне интенсивного смешения и не превышает 3,5 м. Среднюю глубину залива можно без большой погрешности принять равной 2 м, а акваторию залива — не более 12—13 тыс. км².

По средним данным анализов за летний период 1955 г. при пересечении залива от устья пролива до мыса Кулан-Гурлан, рассчитанным на полный обмен в реакции NaCl с MgSO_4 , установлен следующий солевой состав рассола: $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 9,78\%$; $\text{MgCl}_2 = 13,76\%$; $\text{NaCl} = 4,95\%$; $\text{KCl} = 0,83\%$; сумма солей — 29,33%. Удельный вес рассола — 1,261.

Из рассола 1922 г. более $\frac{3}{4}$ солей перешло к 1947 г. в осадок (21,6 млрд. т) и 3,6 млрд. т из рассола 1922 г. залива Кара-Богаз-Гол к 1947 г. выпало в осадок в виде мирабилита, сульфата магния, астраханита и тенардита. Большая часть этих солей, оказавшись на обнаженной

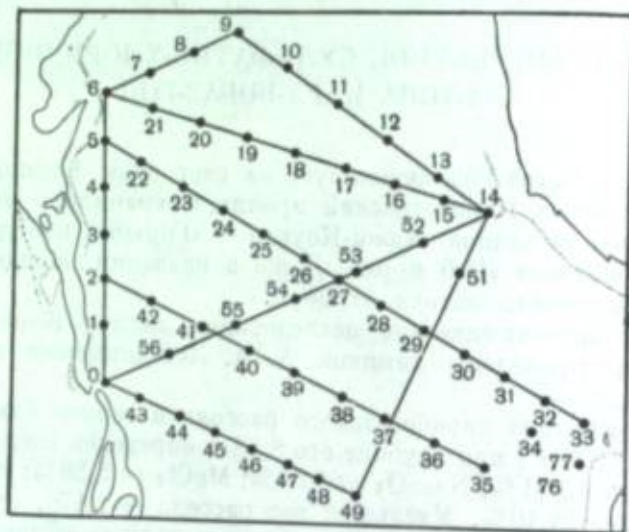


Рис. 1. Сетка створов с 49 станциями (в заливе Кара-Богаз-Гол)

поверхности высыхающего залива, была подвержена интенсивным процессам выветривания.

В 1955—1956 гг. в рассоле залива осталось всего около 9 млрд. т солей, что в пересчете на мирабилит составляет 6—7 млрд. т.

Из 543 млн. т хлористого калия, содержащихся в рассолах в 1922 г., к 1956 г. осталась половина. Объем рассола сократился в 5 раз. Казалось бы, и концентрация хлористого калия должна была увеличиться во столько же раз, но она увеличилась всего лишь вдвое. Ионы калия в настоящее время не накапливаются в рассоле, а рассеиваются.

Поставленный нами еще в 1947 г. вопрос о калиенности солевого месторождения Кара-Богаз-Гол, а нашими предшественниками (Н. С. Курнаковым, В. П. Николаевым и В. С. Егоровым)—о комплексном использовании солевых богатств залива приобретает в настоящее время наибольшую остроту и практическую ценность. Иначе процессы выветривания и миграции калия и некоторых других элементов при прогрессирующем снижении стока каспийской воды в залив могут погубить это ценнейшее месторождение. Поэтому сохранение хотя бы существующего стока каспийской воды в залив, равного 8—10 км³, является неотложной задачей химической промышленности СССР.

ДОННЫЕ СОЛЯНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ В ЗАЛИВЕ КАРА-БОГАЗ-ГОЛ

В настоящее время донные соляные отложения в обнаженном виде и под рассолом залива занимают более двух третей его площади. Северо-западная часть залива покрыта донными соляными отложениями. Обнаженные соляные прибрежные пространства также занимают большую площадь, особенно в северной и восточной частях залива. Такие соляные отложения, обнажившиеся при усыхании залива, тянутся широкой полосой вдоль всего северного побережья, начиная от Кургузульской бухты до промысла Чагала, мыса Ляине, Кулан-Гурлан и далее, постепенно переходя (к косе Янги-су) во все более тонкий слой.

«Выбросы» мирабилита были исследованы нами с 18 января по 5 февраля 1956 г. Вначале это были небольшие тонкие полосы выброшенных довольно крупных кристаллов мирабилита желтоватого цвета. Затем полосы увеличивались в ширину до 5—10 м и по мощности до 30—50 см. Протяженность этих «выбросов» была прослежена от устья Карабогазского пролива (Южная коса) до мыса Умчал.

Во всех донных отложениях качественным анализом был обнаружен стронций. Есть полное основание для извлечения ряда ценных солей калия, стронция и др. из маточных рассолов заводского сульфатного производства натрия и магния.

В процессе испарения рассолов залива (1947—1948 гг.) до эвтоники содержание брома и некоторых других элементов увеличивается.

ИЛЫ ЗАЛИВА КАРА-БОГАЗ-ГОЛ

Методом спектрального анализа в лаборатории проф. С. А. Боровика (Геологический институт им. М. В. Ломоносова АН СССР) в илах были найдены следующие элементы: $\text{Be} = 5 \times 10^{-4}\%$; $\text{Cu} = 2 \times 10^{-4} - 3 \times 10^{-2}\%$; $\text{Cr} = 5 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-2}\%$; $\text{Ba} = 5 \times 10^{-2} - 3 \times 10^{-2}\%$; $\text{Mn} = 1 \times 10^{-2} - 2 \times 10^{-2}\%$. Отмечены очень сильные линии Na, Sr, Ca, Al, Mg и Fe, средние и слабые для K и Ti. Химический анализ илов полностью подтвердил эти определения.

ПЕНООБРАЗОВАНИЕ В ЗАЛИВЕ КАРА-БОГАЗ-ГОЛ

Наиболее интенсивно процесс пенообразования проявляется на границе смешения каспийской воды с рассолами залива, концентрация которых в настоящее время колеблется в основном от 27% у пролива до 31% на севере, востоке и юге залива; в зоне интенсивного смешения каспийской воды с рассолами залива концентрация рассола на глубине 0,5—2,8 м в спокойную погоду равна 29—30%. В ближайшее время в связи с уменьшением стока каспийской воды до 5—6 км³ почти вся акватория залива, вероятно, покроется донным слоем галита (NaCl). Препятствует этому, по-видимому, проникающая через карабогазские косы каспийская вода, так как поваренная соль должна выпадать из рассолов залива с концентрацией уже 28,7%.

Пена образуется в виде сплошных полос (рис. 2), которые постепенно собираются в длинные высокие валы, иногда расположенные перпендикулярно один к другому.

Образец осадка от разрушенной пены был направлен на спектральный анализ в Геологический институт АН СССР С. А. Боровику, который определил содержание в осадке $\text{Cu} = 2 \times 10^{-2}\%$; $\text{Cr} = 5 \times 10^{-4}\%$; $\text{Ba} = 2 \times 10^{-1}\%$; $\text{Mn} = 3 \times 10^{-2}\%$.

Очень сильные линии дали следующие элементы: стронций, натрий, магний и кремний, сильные линии — калий, железо и алюминий, выше средних — кальций, слабые — бор и титан.

Кроме того, был подвергнут спектральному анализу и коллоидный раствор (до перегонки), который в течение 2 мес. не разрушался и не давал заметного осадка. Этот раствор был выпарен и высушен. В осадке



Рис. 2. Полоса пены

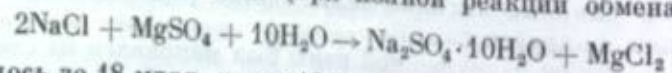
были обнаружены в качестве основных составных частей Mg^{++} , Na^+ и K^+ ; стронций и кальций составили около 0,1%, марганец — 0,08%, Al^{+++} , Si^{++} , Fe^{+++} — примерно 0,01%; совершенно отчетливо обнаружено 0,0001% серебра. Был подвергнут спектральному анализу осадок, образовавшийся после трехлетнего стояния рассола «нулевой станции». В осадке были найдены: Na — целые проценты; Mg — целые проценты; Al = 0,01%; Si = 0,5%; K = целые проценты; Ca = 0,1%; Ti = 0,005%; Cr = > 0,01%; Mn = 0,01%; Fe = 0,5 до 1%; Ni = 0,005%; Cu = 0,001%; Zn = 0,005%; Sr = 0,5%; Sn = 0,001%; Ba = 0,5%; Ag = 0,001%; Au = 0,00005%.

Калий концентрируется как в илах, пене, так и в коллоидном устойчивом рассоле залива.

Пена и продукты ее распада, по-видимому, могут быть использованы в медицине.

Выводы

1. В 1922 г. в рассоле залива Кара-Богаз-Гол содержалось до 40 млрд. т солей; мирабилита (при полной реакции обмена)



насчитывалось до 18 млрд. т, а к 1947 г. мирабилита в рассоле оставалось около 12 млрд. т. К 1956 г. содержание сульфатных солей (при пересчете на мирабилит) снизилось до 9 млрд. т. Таким образом, половина суль-

фатного иона удалилась из рассола залива в донные отложения в виде мирабилита, астраханита, глауберита и тенардита. Перечисленные минералы на высохших площадях залива подвержены процессам выветривания, при которых они безвозвратно теряются.

2. Концентрация солей калия растет в рассолах центральной и восточной частей залива непропорционально уменьшению объема рассола. С 473 млн. т хлористого калия, содержащихся в рассолах залива в 1947 г., к 1956 г. осталось всего 141 млн. т, а объем рассола в заливе уменьшился вдвое. Происходит вынос калийных солей ветром с пеной, а также рассеивание калия в иловых и солевых отложениях.

3. На основании проведенных исследований (с 1946 по 1956 г.) в заливе Кара-Богаз-Гол установлено, что примерно более $\frac{2}{3}$ площади залива (из 18 360 км²) занято донными отложениями и лишь менее $\frac{1}{3}$ дна залива покрыто песчано-илистыми наносами. В настоящее время около 5—6 тыс. км² площади северной и северо-восточной частей залива свободны от рассола и представляют собой соляные поля.

4. В донных соляных и иловых отложениях залива Кара-Богаз-Гол обнаружены следующие минералы: галит, мирабилит, астраханит, эпсомит, сакнит, тенардит, глауберит, карналлит, сингенит и др.

5. Физико-химическое (частичное) исследование илов показало в илах рассола высокий коэффициент метаморфизации, больший, чем в наземных рассолах, находящихся над ними. Илы залива могут быть успешно использованы как удобрительный и лечебный материал.

6. Химический и спектральный анализы жидкости, полученной от разрушенной пены, показали наличие до 3% сульфонафтяных кислот и ряда химических элементов, интересных с точки зрения геохимического их образования в природе.

7. Для охраны месторождения Кара-Богаз-Гол от процессов выветривания ценного сульфатного сырья, какими являются мирабилит, эпсомит, астраханит, образующиеся на высыхающих соляных площадях залива, необходимо утвердить запасы рассола залива Кара-Богаз-Гол в 20—26 км³ и не снижать их путем зарегулирования притока каспийской воды в количестве 8 км³.

Г. Г. Уразов, Г. С. Седелников

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ЗАЛИВА КАРА-БОГАЗ-ГОЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Морская вода — основной источник питания залива, и гидрохимический режим его зависит полностью от ее количества. Определяемое на протяжении ряда лет количество втекающей в залив морской воды изменяется довольно значительно. Наибольший расход воды — $32,5 \text{ км}^3$ — падает на 1899 г., наименьший — 6 км^3 — на 1939 г. Разность уровня моря и залива постоянно растет: по данным Института океанологии АН СССР, в 1955 г. она достигала 3,8 м. На рис. 1 показана схема пролива, на котором видны бар и каменная гряда, преграждающая путь потоку морской воды. Когда вода размывает гряду, расход воды увеличивается.

Исследования залива начались в 40-х годах XIX в. Со времени исследований 1897 г. в заливе произошли очень большие изменения. Объем рапы сократился со 136 до 30 км^3 , глубина залива снизилась с 10 до $3,5$ м, акватория залива — с $18\,346$ примерно до $13\,000 \text{ км}^2$. На рис. 2 показаны концентрация солей в рапе и границы акватории залива в прошлом и в настоящее время. По предварительным подсчетам, на поверхности залива ныне скопилось до 48 млрд. т солей, из них 70% содержатся в кристаллических отложениях, образовавшихся с 1939 г., и 30% — в растворе. Запасы солей в рапе исчисляются (в млн. т): MgSO_4 — 3040 , MgCl_2 — 2467 , KCl — 323 . Для накопления такого количества солей должно было испариться до 3700 км^3 морской воды. В 1897 г. концентрация солей в рапе составляла $16,4\%$, в дальнейшем она постепенно увеличивалась и к началу выпадения из раствора NaCl (в 1939 г.) достигла $27,78\%$. В 1943 г. была отмечена первая садка астраханита. Началось обеднение раствора сульфатом при концентрации солей $28,73\%$. Состав современной рапы в основной части залива следующий: NaCl — $12,85\%$; MgSO_4 — $9,31\%$; MgCl_2 — $7,12\%$; KCl — $0,95\%$; NaBr — $0,077\%$; сумма солей — $31,16\%$. Эти данные относятся к летним условиям. В зимнее время из рапы залива кристаллизуются периодически образующиеся минералы: мирабилит $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и эпсомит $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, которые с повышением температуры переходят обратно в раствор. Наблюдения показали, что в дальнейшем изменения в солевом комплексе рапы будут идти в следующем порядке: будет происходить резкое снижение концентрации NaCl и увеличение KCl и солей редких металлов. В самом заливе процесс испарения морской воды идет последовательно, благодаря чему наблюдается четкое зональное распределение рапы

и солевых отложений на дне залива. Вблизи пролива расположена зона смешения; концентрация солей в растворе нарастает сравнительно быстро. В этот момент происходит выпадение в осадок CaCO_3 , а также $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, глауберита $\text{CaSO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$, и на дне отлагается слой белого ила. Рапа постепенно растекается по поверхности, и концентрация солей в ней повышается за счет испарения. Но садка соли наступает не сразу, так как естественные рассолы склонны к пересыщению. Поэтому обильная садка соли наблюдается уже в третьей, так называемой периферийной зоне, в северной, восточной и юго-восточной частях залива.

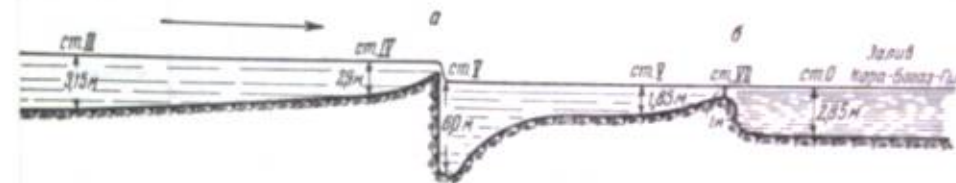


Рис. 1. Схема профиля дна пролива в устьевой части
а — каменная гряда; б — бар

Урез рапы в заливе постепенно отступает именно в этих местах; из рапы поднимаются соляные поля, простирающиеся на многие десятки километров. К западу глубина в заливе возрастает, толщина пласта соли уменьшается, наконец, пласт выклинивается почти посередине залива (см. рис. 2). В заливе осаждаются в основном поваренная соль и астраханит $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

В лагунах на соляном пласте происходит глубокое испарение рапы; в осадок выделяются эпсомит $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, сакит $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, карналлит $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и бишофит $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Зональное распределение рапы и кристаллических солей в заливе представляет большой интерес с чисто научной точки зрения — для изучения процессов дифференцированного солеотложения в природе, а также имеет практическое значение для использования солевых богатств залива.

Практическое использование солевых богатств залива всегда признавалось важной народнохозяйственной проблемой. В. И. Ленин еще в 1918 г. указывал на это в брошюре «Очередные задачи Советской власти». Но освоение Кара-Богаз-Гола за истекшее время не только не продвинулось, но наоборот, почти совсем заглохло. С 1954 г. комбинат «Кара-богазсульфат» Министерства химической промышленности СССР прекратил получение сульфата натрия из рапы залива и переключился на использование грунтовых рассолов Кургузульской бухты. Вызвано это было главным образом тем, что рапа залива отступила от насосных станций комбината и подача ее в бассейны стала невозможной.

Наметились два направления: 1) сохранить залив и зарегулировать расход морской воды с тем, чтобы получить стабильную рапу и затем комплексно перерабатывать ее заводским способом с выпуском большого числа продуктов; 2) прекратить доступ морской воды в залив и организовать в основном заводское производство сульфата натрия путем переработки твердых солевых отложений и концентрированных межкристаллических рассолов.

По первому предложению ценные соли, накопленные природой в Кара-Богаз-Голе, сохраняются в концентрированном растворе в легко

доступной для промышленности форме. Отрицательной стороной этого предложения является необходимость расхода некоторого количества дефицитной каспийской воды.

По второму предложению залив превращается в высыхающее соляное озеро, в котором будут эксплуатироваться ценные соли залива. При испарении морской воды в растворе резко падает содержание сульфата

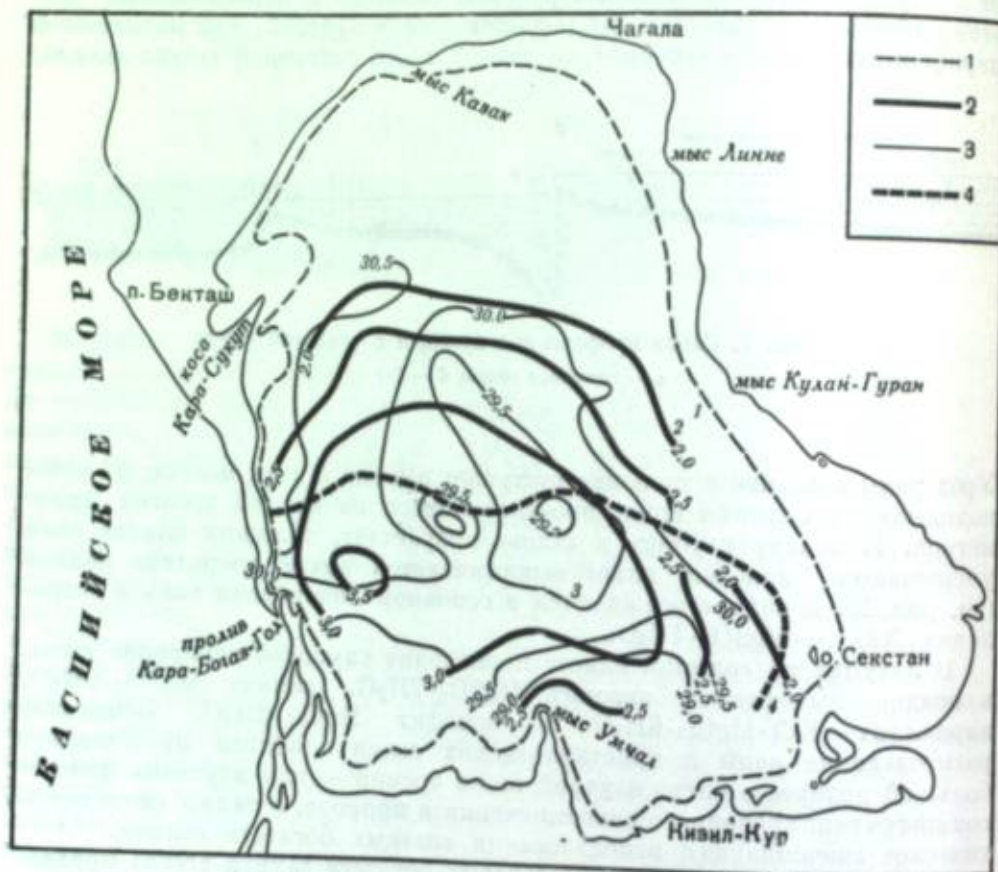


Рис. 2. Карта залива Кара-Богаз-Гол (1955 г.)

1 — современная граница рапы в заливе; 2 — глубины, м; 3 — концентрации солей в рапе, %
4 — граница распространения кристаллической соли на дне залива

магния и хлористого калия: обе соли выпадают в осадок. В растворе накапливаются соли брома и др. Процесс этот продолжается под влиянием катионного обмена между рассолом и алюмосиликатным шламом, в результате чего рассол обедняется ценными компонентами. Наряду с этим идет процесс разбавления растворов осадками и грунтовыми водами, которые обладают свойством растворять в первую очередь поваренную соль. По этой причине межкристалльные рассолы морского происхождения постепенно превращаются в хлорнатриевые рассолы. Выпавший в осадок астраханит представляет собой сырье для сульфатной промышленности.

Если залив будет высушен, то он может иметь значение как источник поваренной соли, подобно озерам Куули, Джаксы-Клыч, соляным озерам в дельте Волги, с давних пор используемым для добычи пищевой соли. Восстановить состав рапы путем обратного растворения выпавшего комплекса солей невозможно, так как природные процессы метаморфизации,

протекающие в соляных озерах, являются необратимыми; к тому же для этого потребовалось бы огромное количество воды. Полное прекращение доступа морской воды в залив нежелательно также и по другим причинам. Значительное понижение уровня рапы в заливе может сказаться на режиме грунтовых вод Кургузульской бухты, используемых в настоящее время сульфатной промышленностью. Установлено, что уровень откачиваемых грунтовых вод зависит от уровня рапы в заливе; понижение уровня может в какой-то степени отразиться на составе и концентрации солей в рассолах. Высушивание залива приведет к образованию открытой поверхности соляного поля на огромной территории залива и к последующему ветровому переносу солей с открытой поверхности на культурные почвы.

Во всех случаях расход морской воды должен быть по возможности минимальным. В настоящее время имеется ряд схем заводского получения солей из рапы залива. Одна из схем, предложенная ИОНХ, предусматривает получение из рапы 500 тыс. т сульфата натрия заводским способом. Значительный интерес представляет комплексное использование солей.

В 1952 и 1953 гг. Карабогазгольской экспедицией ИОНХ совместно с отделом химии Академии наук Туркменской ССР были проведены опыты по получению солей из рапы залива путем испарения ее в естественных условиях в бассейне на площади 7 млн. м². Были получены следующие данные: с 1 м² акватории бассейна испаряется за сезон 560 л воды и выделяется в осадок 400—450 кг калийной соли. Приводим примерный состав соли из выбросов (7 августа 1953 г.): MgSO₄ — 26,87%; MgCl₂ — 12,14%; KCl — 21,34%; NaCl — 8,57%. В производстве для получения таких солей будет наиболее выгодно так называемая калийная рапа (рис. 3). Она значительно отличается по солевому составу от рапы 1956 г.: для получения такой рапы в заливе было бы достаточно иметь сток морской воды в количестве 4—5 км³.

Таким образом, при комплексной переработке рапы Кара-Богаз-Гола из нее получают следующие химикаты: сульфат магния, сульфат натрия и др. соли. В настоящее время все эти продукты являются крайне дефицитными и некоторые из них выпускаются в очень ограниченных количествах.

Путем комплексной переработки рапы Кара-Богаз-Гола при зарегулированном стоке морской воды можно очень эффективно использовать солевые богатства залива и производить не только перечисленные выше химикаты, но и другие продукты, например магнезиальный цемент, магнезитовый порошок, а также соли редких металлов. Наиболее правиль-

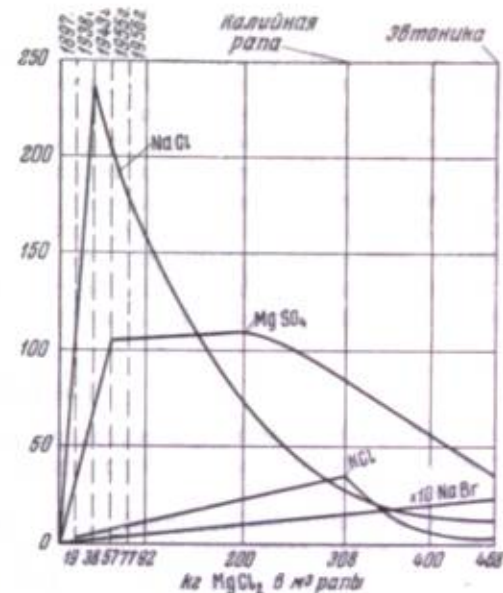


Рис. 3. Диаграмма изменения солевого состава рапы залива Кара-Богаз-Гол по вертикали — NaCl, MgSO₄, KCl и NaBr, г/л в 1 м рапы; по горизонтали — MgCl₂, г/л в 1 м рапы

доступной для промышленности форме. Отрицательной стороной этого предложения является необходимость расхода некоторого количества дефицитной каспийской воды.

По второму предложению залив превращается в высыхающее соляное озеро, в котором будут эксплуатироваться ценные соли залива. При испарении морской воды в растворе резко падает содержание сульфата

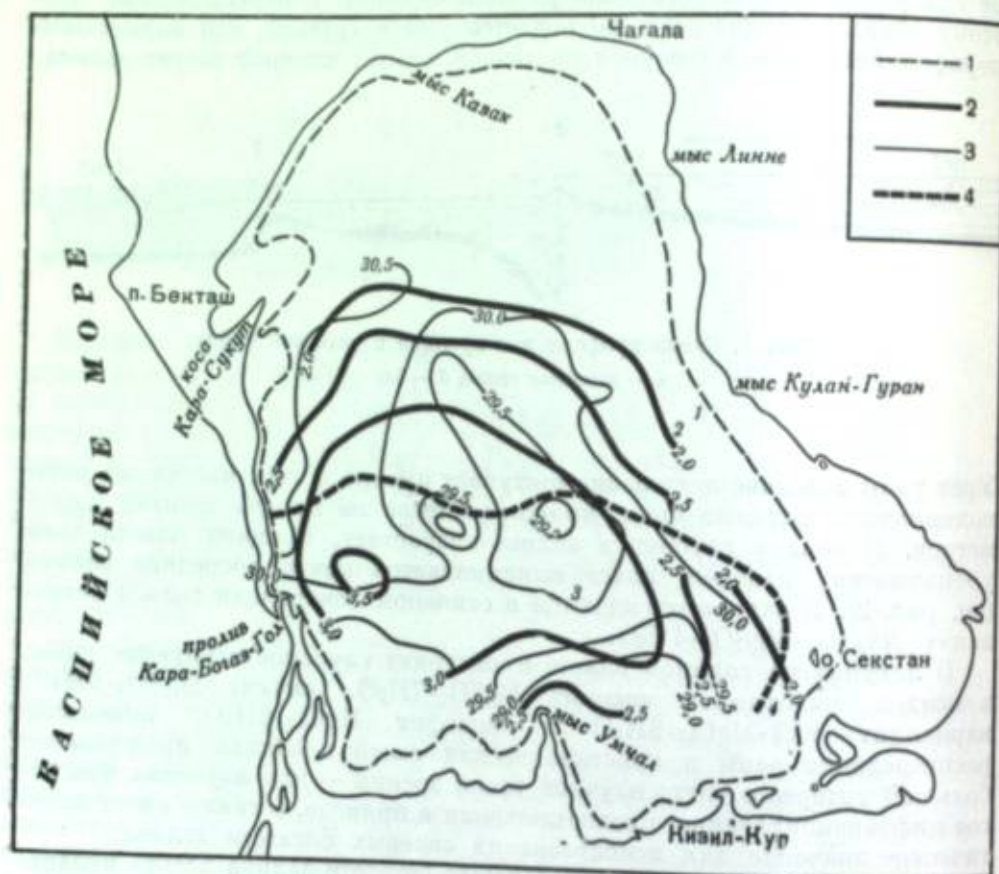


Рис. 2. Карта залива Кара-Богаз-Гол (1955 г.)

1 — современная граница рапы в заливе; 2 — изобаты, м; 3 — концентрации солей в рапе, %
4 — граница распространения кристаллической соли на дне залива

магния и хлористого калия: обе соли выпадают в осадок. В растворе накапливаются соли брома и др. Процесс этот продолжается под влиянием катионного обмена между рассолом и алюмосиликатным шламом, в результате чего рассол обедняется ценными компонентами. Наряду с этим идет процесс разбавления растворов осадками и грунтовыми водами, которые обладают свойством растворять в первую очередь поваренную соль. По этой причине межкристалльные рассолы морского происхождения постепенно превращаются в хлорнатриевые рассолы. Выпавший в осадок астраханит представляет собой сырье для сульфатной промышленности. Если залив будет высушен, то он может иметь значение как источник поваренной соли, подобно озерам Куули, Джаксы-Клыч, соляным озерам в дельте Волги, с давних пор используемым для добычи пищевой соли. Восстановить состав рапы путем обратного растворения выпавшего комплекса солей невозможно, так как природные процессы метаморфизации,

протекающие в соляных озерах, являются необратимыми; к тому же для этого потребовалось бы огромное количество воды. Полное прекращение доступа морской воды в залив нежелательно также и по другим причинам. Значительное понижение уровня рапы в заливе может сказаться на режиме грунтовых вод Кургузульской бухты, используемых в настоящее время сульфатной промышленностью. Установлено, что уровень откачиваемых грунтовых вод зависит от уровня рапы в заливе; понижение уровня может в какой-то степени отразиться на составе и концентрации солей в рассолах. Высушивание залива приведет к образованию открытой поверхности соляного поля на огромной территории залива и к последующему ветровому переносу солей с открытой поверхности на культурные почвы.

Во всех случаях расход морской воды должен быть по возможности минимальным. В настоящее время имеется ряд схем заводского получения солей из рапы залива. Одна из схем, предложенная ИОНХ, предусматривает получение из рапы 500 тыс. т сульфата натрия заводским способом. Значительный интерес представляет комплексное использование солей.

В 1952 и 1953 гг. Карабогазгольской экспедицией ИОНХ совместно с отделом химии Академии наук Туркменской ССР были проведены опыты по получению солей из рапы залива путем испарения ее в естественных условиях в бассейне на площади 7 млн. м². Были получены следующие данные: с 1 м² акватории бассейна испаряется за сезон 560 л воды и выделяется в осадок 400—450 кг калийной соли. Приводим примерный состав соли из выбросов (7 августа 1953 г.): MgSO₄ — 26,87%; MgCl₂ — 12,14%; KCl — 21,34%; NaCl — 8,57%. В производстве для получения таких солей будет наиболее выгодно так называемая калийная рапа (рис. 3). Она значительно отличается по солевому составу от рапы 1956 г.: для получения такой рапы в заливе было бы достаточно иметь сток морской воды в количестве 4—5 км³.

Таким образом, при комплексной переработке рапы Кара-Богаз-Гола из нее получают следующие химикаты: сульфат магния, сульфат натрия и др. соли. В настоящее время все эти продукты являются крайне дефицитными и некоторые из них выпускаются в очень ограниченных количествах.

Путем комплексной переработки рапы Кара-Богаз-Гола при зарегулированном стоке морской воды можно очень эффективно использовать солевые богатства залива и производить не только перечисленные выше химикаты, но и другие продукты, например магнезиальный цемент, магнезитовый порошок, а также соли редких металлов. Наиболее правиль-

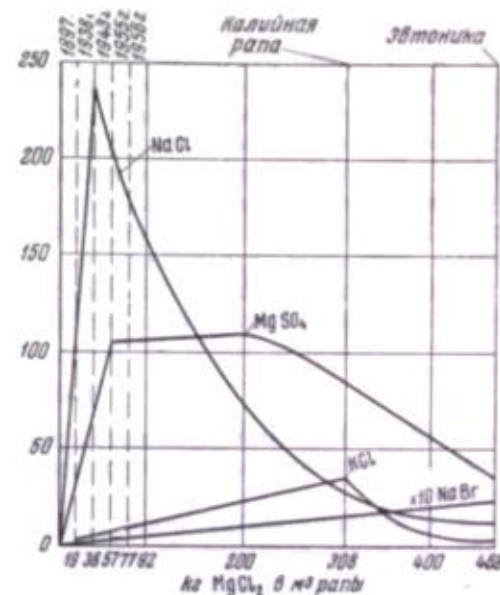


Рис. 3. Диаграмма изменения солевого состава рапы залива Кара-Богаз-Гол по вертикали — NaCl, MgSO₄, KCl и NaBr, кг в 1 м³ рапы; по горизонтали — MgCl₂, кг в 1 м³ рапы

доступной для промышленности форме. Отрицательной стороной этого предложения является необходимость расхода некоторого количества дефицитной каспийской воды.

По второму предложению залив превращается в высыхающее соляное озеро, в котором будут эксплуатироваться ценные соли залива. При испарении морской воды в растворе резко падает содержание сульфата

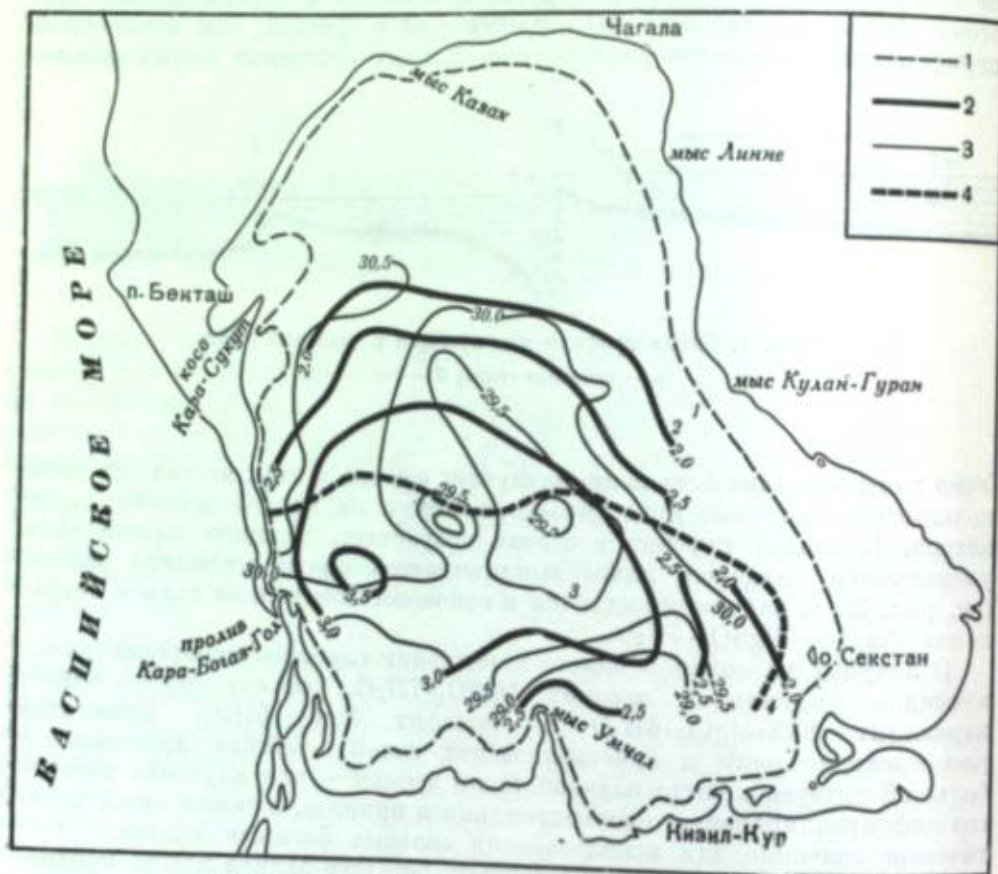


Рис. 2. Карта залива Кара-Боغاز-Гол (1955 г.)

1 — современная граница рапы в заливе; 2 — глубины, м; 3 — концентрации солей в рапе, %
4 — граница распространения кристаллической соли на дне залива

магния и хлористого калия: обе соли выпадают в осадок. В растворе накапливаются соли брома и др. Процесс этот продолжается под влиянием катионного обмена между рассолом и алюмосиликатным шламом, в результате чего рассол обедняется ценными компонентами. Наряду с этим идет процесс разбавления растворов осадками и грунтовыми водами, которые обладают свойством растворять в первую очередь поваренную соль. По этой причине межкристалльные рассолы морского происхождения постепенно превращаются в хлорнатриевые рассолы. Выпавший в осадок астраханит представляет собой сырье для сульфатной промышленности.

Если залив будет высушен, то он может иметь значение как источник поваренной соли, подобно озерам Куули, Джаксы-Клыч, соляным озерам в дельте Волги, с давних пор используемым для добычи пищевой соли. Восстановить состав рапы путем обратного растворения выпавшего комплекса солей невозможно, так как природные процессы метаморфизации,

протекающие в соляных озерах, являются необратимыми; к тому же для этого потребовалось бы огромное количество воды. Полное прекращение доступа морской воды в залив нежелательно также и по другим причинам. Значительное понижение уровня рапы в заливе может сказаться на режиме грунтовых вод Кургузульской бухты, используемых в настоящее время сульфатной промышленностью. Установлено, что уровень откачиваемых грунтовых вод зависит от уровня рапы в заливе; понижение уровня может в какой-то степени отразиться на составе и концентрации солей в рассолах. Высушивание залива приведет к образованию открытой поверхности соляного поля на огромной территории залива и к последующему ветровому переносу солей с открытой поверхности на культурные почвы.

Во всех случаях расход морской воды должен быть по возможности минимальным. В настоящее время имеется ряд схем заводского получения солей из рапы залива. Одна из схем, предложенная ИОНХ, предусматривает получение из рапы 500 тыс. т сульфата натрия заводским способом. Значительный интерес представляет комплексное использование солей.

В 1952 и 1953 гг. Карабогазгольской экспедицией ИОНХ совместно с отделом химии Академии наук Туркменской ССР были проведены опыты по получению солей из рапы залива путем испарения ее в естественных условиях в бассейне на площади 7 млн. м². Были получены следующие данные: с 1 м² акватории бассейна испаряется за сезон 560 л воды и выделяется в осадок 400—450 кг калийной соли. Приводим примерный состав соли из выбросов (7 августа 1953 г.): MgSO₄ — 26,87%; MgCl₂ — 12,14%; KCl — 21,34%; NaCl — 8,57%. В производстве для получения таких солей будет наиболее выгодна так называемая калийная рапа (рис. 3). Она значительно отличается по солевому составу от рапы 1956 г.: для получения такой рапы в заливе было бы достаточно иметь сток морской воды в количестве 4—5 км³.

Таким образом, при комплексной переработке рапы Кара-Боغاز-Гола из нее получают следующие химикаты: сульфат магния, сульфат натрия и др. соли. В настоящее время все эти продукты являются крайне дефицитными и некоторые из них выпускаются в очень ограниченных количествах.

Путем комплексной переработки рапы Кара-Боغاز-Гола при зарегулированном стоке морской воды можно очень эффективно использовать солевые богатства залива и производить не только перечисленные выше химикаты, но и другие продукты, например магнезиальный цемент, магнезитовый порошок, а также соли редких металлов. Наиболее правиль-

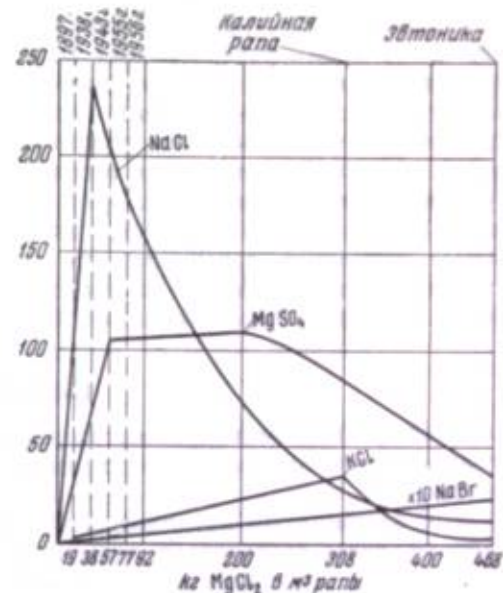


Рис. 3. Диаграмма изменения солевого состава рапы залива Кара-Боغاز-Гол по вертикали — NaCl, MgSO₄, KCl и NaBr, кг в 1 м³ рапы; по горизонтали — MgCl₂, кг в 1 м³ рапы

ный и простой путь развития химической промышленности на Кара-Богаз-Голе — использование рапы, в которой находится в растворенном виде целый комплекс солей. Получение их может быть организовано в районе залива или в другом месте, например в районе Красноводска, куда рапу можно подавать по трубопроводу.

Тормозить быстрое налаживание производства могут отсутствие в настоящее время утвержденных ВКЗ запасов солей в Кара-Богаз-Голе, недостаточная изученность грунтов в районе залива для проектирования гидрохимических сооружений, отсутствие экономической проработки проблемы комплексного использования рапы залива и отсутствие единой технологической схемы. Ряд технологических методов выделения солей нуждается в серьезной лабораторной доработке. Назрела необходимость организации комплексной экспедиции на Кара-Богаз-Гол, а также созыва широкого совещания по вопросам промышленного использования солевых богатств залива, где могли бы быть обсуждены разные точки зрения и выработаны согласованные предложения.

ВЫВОДЫ

1. Очертания залива и состав рапы настолько изменились, что в настоящее время солевые богатства, заключенные в рапе залива, не используются.
2. С выдвинутым предложением о прекращении доступа в залив каспийской воды согласиться нельзя, так как полное высыхание залива привело бы к большим изменениям в его солевом составе и к превращению его в основном в промышленный источник пищевой поваренной соли. Восстановить другие ценные компоненты не представится возможным в силу необратимости процессов метаморфизации, протекающих в солевом комплексе при испарении морской воды в естественных условиях.
3. Резкое снижение уровня рассола в заливе может неблагоприятно отразиться на режиме грунтовых рассолов Кургузульской бухты, которым промысел пользуется и сейчас.
4. Необходимо зарегулировать сток воды из Каспийского моря в залив в минимальном количестве, удовлетворяющем запросы химической промышленности.
5. На базе рапы залива постоянного состава организовать комплексное производство солей с получением ряда нужных стране химических продуктов: сульфата натрия, сульфата калия, сульфата магния, магnezияльного цемента, магнезитового порошка и др.
6. Необходимо организовать комплексную экспедицию по дальнейшему изучению Кара-Богаз-Гола.
7. В ближайшее время созвать межведомственное совещание по вопросам, связанным с исследованием и промышленным освоением Кара-Богаз-Гола.

Н. А. Волконский

ПОТРЕБНОСТЬ ОБВОДНЕНИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ В СВЯЗИ С Понижением УРОВНЯ МОРЯ

Местный сток Прикаспия оценивается в размере от 5 до 20 мм в степи и менее 5 мм на побережье: все 100% проходит весной и могут быть задержаны устройством прудов, копаней и шахтных колодцев на балках восточного склона Ергеней. При стоке 50%-ной обеспеченности возможно устройство лиманного орошения в степи на площади более 30 тыс. га. Среднегодовое испарение с водной поверхности превышает здесь 900—1000 мм.

Для обеспечения степных хозяйств кормами необходимо зарегулировать местный сток восточных склонов Ергеней. Массовое строительство прудов и использование вод ильменей позволит создать значительные площади участков гарантированного орошения с водообеспеченностью их не менее одного раза в два года, что создаст устойчивую кормовую базу.

В гидрологическом отношении район северо-западного Прикаспия можно разделить на зоны:

- 1) п а в о д к о в у ю, питающуюся за счет весеннего половодья реки; граница зоны проходит примерно по линии Лиман — Оля. В свою очередь зона делится на подзоны:
 - а) подзону проточных ильменей, вытянутых параллельно руслу Бахтемира, образующих отдельные системы ильменей и являющихся как бы самостоятельными рукавами дельты;
 - б) подзону глубинных (обособливающих) непроточных ильменей, соединяющихся с рекой лишь в период паводка;
- 2) м о р я н н у ю з о н у, примыкающую к морю и получающую питание только в период нагона воды (морян).

В связи с падением уровня моря дельта постепенно, но все активнее нарастает в глубь моря. К морскому краю волна половодья расплывается, амплитуда колебаний уровня Волги снижается постепенно, с приближением к морю.

Паводковая вода движется вначале на запад, а затем на юг, заполняя цепочки ильменей; средняя глубина затопления 1,3—1,6 м; заливаемая площадь занимает до 2300 км².

Источником воды для западно-подстепных ильменей являются Волга и море. Уменьшение стока и падение уровня моря привели к значительному обсыханию ильменей и всей прибрежной зоны.

СУЩЕСТВУЮЩАЯ ЭКОНОМИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РАЙОНА

Ведущая отрасль сельского хозяйства области — животноводство: тонкорунное овцеводство и крупный (мясной) рогатый скот. Ежегодный прирост поголовья скота недостаточен. В районе потребность в стойловом периоде для крупного рогатого скота в благоприятные годы определяется 40 днями в году.

Организационно территория северо-западного побережья делится на 90% угодий (пойма с правобережной пустынной степью, район западно-подстенных ильменей) и 10% отгонных пастбищ (земельные фонды «Черных земель» и территория южнее ст. Белое озеро до границы с Грозненской областью и южнее, относится к Ногайской степи).

Пастбища могут быть классифицированы как используемые преимущественно летом (центральная полоса вдоль железной дороги) 15% всей территории; отгонные, используемые преимущественно зимой (на запад от железной дороги) — до 25%; используемые и летом и зимой (в восточной, прибрежной части) — до 60%.

В сельскохозяйственном отношении зона может быть разделена (по А. Н. Ракитникову) на следующие районы:

1) Приволжский животноводческо-рыболовецкий район с развитым пригородным сельским хозяйством вблизи Астрахани;

2) Лиманский район придельтовых ильменей с интенсивным поливным земледелием, бахчеводством, животноводством и рыболовством, с развитым огородничеством вблизи Астрахани;

3) Каспийский — приморский — животноводческо-рыболовецкий район с развитым подсобным сельским хозяйством.

Перспективным в развитии района остается животноводство. Главные сельскохозяйственные культуры к 1970 г. распределятся так:

37%	пахотных земель будет занято под кормовые	—19,7 тыс. га
21,5%	» » » » кукурузу	—11,6 » »
16,5%	» » » » рис	— 8,7 » »
25%	бахчи и овощи —	13,4 » »

Вся посевная площадь будет доведена с 7,67 тыс. га в 1954 г. до 53,4 тыс. га к 1970 г., т. е. возрастет в 7 раз.

Зона западно-подстенных ильменей по своему удельному весу в валовом выходе сельскохозяйственной продукции области составляет до 20%, хотя занимает только 11% территории области.

ВЛИЯНИЕ УМЕНЬШЕНИЯ СТОКА ВОЛГИ И Понижения Уровня моря НА СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО ПРИКАСПИЯ

Из-за необеспеченности водой перенесены из Каспийского района на север два животноводческих совхоза (Прикаспийский и Приморский) площадью 250 тыс. га. В случае дальнейшего понижения уровня моря еще на 1,5 м сельское хозяйство как дельты Волги, так и района западно-подстенных ильменей придет в упадок вследствие: уменьшения запасов пресной воды, аккумулируемой в ильменях и межбугровых понижениях, понижения влажности воздуха, потери всех лугово-злаковых площадей сенокосов и гибели части садово-ягодных насаждений, прекращения послеспадовых посевов, понижения уровня грунтовых вод. минерали-

зации пресных верховодок и обсыхания колодцев, невозможности длительное время использовать освобождаемые при этом площади суши авандельты и Западного Прикаспия ввиду изрезанности рельефа и частичной засоленности оголившегося покрова дна моря, ускорения процессов засоления почвогрунтов и ухудшения процессов почвообразования эксплуатируемых земель, неблагоприятного изменения условий водоснабжения населения и животных, требующего переноса сел, колхозов и совхозов из-за необеспеченности их водой в другие районы.

Благоприятные условия наступят при повышении уровня моря на 1,5 м; сельское хозяйство получит при этом следующие выгоды: станут устойчивыми и увеличатся площади естественных лугово-злаковых травостоев, возродятся сады, образуется постоянная увеличенная площадь послеспадовых культур; стабилизируются и возрастут площади пригодного мелиоративного фонда — возможные к обвалованию и орошению; удешевится стоимость обвалования 1 га орошаемых площадей, так как потребуются строительство валов меньшей высоты; улучшатся условия эксплуатации насосных станций и освоения орошаемых площадей (высота подъема воды станет меньшей и постоянной, появится возможность введения севооборотов сельскохозяйственных культур); увеличится аккумуляющая емкость межбугровых понижений западных и восточно-подстенных ильменей; улучшится микроклимат благодаря увеличению влажности воздуха; создастся устойчивая кормовая база в районе, что позволит перевести скот на стойловое содержание и тем самым значительно интенсифицировать животноводство; положительно разрешится вопрос водоснабжения населения и животных, станет возможным повсеместное строительство шахтных колодцев, водопроводов для населенных пунктов, орошение садов, виноградников, овощей, кукурузы и бахчевых культур; увеличатся посевы риса; появится возможность при устройстве простейших земляных перемычек и шлюзов на ильменях при использовании высоких моряных вод часть площадей орошать самотеком; опреснятся ныне заброшенные засоленные почвы и улучшатся процессы почвообразования на эксплуатируемых землях за счет выноса на поля взвешенных частиц, плодороднейших мелких истых фракций, увлекаемых при наводках.

НЕДОСТАТКИ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ОБВОДНЕНИЯ И ОРОШЕНИЯ И ПУТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ

В настоящее время орошение, обводнение и водоснабжение осуществляются грунтовыми водами, волжской или морской опресненной водой, осадками (снегом) и привозной водой.

С целью удлинения срока работы шахтных колодцев и получения высокодебитных источников необходимо предварительное мелкое разведочное бурение с полевым определением дебита и химического состава воды. Строить шахтные колодцы необходимо с уширенной водоприемной частью или углубленным зумифом с обязательным устройством донных и боковых фильтров.

При каждом колодце обязательно устройство аккумулярующих резервуаров емкостью не менее 3—5 м³ и механизированного водоподъема.

На восточных склонах Ергелей намечается устройство каскадов 30 водохранилищ на разных балочных системах. Здесь имеется возможность ввода до 30 тыс. га лиманного орошения.

Имеются ежегодно используемые («кочующие») орошаемые участки площадью до 6 тыс. га на буграх Бэра и ильменах. «Водяные пары», как способ использования ильменей с целью накопления влаги и рассоления почв, не оправдывают себя, так как они требуют периодического исключения участков земли из эксплуатации. В некоторых случаях выгодно использовать ильмени как водохранилища для орошения лежащих площадей и нагульного рыболовства на них. Осадки и местный сток для района западно-подстенных ильменей практического значения не имеют.

Интересы дальнейшего развития животноводства и земледелия требуют коренных мелиоративных работ, направленных на ликвидацию последствий, связанных с ухудшением гидрологических условий р. Волги и моря. В наших опытах по режиму орошения риса была получена испаряемость 580 мм, при среднегодовом испарении 457 мм; расход влаги на испарение составил 10 210 м³/га, а оросительная норма 16 000 м³ га; получены оросительные нормы и для других культур.

Мелиоративное районирование Прикаспия, выполненное Б. А. Шумаковым в 1932 г., относит западно-подстенные ильмени к полупустынной зоне, интенсивное использование их в сельскохозяйственных целях возможно только при орошении.

Обошедшее в результате падения уровня моря морское дно благодаря опресняющему действию реки станет со временем пригодным к сельскохозяйственному использованию. Это подтверждается опытом орошения хлопчатника и других культур на площадях, освобожденных от моря, в устье Куры (Азербайджан).

На побережье положительное действие (с водохозяйственной точки зрения) оказывают нагонные ветры восточных румбов, так называемые «моряны». Уровень воды в море при нагонах поднимается до 2 м и более, что позволяет заполнять ильменные водохранилища и другие естественные понижения, ерики и протоки пресной водой из моря самотеком.

Учитывая положительную роль опресненной части Северного Каспия для сельского хозяйства побережья, можно признать нежелательным падение уровня моря и совершенно необходимым — осуществление быстрых мероприятий по поддержанию и поднятию уровня моря и ликвидации последствий, причиненных падением уровня.

Наиболее экономичным и рентабельным предложением, которое возможно быстро осуществить, следует считать схему реконструкции северной части Каспийского моря при помощи дамбы и создания Северо-Каспийского водохранилища, разработанную Б. А. Аполловым. Подъем уровня на Северном Каспии на 2 м значительно улучшит возможность обводнения и развития интенсивного сельского хозяйства в прибрежных районах.

Потребная площадь обводнения степных пространств области составляет 1,17 млн. га.

Обводнение по Сарпинскому тракту, намечавшееся планом Гидропроекта, не принято к осуществлению, а строящаяся Терско-Кумская обводнительная система не обводняет Астраханскую область.

В связи с этим мы предлагаем осуществить обводнение правобережной степи закрытыми трубопроводами с механическим забором воды из Волги в районе совхоза Бурунного, с подачей ее на 430 км на юго-запад. Трубопровод сможет обводнить 15 совхозов общей площадью 1302 тыс. га.

ВОЛЖСКАЯ ВОДА КАК ОСНОВНОЙ И НАДЕЖНЫЙ ИСТОЧНИК ОБВОДНЕНИЯ РАЙОНА

К обводнению Лиманского района приступлено силами самой области. Начато строительство от с. Оля на Волге обводнительной системы на запад; вода будет подаваться насосами, а в половодье поступать самотеком. Обводнение района пос. Каспийского мыслится путем устройства обводнительного канала с механическим водозабором у того же с. Оля на главном банке Волги до Каспийского. С подачей волжской воды в Каспийский возродятся Каспийский рыбокомбинат и сельское хозяйство района (в настоящее время в районе нет ни одной сельхозартели).

В Приволжском районе воду из Волги можно подать далеко на запад по каналам и ильменям.

До решения вопроса о коренном подъеме уровня моря обводнение района западно-подстенных ильменей следует осуществлять посредством устройства самотечных открытых каналов из Главного банка расчисток существующих понижений, прорытия перекатов между ними, продвижением воды по ильменям до линии железной дороги и далее на запад.

В зоне ильменей необходимо строительство комплексных ирригационных систем, решающих одновременно вопросы рыборазведения и орошения сельскохозяйственных культур с задачей максимальной интенсификации как рыболовства, так и орошаемого земледелия, что удешевит стоимость капиталовложений.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Отношение доходов от орошаемых и неорошаемых площадей может быть выражено как 116 : 1 (и более), а в большинстве мест без орошения вообще невозможно ведение сельского хозяйства. Общая потребность в воде в исследуемом районе составляет 271 млн. м³ в год, или 8,6 м³/сек. Суммарные затраты капиталовложений на орошение и обводнение 54 тыс. га земель составят 147 млн. руб. с общей подачей воды до 363 млн. м³ в год. Таким образом, строительная стоимость на 1 м³ воды определяется в 40 коп., а эксплуатационные затраты на 1 м³ воды — 6,4 коп.

Работы предлагается разбить на две очереди: 1-я очередь работ — до 1960 г. — орошение 12 тыс. га в Лиманском и частично в Каспийском районах, 2-я очередь — до 1970 г. — окончание всех работ с освоением 54 тыс. га орошаемых и обводняемых земель.

ВЫВОДЫ

Уже до дальнейшего понижения уровня моря необходимо решить вопрос о воспроизводстве рыбных запасов Волго-Каспия и об обеспечении первой сельского хозяйства в районе западно-подстенных ильменей. Первый вопрос решается работниками рыбного хозяйства, обводнение же района в современных условиях для сельского хозяйства требует срочного строительства обводнительных каналов с самотечным и механическим водоподъемом из Волги для Приволжского, Лиманского и Каспийского районов, расчистки действующих самотечных водных трактов, правильного

освоения этих земель (перехода на стационарное орошение, отказа от «кочующего» орошения и «водяных паров», освоения рисовых севооборотов).

С точки зрения интересов сельского хозяйства из всех имеющихся по этому вопросу предложений наиболее приемлемой является схема Б. А. Аполлова, как несложная по техническим возможностям, так и экономически целесообразная.

Впредь до строительства дамбы и создания Северо-Каспийского водохранилища мы предлагаем обводнение и орошение зоны западно-подстенных ильменей. По окончании строительства и освоения капиталовложения (в сумме 147 млн. руб.) окупятся через 1—2 года, а валовые сборы сельскохозяйственных культур — риса, кукурузы, овощей, бахчевых, картофеля, фруктов, винограда, мяса, молока, шерсти, яиц и пр. к 1960 г. увеличатся по сравнению с 1954 г. в десятки и сотни раз.

С. А. Губайдулин

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРОСТНИКА ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В связи с предполагаемым строительством в Астрахани целлюлозно-картонного комбината на базе существующих запасов тростникового сырья дельты Волги, изыскание и проектирование механизированного тростникового сырьевого хозяйства поручено первой Московской экспедиции объединения Агролеспроект. В результате этих работ должны быть ориентировочно определены запасы промышленных зарослей тростника с отграничением района, выделяемого для сырьевого хозяйства целлюлозно-картонного комбината, с последующим отводом этих земель. Кроме того, экспедицией устанавливаются пути транспортирования сырья к комбинату, выбираются земельные участки для строительства поселков, причалов, пристаней, складов, мостов, автомобильных дорог и других построек. Разрешаются вопросы строительства гидротехнических сооружений и т. д.

Отобранные экспедицией для сырьевого хозяйства массивы должны обеспечить бесперебойную ежегодную поставку комбинату 120 тыс. т тростникового сырья в течение не менее 50 лет.

Экспедиция считает, что использование тростника в качестве корма скоту, топлива, а также в строительстве и в целлюлозно-бумажной промышленности является неотъемлемой частью общей Волжско-Каспийской проблемы и потому эта задача не может быть решена в отрыве от кардинальных вопросов, поставленных на данном совещании. Всякое изменение гидрологического и гидрогеологического режимов мест произрастания тростника отражается на его жизненности. В частности, следует отметить, что падение уровня Каспийского моря за последние годы сказалось на зарослях не только в постепенном отступании их на юг, но и в сокращении общих запасов промышленных зарослей.

Не могут не отразиться на состоянии зарослей тростника и изменения гидрологического и гидрогеологического режимов в дельте Волги, связанные с пуском каскада волжских ГЭС.

В связи с изложенным необходимо выяснить следующие вопросы:

- а) возможность и степень изменения границ распространения зарослей тростника в дельте Волги;

- б) целесообразность ведения дальнейших изыскательских работ (детальных изысканий), необходимых для выполнения последующих стадий проектирования тростникового хозяйства Астраханского целлюлозно-бумажного комбината.

П. В. Жило

ВЛИЯНИЕ Понижения Уровня Каспийского моря на экономику Азербайджанской ССР

Влияние понижения уровня Каспийского моря на связанные с ним отрасли народного хозяйства велико, многообразно и сложно.

РЫБНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Изменение уровня сильно отражается на промысловой продуктивности Каспия. Повышение уровня приводит к увеличению площади моря за счет обводнения низменных берегов, а понижение уровня ведет к обратным последствиям. При понижении уровня происходят существенные изменения гидробиологических условий для рыбы, особенно в зоне впадения рек. При общей мелководности устьев каспийских рек даже небольшие изменения стояния среднегодового уровня должны сопровождаться существенными изменениями условий вхождения в реки проходных рыб, что весьма сильно отражается на величине промысловой добычи. Кроме того, на мелководьях осушаются высокопродуктивные кормовые площади.

Хотя Каспийское море по своим размерам, гидрологическому режиму и ряду других условий сильно отличается от озер в обычном значении этого слова, озерная природа Каспия делает вполне реальной и осязаемой связь промысловых уловов с высотой стояния его уровня. Оказывают влияние и иные факторы, например нарушение правил и сроков рыболовства, особенно вылов молодежи, загрязнение водоемов отработанными промышленными водами и нефтью, однако все это не исключает связи величин уловов с высотой уровня моря (см. рис.).

Общекаспийские уловы четвертого пятилетия (1941—1945 гг.) составляют всего 72% от первого (1926—1930 гг.), давая абсолютное уменьшение на 1423 тыс. ц. За это же время уровень Каспийского моря понизился на 156 см. Такою же была картина и в последующие годы (после 1946 г.). Так, в 1951 г. уловы составили 3400 тыс. ц, в 1952 г. — 3254 тыс. ц, в 1954 г. — 3194 тыс. ц.

Из вылавливаемых в Каспии промысловых рыб (по средним уловам за 1930—1940 гг.)

на осетровые падает	4,4%
лососевые	0,4%
карповые	55,6%
онугевые	10,8%
сельдевые	28,8%

Отсюда видно, что за указанный период большая половина уловов приходилась на рыбы ценных пород. За последние годы, с развитием лова по методу Борисова (на свет), средний состав вылавливаемых в Каспии рыб ухудшился за счет вылова около 30% малоценной кильки. Лов каспийской кильки, начиная с 1948 г., прогрессивно возрастает (тыс. ц):

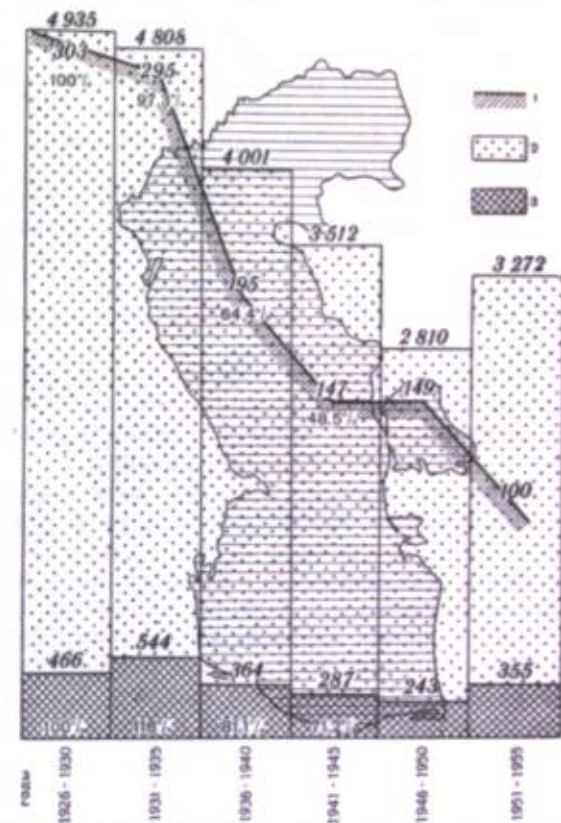
в 1948 г. выловлено	80
» 1949 »	121
» 1950 »	216
» 1951 »	501
» 1952 »	833
» 1953 »	1063
» 1954 »	1150

Параллельно с увеличением улова кильки уменьшался улов осетровых, крупного частика (сазана, судака, леща, воibly) и сельди. В частности, средний годовой вылов осетровых сократился с 1911 по 1955 г. на 116 тыс. ц, причем с 1941 по 1948 г. он не поднимался выше 86 тыс. ц.

Средние уловы Азербайджана за период 1926—1946 гг. сократились к 1946 г. на 297 тыс. ц (466—169), т. е. более чем вдвое (на 54%). Если сравнить уменьшение уловов с уловами 1911—1915 гг., то оно составит еще большую величину, а именно 388 тыс. ц в год. Но даже и средняя цифра уловов за 1926—1946 гг. на 25% меньше уловов 1915 г.

При ориентировочном подсчете потерь рыбной продукции в переводе на натуральное выражение (в тыс. ц) получается, что

за 1926—1930 гг. выловлено	2330
» 1931—1935 »	2720
» 1936—1940 »	1820
» 1941—1945 »	1435
» 1946 г.	169
» 1947 »	247
» 1948 »	222
Итого	8943 тыс. ц



Зависимость величин общекаспийских и общезабайджанских рыбных уловов от высоты уровня Каспийского моря

Числа сверху: величина уловов — общекаспийских среднегодовых (в тыс. центнеров за пятилетие); средние — уровень (в см); нижние — процент общекаспийского улова (по пятилетиям). Числа внизу: верхние — величина улова (среднегодовой) по Азербайджану; нижние — процент улова по Азербайджану

Если бы величина отлова оставалась примерно на уровне начального пятилетия, то за 28 лет (1926—1954 гг.) общая добыча составила 13 048 тыс. ц, или на 2646 тыс. ц больше. Принимая минимальную среднюю стоимость 1 кг среднего ассортимента рыбы-сырца в 4 руб.¹ (несколько выше, чем общекаспийского ассортимента, ввиду более ценного видового состава улова и незначительного процента малоценной кильки), общая величина потерь составляет 1058 млн. руб. В сравнении же с уровнем 1911—1915 гг. (557 тыс. ц в год) потери возрастают до 3868 тыс. ц, что по скромной оценке составляет около 1550 млн. руб.

В условиях Азербайджана вылов сельди составляет весьма существенную величину. Исходя из данных 1911—1915 гг., эта величина составляет 57%; а если исходить из данных 1926—1946 гг., — 58% общей добычи. С 1930 по 1954 г. уловы сельди в Азербайджане сильно понизились: с 310—463 тыс. ц за 1930—1931 гг. до 146 тыс. ц в 1954 г. и даже до 28 тыс. ц в 1953 г. Такое резкое снижение добычи сельди вызвано, по-видимому, причинами местного порядка, не вытекающими из общего состояния запасов сельди в море.

Так, в литературе отмечалось, что неудачи путины 1944—1946 гг. в значительной степени были вызваны периодически возникавшей сильной взмученностью воды от размыва илистых грунтов в прибрежной зоне в результате падения уровня.

Кроме убытков от недолова рыбы-сырца, азербайджанская рыбная промышленность терпит и ряд других убытков, связанных с отходом уреза моря от прежних границ. Сюда следует отнести приспособление (перенос) стационарного оборудования к новому урезу моря, дополнительные перевалки и переброски свежьи, понижающие сортность рыбы, устройство новых лабазов, холодильных пунктов и пр. Все это в общей сложности составляет за время понижения несколько десятков миллионов рублей. Например, по подсчету С. С. Щитковского (Азербайджанское отделение ВНИРО), еще в 1943 г. эти потери составляли до 2 млн. руб. в год.

МОРСКОЙ ТРАНСПОРТ

Каспийский морской транспорт, непосредственно обслуживающий четыре республики (РСФСР, Азербайджанскую, Казахскую и Туркменскую), имеет огромное значение не только для экономики Азербайджанской ССР, но и для всего Советского Союза.

Среди перевозимых грузов наибольшую долю составляет азербайджанская нефть, вывозимая из портов Азербайджана. Грузооборот азербайджанских портов, в том числе Бакинского, занимает примерно половину всего каспийского грузооборота. Из общего объема морских перевозок Азербайджана, равного приблизительно 13—14 млн. т, около 85% падает на нефтяные грузы (сырая нефть, бензин, керосин, лигроин и др.). Остальная часть перевозок относится к сухим грузам, в которых главное место занимают лес, хлеб, сульфат натрия, удобрения, соль, хлопок и др.

К числу неблагоприятных последствий понижения уровня моря относятся и значительное удаление естественных глубин бухты от берегового уреза (табл. 1).

¹ Принятая нами ориентировочно средняя стоимость в 4 руб. за 1 кг в среднем по всей выловленной продукции более чем реальна, если сравнить эту цену со средними продажными ценами (прейскурантными).

Таблица 1

Расстояние, м	Глубина, м				
	2,1	4,3	5,1	6,0	7,0
Наибольшее	1210	2250	2360	3100	3500
Среднее	680	1420	1320	1760	2000

Такое отдаление глубин, естественно, затрудняет работу порта. Береговой урез отделился от прежних границ на 200—300 и 400 м.

Понижение уровня вызвало необходимость значительного удлинения причального фронта, а затруднения, вызванные возвышением кордона причалов, потребовали установки и приспособления перегрузочных механизмов. Дальнейшее поднятие причального кордона поставит со всей серьезностью вопрос о механизации грузовых работ. Каспийский морской флот в основном разделяется на транспортный, обслуживающий всю акваторию Каспия, за исключением северной (мелководной) его части; рейдовый, работающий в северной части моря; Куринский (имеющий основную базу в Баку), осуществляющий перевозки по Куре и по Каспию до Баку; технический и дноуглубительный.

Осадка транспортного флота, имеющего в своем составе крупнотоннажные (до 10 тыс. т) танкеры, у многих судов достигает 4—5 м, что лимитирует их плавание на мелководье Северного Каспия. Понижение уровня Каспийского моря повлекло за собой ряд лишних эксплуатационных расходов и дополнительных затрат по содержанию флота, морских каналов (очистка и дноуглубление), бухт, пристаней, пристанских устройств и судоремонтных баз Каспия.

Отметим особенно интенсивную аккумуляцию донных наносов в Волго-Каспийском и Гурьевском каналах.

В азербайджанских водах землечерпательные работы достигают минимального объема 350—400 тыс. м³, а землесосные — около 600 тыс. м³, что в общей сложности вызывает дополнительный расход порядка 5—7 млн. руб. в год.

В связи с понижением уровня моря затруднились судоходные условия флота, что значительно удорожило стоимость его эксплуатации. Удорожание идет главным образом за счет неполного (в ряде случаев до 50%) использования тоннажа крупнотоннажных судов и использования более мелководных судов для перевозок на обмелевших местах, а также уменьшения судооборота.

Согласно произведенным ранее подсчетам, эксплуатационные потери транспортного флота (по наливным и сухим грузам) составили к 1948 г. около 40—50 млн. руб. Можно предполагать, что за прошедшее с этого срока время потери на тоннаже в связи с дальнейшим падением уровня удвоились. К этому надо добавить больший (против обычного) износ транспортного и дноуглубительного флотов. Уменьшение амортизационного срока износа морских судов имеет место как систематическое явление, главным образом на мелководных участках, и выражается в стирании днищевых частей стальной обшивки о грунт, а для судовых двигателей — и в излишних ремонтах (с вытекающими отсюда судовыми простоями), так как в пути приходится пользоваться на мелководье загрязненной забортной водой. Увеличение же дноуглубительных и дноочистительных работ, естественно, увеличивает износ соответствующего оборудования,

требует большого ремонта и расширения его мощности (земснарядов, земкаранавов и пр.).

Судоремонтная база Бакинского порта (заводы, мастерские) требовала стоящего больших средств приспособления к новым положениям уровня.

Общие убытки от снижения уровня Каспия, по флоту и портам Азербайджана, составили ориентировочно 200 млн. руб.

НЕФТЯНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Каспийское море может быть названо не только рыбным и сульфатным, но и нефтяным. Окружающее Каспий побережье, особенно западное, включает в своих недрах огромные, далеко еще не освоенные нефтяные богатства. Исключительно богаты нефтью прибрежные территории Азербайджана, а также морское дно прилегающих к ним акваторий (особенно у Апшеронского полуострова, островов Бакинского и Апшеронского архипелагов, в районе Нефтечала и залива им. Кирова). Современная нефтяная промышленность республики тесно связана с Каспийским морем. Связь эта касается материковой и морской нефтедобычи и нефтепереработки, морской нефтегазразведки, морского нефтевывоза и строительства.

Понижение уровня Каспийского моря оказало отрицательное влияние на нефтяную промышленность Азербайджана:

- 1) в отношении обеспечения производственной связи с естественными и искусственными (стальными) островами, где размещены эксплуатационные и разведочные нефтескважины;
- 2) в отношении приспособления к снижавшемуся уровню многочисленных береговых насосных станций, подающих воду на нефтепромыслы и нефтезаводы для технологических и противопожарных нужд, а также пристанских сооружений и других объектов;
- 3) в отношении потерь нефтепродукции, вследствие перебоев доставки технической воды на нефтеперерабатывающие заводы и многие промыслы.

Понижение уровня Каспийского моря само по себе может иметь для нефтяной промышленности Азербайджанской ССР двоякое значение, зависящее от величины и скорости падения уровня:

- 1) медленное снижение уровня вызывает необходимость постоянного приспособления хозяйства к новому уровню, что связано с крупными затратами труда и средств;
- 2) быстрое и значительное понижение уровня могло бы иметь, однако, и положительные последствия: из-под воды освободились бы высокопродуктивные площади нефтяных месторождений, что позволило бы широко использовать технико-экономические выгоды наземной добычи, вдвое-втрое более дешевой, чем морская.

Пока еще трудно полностью подсчитать убытки, понесенные нефтепромышленностью в связи с понижением уровня Каспийского моря.

Понижение уровня Каспия на 2,5 м изменило в некоторой степени и волновой режим на некоторых мелководных акваториях, где расположены многочисленные нефтяные скважины. Волны здесь деформируются, разрушаются, что даже при небольших ветрах затрудняет производственную связь с местами разработки морских нефтяных месторождений. Понижение уровня оказывает также заметное влияние и на условия образования льда на неглубоких местах моря, ухудшая ледовые условия в особо суровые зимы (один раз в 15—20 лет).

При соответствующей синоптической обстановке в Северном Каспии происходит отрыв от ледяных полей значительных масс льда, которые движутся силой ветра и течения на юг к Апшеронскому полуострову, нанося большой ущерб морским нефтяным сооружениям, как это, например, произошло зимой 1953/1954 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Какая высота уровня Каспийского моря была бы наиболее полезна (оптимальна) для хозяйства Каспия в целом?

Поднятие уровня Каспия на 2,0—2,5 м, до прежней его высоты, вызовет следующие последствия.

а) Обводнятся десятки тысяч квадратных километров суши (ставшей таковой при понижении уровня) — высокопродуктивных нерестовых и рыбных кормовых угодий, что через несколько лет намного увеличит промысловую продуктивность моря, доведя уловы примерно до прежней высоты.

б) Морской транспорт получит возможность свободного хождения почти на всей акватории Каспия; резко уменьшатся землечерпательные работы, полнее будет использоваться судовая тоннаж, сократятся судоремонтные и портовые работы, что снизит себестоимость продукции флота.

в) Сульфатная промышленность Кара-Богаз-Гола, получив увеличенный сток каспийской воды, восстановит промышленную гидрохимию залива.

г) В отношении нефтяной промышленности вопрос обстоит сложнее. Здесь для пристанских сооружений и нефтефлота благоприятен более высокий, чем теперь, уровень моря; для береговых насосных станций существующий уровень можно считать оптимальным, так как он не вызовет надобности в некотором перемещении всасывающих устройств (при повышении уровня); наконец, для нефтегазразведки, строительства и нефтедобычи на море поднятие уровня на 2,0—2,5 м может создать осложненные условия; однако в целом ни эксплуатация нефтяных скважин, ни строительство морских вышек, ни разведочные работы не будут сколько-нибудь существенно нарушены.

Принимая во внимание все сказанное, можно сделать вывод о том, что оптимальным уровнем, обеспечивающим в целом нормальное функционирование и дальнейшее развитие связанного с Каспием хозяйства, является средний многолетний уровень, соответствующий отметке 326 см по бакивскому футштоку.

Наиболее отвечающим созданным условиям является проект Б. А. Аполлова. Хорошим дополнением к этому проекту было бы осуществление питания Каспия через водосборный бассейн Волги водами северных рек (Печоры, Вытегры, Сухоны и др.). Это увеличило бы годовой сток Волги, и через 15—20 лет приток северных вод оказал бы заметное влияние на устойчивость повышенного уровня.

В. Д. Ко́драшов

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ДАГЕСТАНСКОЙ АССР И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ И В ПЕРСПЕКТИВЕ

КРАТКАЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕК ДАГЕСТАНА

Водохозяйственные потребности народного хозяйства Дагестанской АССР обеспечиваются за счет водных ресурсов Терека, Сулака и Самура, а также ряда более мелких рек: Аксая с притоком Яман-су, Акташа с притоком Ярык-су, Шура-Озень, Манас-Озень и др., Гамри-Озень, Уллу-чая, Дарвак-чая, Рубас-чая, Дюркен-чая с ее составляющими Чирах-чай и Курах-чая. Помимо этих рек, имеются совсем мелкие речки и ручьи — Черкес-Озень, Инче-Озень, Кака-Озень, Куру-чай и др., дающие сток только в период выпадения значительных атмосферных осадков.

Реки Дагестана находятся в самых разнообразных физико-географических условиях. По характеру питания реки Дагестанской АССР делятся на реки ледникового питания, берущие свое начало в горах Кавказского хребта (Терек, Сулак, Самур), и реки родникового питания, истоки которых находятся на высоких плоскогорьях и в предгорьях Кавказа.

Реки ледникового питания в своем верхнем течении отличаются стремительным течением, производящим огромную разрушительную работу по размыванию горных пород. Ложа этих рек представляют собой глубокие и узкие долины, превращающиеся в отдельных местах в глубокие ущелья с отвесными берегами. Характерны нагромождения валунов, крупных камней и гальки, передвигаемых паводками вниз по течению. Вывод воды для орошения весьма затруднен. При выходе с гор на плоскость уклоны рек резко уменьшаются, течения замедляются, долины и поймы значительно расширяются. При прохождении крупных паводков поймы затопливаются, так что иногда вода выступает из берегов; все принесенные с гор наносы осаждаются в поймах, образуя в реке перекаты, отмели и острова, русла разбиваются на несколько протоков, а в самих устьях крупных рек обычно формируются обширные, сложные, заболоченные дельты. Русло Терека проходит в валах. Для рек ледникового питания межень период приходится на зимние месяцы с более или менее плавным переходом к периоду половодья (примерно с мая по август) и таким же плавным спадом до межени (декабрь—февраль). Эта картина нарушается лишь отдельными кратковременными максимумами половодья вследствие выпадения атмосферных осадков в более или менее значительных размерах. Максимальные половодья объясняются именно

совпадением по времени наиболее интенсивного таяния снега и ледников Главного хребта и продолжительных («обложных») дождей.

В целом реки ледникового питания весьма благоприятны для орошения, так как увеличение водоносности рек совпадает с периодом большей потребности в воде.

Реки родникового питания по величине, водоносности и режиму резко отличаются от рек ледникового питания. При выпадении в пределах их водосборной площади сильных ливней в течение нескольких часов проходят разрушительные паводки. При этом крупные наносы осаждаются главным образом в средней части рек, более мелкие — в нижних участках, часть их выносится в море. В равнинной части русла их более извилисты и образуют излучины, скорость течения замедляется, ложе подвергается сильной деформации. Многие мелкие реки в период меженного состояния, особенно в вегетационный период, не в состоянии достигнуть моря и исекают в песках и солончаках, образуя заболоченные пространства. Общая протяженность основных русел 21 реки в пределах территории Дагестана достигает 3,5 тыс. км.

Среднегодовой расход рек составляет около 580 м³/сек, из них крупных рек — Терека, Сулака и Самура — 547 м³/сек, или 94,2%.

Среднегодовой сток воды всех рек составляет 18,3 км³, из них крупных рек — 17,2 км³; на долю остальных приходится 1,1 км³. От общего стока всех рек Каспийского бассейна, равного 342 км³, сток крупных рек Дагестана составляет всего 5,3%.

СОВРЕМЕННЫЙ И ПЕРСПЕКТИВНЫЙ РАЗБОР ВОД РЕК ДАГЕСТАНА

Использование водных ресурсов Терека, Сулака и Самура в настоящее время и в перспективе представляется в следующем виде.

Терек. Среднегодовой (1925—1953 гг.) годовой жидкий сток Терека по Каргалинскому гидропосту составляет 9,70 км³ (или 8,65 км³ при 75%-ной обеспеченности); в эту величину не входит объем воды, используемый на орошение (с 1953 г.) сельскохозяйственных культур в бассейне реки выше Каргалинского створа, общей площадью 68,5 тыс. га, в том числе в зоне системы им. Дзержинского Дагестанской АССР — 27,9 тыс. га, оросительных систем Грозненской области — 5,4 тыс. га и оросительных систем в верховьях бассейна Терека — 35,2 тыс. га¹.

Из указанного выше стока следует исключить не учитываемый Каргалинским створом объем воды, используемый на орошение площади 45 тыс. га в дельтовых районах левобережья Терека (Грозненская область), составляющий примерно 0,68 км³. Таким образом, в настоящее время Терек сбрасывает в Аграханский залив жидкий сток в объеме около 9 км³.

В перспективе в бассейне Терека предусматривается орошение площади до 484 тыс. га; кроме того, забор воды из Терека в Терско-Кумский канал в количестве до 100 м³/сек и сброс для рыбного хозяйства в низовьях реки — до 40 м³/сек.

¹ По данным «Схемы переустройства водозаборных сооружений Дзержинской оросительной системы в Дагестанской АССР», Южгидропроводхоз, Ростов н/Д, 1954, т. III, кн. 1. Техн. часть, стр. 94 и стр. 30. Утв. Министерством водного хозяйства РСФСР в 1955 г.

При этом требуется:

- а) для водопотребления терских оросительных систем
и рыбного хозяйства 4,84 км³
б) для водопотребления Терско-Кумского канала 2,78 »

Всего 7,62 км³

С учетом частичного возвратного поступления воды из предназначенной для рыбного хозяйства и санитарного сброса будет ежегодно забираться воды около 7 км³ и поступать в море 1,65 км³ при 75%-ной обеспеченности (или по бытовым расходами — 2,70 км³). Все величины рассчитаны, исходя из условий незарегулированного стока. На ноябрьской сессии АН СССР 1933 г., посвященной проблеме Волго-Каспия, предполагаемое изъятие воды Терека было исчислено в объеме 6 км³*

Сулак целиком является внутренней рекой Дагестанской АССР и используется в настоящее время исключительно для нужд народного хозяйства республики. Гидрологическая станция у сел. Мнатлы учитывает весь сток реки до разбора его крупными оросительными системами плоскостной части Дагестана.

По данным гидрологических расчетов за 1925—1953 гг., среднемноголетний годовой расход воды в этом створе равен 177 м³/сек и сток — 5,59 км³. Расход и сток (75% обеспеченности) соответственно составляют 159 м³/сек и 5,02 км³. В настоящее время из стока Сулака используется для орошения площади 60 тыс. га около 0,60 км³.

Потребность в воде для различных водохозяйственных нужд в бассейне Сулака составляет (км³):

- а) для орошения 24 тыс. га в горной части бассейна . . . 0,56
б) » » 280 тыс. га в плоскостной части бассейна 2,74
в) » водоснабжения 0,09
г) » рыбного хозяйства (озерного) 0,33
д) » сброса на рыбохозяйственные нужды в низовьях Сулака и санитарный сброс 0,94

Всего 4,66 км³

Таким образом, сток р. Сулак в перспективе почти полностью будет использован на орошение и рыбное хозяйство в бассейне реки.

При расчетах учитывались условия зарегулирования стока Сулака крупными водохранилищами, сооружаемыми для гидроэнергетического строительства в бассейне реки.

Водосборная часть бассейна р. Самур целиком находится в пределах Дагестанской АССР. В нижней своей части, на участке от сел. Чах-Чах (Зухульского моста) до горы Калей-Сувар, она граничит с Азербайджанской ССР.

Согласно данным наблюдений (по гидрометрическому створу) в районе Зухульского моста (у сел. Чах-Чах), учитывающих почти полностью сток Самура, за вычетом потребления в водосборной части бассейна среднемноголетний годовой сток составляет 1,95 км³ (по расчетам 75%-ной обеспеченности — 1,74 км³). Забор воды на орошение ниже этого створа в Дагестанской АССР и Азербайджанской ССР составляет в настоящее время примерно 0,50 км³.

* «Проблема Волго-Каспия». Труды ноябрьской сессии 1933 г. АН СССР. Изд. АН СССР, Л., 1934. Доклад Г. К. Ризенкамфа «Техническая схема реконструкции Волги», т. I, стр. 20.

По взаимной договоренности обеих республик использование стока р. Самур в перспективе распределен следующим образом:

- По Азербайджанской ССР 0,88 км³
» Дагестанской АССР 0,30 »
Неиспользуемый сток (в период паводков) 0,56 »

Всего 1,74 км³

Возможность зарегулирования стока в бассейне р. Самур при помощи водохранилищ весьма ограничена. Таким образом, свободный сток Самура уже в ближайшей перспективе составит всего около 0,5 км³ (или бытовой — 0,77 км³), изъятие — 1,18 км³.

На основании изложенных расчетов в таблице приведено современное и перспективное использование жидкого стока крупных рек Дагестана — Терека, Сулака и Самура.

Использование стока Терека, Сулака и Самура, км³

Река	Среднемноголетний годовой сток		Современный разбор воды	Перспективный разбор воды	Остаток стока, поступающий в море (перспективный)	
	бытовой	75%-ной обеспеченности			бытовой	75%-ной обеспеченности
Терек	9,70	8,65	0,68	7,00	2,70	1,65
Сулак	5,59	5,02	0,60	4,19	1,40	0,83
Самур	1,95	1,74	0,50	1,18	0,77	0,56
Итого	17,24	15,41	1,78	12,37	4,87	3,04
%	100,00	100,00	11,50	80,20		19,80

В перспективе общий объем изъятия воды из этих рек для нужд народного хозяйства намечается в размере 12,37 км³; на ноябрьской сессии АН СССР 1933 г., посвященной проблеме Волго-Каспия, предполагаемое изъятие воды было определено в количестве около 8 км³.

Попутно отметим наблюдающееся (по крайней мере в бассейне Сулака) существенное уменьшение за последние 15 лет водоносности рек и уменьшение дебита родников.

О. Н. Махедниязов

ВЛИЯНИЕ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ НА НАРОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО ТУРКМЕНСКОЙ ССР

Значительная часть Каспийского моря примыкает к границам Советского Туркменистана. На развитие народного хозяйства и культуры Туркменской ССР Каспийское море оказывает огромное влияние.

Первое общение туркмен с русскими, приведшее к присоединению Туркмении к Российской империи, произошло по Каспийскому морю; по восточному его берегу жили туркмены, занимавшиеся скотоводством и рыболовством. С присоединением туркменских племен к Российской империи в туркменские воды начали проникать русские рыбопромышленники; рыболовство стало заметно расширяться, и для большей части прибрежного туркменского населения стало основным источником существования. К 1923 г. в районе Гасан-Кули уже работало до 3600 ловцов, из них туркмен числилось не менее 2600. Судов, занятых в рыболовстве, насчитывалось 1459, из которых морских стоечных было около 350. Общий улов доходил до 706 тыс. ц. Основными породами рыб являлись сазан, вобла, севрюга, осетр, белуга, судак и сельдь.

После Великой Октябрьской социалистической революции, с организацией рыболовцевских колхозов, с одной стороны, и треста «Туркменрыба» — с другой, добыча рыбы значительно увеличилась: к 1934 г. улов доходил до 183,3 тыс. ц. В то время в Гасан-Кули существовало уже три рыбозавода.

Крупное рыбохозяйственное значение для Туркменской ССР имеет лишь юго-восточное побережье Каспийского моря, на котором и сосредоточено все промышленное рыболовство республики.

Понижение уровня Каспийского моря не могло не отразиться на рыбной ловле туркменских колхозников, а также треста «Туркменрыба»: вода отошла от берегов на 8—10 км, и все три рыбозавода в районе Гасан-Кули пришлось закрыть; улов воблы почти прекратился (снизился с 108,5 тыс. ц в 1934 г. до 1,1 тыс. ц в 1955 г.); совершенно не стало сазана, что отразилось на доходности рыболовцевских колхозов.

Если раньше на Каспии почти не ловилась килька, да и не знали методов ее лова, то теперь на помощь рыбакам пришел метод П. И. Борисова — ловля кильки на свет. Этот метод дал прекрасные результаты. Теперь на Каспии круглый год идет лов кильки, что и дает возможность выполнять ежегодно увеличивающийся план лова рыбы по тресту «Туркменрыба».

Падение уровня моря и связанное с ним обмеление значительно

затрудняют и перевозку рыбы. В связи с обмелением прибывающие новые суда не проходят в бухту на ремонтные базы.

Каспийское море играет особенно большую роль в народном хозяйстве Туркменской ССР еще и потому, что восточное побережье его по своим геологическим, физико-химическим особенностям и экономическому значению занимает в республике особое место. На территории Советского Туркменистана расположен залив Кара-Богаз-Гол — величайшее в мире месторождение сульфата натрия, сульфата магния, хлористого магния и многих других ценных солей. В 50 км от Красноводска — в Куули-соль — находятся крупнейшие залежи поваренной соли; здесь же когда-то была и пристань, потом стал работать причал в порте Киянды, находящемся в 8 км от Куули-соль. Теперь, в связи с падением уровня Каспийского моря, большие суда подходить к причалу Киянды не могут. В 1943 г. порт в Киянды был углублен и затрачено на это миллионные средства.

Куули-соль богата не только поваренной солью, но и большими запасами астраханита, эпсомита, бромистого калия и некоторых редких элементов. Это ставит вопрос о необходимости комплексного использования богатейшего месторождения весьма ценных солей, но использование этого природного богатства значительно затрудняется из-за продолжающегося понижения уровня Каспийского моря.

Решение проблемы водного баланса Каспийского моря имеет прямое отношение и к другим отраслям народного хозяйства Туркмении: нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей и др. К 1960 году здесь должно быть добыто много миллионов тонн нефти, которая в основном будет перерабатываться на красноводских нефтеперерабатывающих заводах и перевозиться морским и ж.-д. транспортом.

Согласно исследованиям последних лет, на восточном побережье Каспия располагается богатейшая нефтеносная область Западного Туркменистана с рядом нефтеносных структур, часть которых расположена на суше, другая — в море. Подводный склон восточного побережья Южного Каспия, так же как и прилегающая к нему Западно-Туркменская депрессия, хранят огромные, далеко еще не полностью разведанные запасы нефти, битумов и газа. В грязевых вулканах западнее Челекена отмечены выходы высококачественной жидкой нефти и газа. Кроме того, тут же находится подводное месторождение озокерита.

Перспективность нефтеносности подводного склона восточного побережья Южного Каспия неоспорима, и она, по данным наших геологов, не уступает перспективности подводного склона Апшеронского полуострова. Крупнейшим в СССР предгорным нефтегазоносным бассейном является Среднекаспийский бассейн. По условиям залегания нефти и богатствам залежей очень близки к азербайджанским пустынные районы Западного Туркменистана, где нефть добывается в продуктивной толще, составляющей самую верхнюю часть третичных слоев.

За последнее время возникли совершенно новые промышленные города, оборудованные водопроводами и газовым отоплением в домах (Небит-даг, Кум-даг, Челекен). Предусмотрена прокладка газопровода Кызылкум — Красноводск.

В дальнейшем развитии экономики Советского Туркменистана значительную роль будет играть грузооборот морского транспорта на Каспии. На восточном берегу Каспийского моря, у подножия гор Шах-Гадам, расположен город-порт Красноводск, единственный на всем восточном побережье Каспийского моря имеющий железнодорожное сообщение с магистралями Советского Союза.

Красноводский морской порт принимает грузы, идущие в республику Средней Азии со всех портов Каспийского моря, а также из республик Средней Азии и Казахстана, идущие на Кавказ и в города Российской Федерации. Основными грузами являются нефть и нефтепродукты, рыба и продукция рыбной промышленности, лес и другие строительные материалы, хлопок, соли, зерно, химикаты, всевозможные сельскохозяйственные машины, экспортные товары. Все это определяет важное транспортное значение Красноводского порта.

В порто-пункте Аладжа вследствие незначительных глубин нефтеналивные танкеры загружаются на 70% грузоподъемности, что вызывает необходимость увеличения нефтеналивного флота и, как следствие, удорожание перевозок. Эти трудности, вызванные понижением уровня Каспийского моря, преодолеваются высокой механизацией погрузочно-разгрузочных работ.

Значение снижения уровня Каспийского моря для народного хозяйства Туркменистана (водного транспорта, рыболовства) бесспорно. Спешая эффективность работ, оно вызывает дополнительные затраты сил и средств. Проблема регулирования уровня Каспийского моря имеет большое значение и для Туркменской ССР.

Теперь, когда ставится вопрос относительно регулирования уровня Каспийского моря, мы не можем обойти молчанием вопрос о переброске воды Аму-Дарьи (от Керков) в Каспийском море, хотя эта вода в основном будет разбираться на орошение полей по пути от истока до устья, на протяжении 1300 км. Сейчас вода Каракумского канала находится от водозабора в Аму-Дарье на расстоянии 409 км, недалеко от Мургабского оазиса: это уже завоеванный участок пустыни. В дальнейшем канал должен дойти до Арчмана, расположенного от водозабора на Аму-Дарье на расстоянии 918 км; от Арчмана до Каспийского моря останется около 400 км. Вода Аму-Дарьи, доведенная до Каспийского моря, в общем балансе стока воды в море много не даст, но в устье Каракумского канала у Балханского залива произойдет значительное опреснение морской воды; появятся почти исчезнувшие в наших туркменских водах ценные породы рыб — сазан, белуга, осетр, вобла, что даст возможность значительно расширить рыбный промысел ценных пород рыб.

Понижение уровня Каспийского моря наносит народному хозяйству Туркменской ССР значительный ущерб, который будет возрастать с дальнейшим понижением уровня моря.

Кара-Богаз-Гол необходимо сохранить, а для поднятия уровня Каспийского моря следует искать другие возможности, например в переброске стока северных рек в бассейн Волги и др.

Б. А. Шужаков

РАЗВИТИЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ

Водные ресурсы Северного Кавказа состоят из следующих основных водных артерий:

Река Кубань со среднегодовым стоком	12,5 км ²
» Терек » » »	11,0 »
» Сулак » » »	5,6 »
» Самур » » »	2,3 »
» Кума » » »	0,3 »
Реки западного побережья Каспийского моря от р. Самур до Махачкалы	0,7 »
Реки Приазовья от р. Протоны до устья Дона	0,6 »
Реки Мавычской котловины	0,8 »
Всего	33,8 км ²

Суммарный годовой сток на территории Северного Кавказа составляет около 1500 м³ воды на 1 га. Наличие на Северном Кавказе, районов, недостаточно обеспеченных водой, и близость мощных водных артерий — Дона и Волги — позволяют при правильном распределении и целесообразном использовании водных ресурсов создать достаточную водообеспеченность для сухих и засушливых районов Северного Кавказа.

Проблема перераспределения водных ресурсов Северного Кавказа давно ставилась специалистами. В дореволюционный период были осуществлены так называемые Эрстовский и Куро-Марьинский каналы, выведенные из р. Малка для обводнения южной части Моздокской степи. После Октябрьской революции, в период восстановления, уже были выполнены работы по обводнению и частичному орошению всей Моздокской степи системой Терских каналов, закончены работы по обводнению Алханчуртской долины водой р. Терек, сооружены Мало-Кабардинская оросительная система для орошения Малой Кабарды, а в дальнейшем — Надтеречной плоскости водой р. Терек, канал Октябрьской революции для орошения Присулакской низменности водами р. Сулак. В период довоенных пятилеток методом народных строков было осуществлено строительство Самур-Дивичинского канала для обводнения и орошения водой р. Самур засушливых земель северного Азербайджана, построен Невинномысский канал для переброски воды р. Кубань в маловодную степную реку Большой Егорлык и по ней в Западный Маныч для наполнения построенных в этот же период Веселовского, Устьевского и Пролетар-

ского водохранилища в долине Маныча в целях создания водного пути по Манычу от р. Дон до с. Дивного, для орошения, обводнения, рыбопродукции и получения гидроэнергии. В первую пятилетку выполнены работы по орошению в низовьях Кубани рисовых плантаций, опреснению группы приазовских лиманов, являющихся ценными рыбохозяйственными угодьями, и развиты работы по дальнейшему обводнению и орошению Моздокских стений.

В послевоенный период осуществлен крупный водохозяйственный комплекс — Волго-Донской судоходный канал им. В. И. Ленина, создавший сквозной водный путь от северных до южных морей. Создано Цимлянское регулирующее водохранилище, обеспечивающее орошение до 750 тыс. га и обводнение 3 млн. га и работу гидростанции мощностью до 180 тыс. квт.

Завершено строительство плотин на р. Кубань для питания Невинномысского канала, Ново-Троицкого водохранилища и Право-Егорлыкского канала для обводнения и частичного орошения северо-западной части Ставрополя и приманычских районов Ростовской области.

Строится Терско-Кумско-Манычский канал с Чограйским водохранилищем на р. Верхний Маныч, позволяющие перебросить воду Терека в самые безводные восточные районы Северного Кавказа для обводнения и выборочного орошения Ногайских стений и Черных земель, для развития тонкорунного и каракулевого овцеводства. Попутно будут созданы крупные водохранилища для рыбоводства и гидростанций.

В низовьях Терека закончено строительство Каргалинской плотины и осуществляется строительство Копайского узла, что позволит использовать рукава Терека как распределительные каналы с регулируемым расходом для орошения свыше 100 тыс. га и обводнения до 0,5 млн. га.

Главным потребителем воды является сельское хозяйство (на орошение и обводнение); значительно меньше расходуется воды на промышленное и коммунальное водоснабжение. Гидроэнергетика, водный транспорт и рыбное хозяйство не являются прямыми потребителями воды, а предъявляют лишь определенные требования к водным источникам в смысле обеспечения необходимых расходов, падений, глубин, но при разрешении этих задач в условиях Северного Кавказа неизбежны значительные затраты воды на испарение с обширных площадей водохранилищ Цимлянского, Веселовского, Чограйского, Ново-Троицкого, Сентилеевского, Тщикского, Шапсугского, Краснодарского и др.

Орошаемая площадь на Северном Кавказе и в низовьях Дона на 1 января 1956 г. составляла 571 тыс. га, в том числе:

Дагестанская АССР	183 300 га	Краснодарский край	41 000 га
Грозненская обл.	116 800 »	Ставропольский край	37 500 »
Ростовская	131 400 »	Северо-Осетинская АССР	9 950 »
Кабардинская АССР	51 000 »		

В ближайшие годы орошаемая площадь превысит 1 млн. га, что значительно увеличит использование наличных водных ресурсов.

Перспективными разработками предусматривается осуществление на Северном Кавказе и в низовьях Дона ряда водохозяйственных мероприятий.

Бассейн Терека. Сооружаемый в настоящее время Терско-Кумский канал является магистралью, подающей воду для обводнения и орошения Ногайской степи. Головное сооружение располо-

жено на Тереке в 18 км выше г. Моздок. При расчетном расходе канала 100 м³/сек сооружение учитывает возможность увеличения его расхода до 200 м³/сек. Терско-Кумский канал (длиной 148 км) забирает из Терека ежегодно 2,7 км³ воды; на падениях канала запроектированы 3 гидростанции общей мощностью 32 тыс. квт.

К востоку от трассы Терско-Кумского канала вода подается для обводнения 1,5 млн. га и орошения 140 тыс. га, из них 120 тыс. га лиманного орошения Ногайской степи. Кроме того, в низовьях Кумы проектируется устройство лиманного орошения на площади свыше 5 тыс. га.

Для полного хозяйственного освоения западной части Прикаспийской низменности и создания базы высокопродуктивного тонкорунного овцеводства предусматривается продолжение Терско-Кумского канала за р. Кумой — Кумо-Манычский канал, по которому воды Терско-Кумского канала и р. Кумы будут транспортироваться в Чограйское водохранилище (на Маныче) емкостью до 1 км³, с проектируемым последующим увеличением ее до 2 км³. Из Чограйского водохранилища вода через Подъергенский канал будет направляться на обводнение и орошение южной части Черных земель.

Каргалинский гидроузел на Тереке. В 1956 г. было закончено строительство Каргалинской плотины и начато строительство Копайского узла. Эти сооружения обеспечивают подачу регулируемых расходов в основные рукава Терека для орошения 108 тыс. га высокоэффективных сельскохозяйственных культур: виноградников, садов, овощных и рисовых плантаций, посевов кенафа, конопли и пр.

В среднем течении Терека предусмотрено строительство Надтеречного канала, который является продолжением магистрального канала Мало-Кабардинской оросительной системы и обеспечит орошение 12 тыс. га и обводнение 115 тыс. га.

На существующих оросительных системах Алханчуртской и Мало-Кабардинской, Асса-Суниженской, Аргунской и на Гудермесской плоскости намечается расширение орошаемой площади до 50 тыс. га.

В связи с значительным расширением орошаемых водой Терека земель должен быть разрешен вопрос о переводе правобережной Держинской оросительной системы Терека на питание водой р. Сулак. Оросительная система им. Держинского обеспечивает орошение 27,4 тыс. га, в перспективе намечается довести площадь орошения до 104 тыс. га. Кроме того, в Даг. АССР намечено расширить орошение водой р. Сулак по Сулак-Юзбашской системе 61 тыс. га, по системе им. Октябрьской революции — 20,2 тыс. га, по Тальминской — 17,3 тыс. га, по Шамхал — Янги-Юртовской — 20,4 тыс. га. Таким образом, площадь орошения водой р. Сулак в перспективе должна увеличиться на 222,9 тыс. га.

На других системах Дагестанской АССР намечено расширение орошаемых площадей в следующих размерах: по Самур-Дербентской системе — с 12,9 до 30,4 тыс. га, по мелким системам на плоскости и в горах — на 13 тыс. га. В перспективе намечено иметь в Дагестанской АССР 413 тыс. га орошаемых земель.

Бассейн р. Кубань. В низовьях Кубани к 1960 г. оросительные системы для возделывания риса должны быть проведены на площади до 100 тыс. га, в том числе:

по Кубанской системе	21,5 тыс. га
» Петровско-Анастасьевской	23,5 » »
» Афицкой	7,5 » »
» Крюковской	11,5 » »
» Марьяно-Чубургольской	36,0 » »

В настоящее время орошаемая площадь для возделывания риса равна 23,4 тыс. га; следовательно, прирост орошаемой площади составит 76,6 тыс. га, и площадь, занятая под рис, будет доведена до 70 тыс. га.

Для обеспечения этих систем необходимыми расходами воды в 1956—1960 гг. должны быть построены Краснодарское водохранилище емкостью 2 км³, Восточный нагорный канал и Крюковское водохранилище для регулирования стока горных рек. В степных районах края на базе Северо-Егорлыкского канала и на Чибийской системе намечена мелиорация на площади 10 тыс. га и обводнение 1,9 млн. га. В среднем течении р. Кубань будет продолжено строительство обводнительно-оросительных систем на Северо-Егорлыкского канала, обеспечивающее обводнение 1,5 млн. га (из них 0,44 млн. га в Ростовской области и 1,06 млн. га в Ставропольском крае), и орошение 32,0 тыс. га, из них 26,8 тыс. га — в Ставропольском крае и 5,2 тыс. га в Ростовской области.

В верхнем течении Кубани должна быть осуществлена Кубань-Калаусская обводнительно-оросительная система, которая охватит площадь в 3 млн. га. Обводнение и орошение в зоне системы должно обеспечить развитие животноводства, в особенности тонкорунного овцеводства, механизацию подачи воды, значительное расширение кормовой базы за счет посевов на орошаемых площадях трав, зерно-фуражных и силосных культур, а также огородов, садов, виноградников. Выборочное орошение будет осуществлено на площади 200 тыс. га в 110 колхозах и 80 совхозах. На системе будет построено крупное водохранилище — «Большое» — на перепадах гидроэлектростанции, общей мощностью до 250 тыс. квт. В верховьях сухих рек и балок устраивается 30 регулирующих обводнительных водохранилищ, из которых вода будет подаваться постоянным током по балкам и ручьям. На водораделах устраивается 140 обводнительных прудов и копаней, питающихся из каналов системы.

Бассейн р. Кумы. В восточной части Ставропольского края имеется старинное орошение в пойме р. Кумы. Расширение площади орошения возможно только путем зарегулирования стока Кумы Откаженским водохранилищем объемом 108 тыс. м³. По схеме водных ресурсов Кумы выше водохранилища орошаемая площадь достигнет 11 350 га и ниже водохранилища — 19 500 га. Кроме того, для создания нужного подпора необходима постройка Стародубской плотины на Куме (плотина обеспечит орошение до 3600 га) и Покойненской плотины для питания водой Северо-Кумского канала для орошения 5910 га залежных земель в пойме Кумы. Основными орошаемыми видами хозяйства по Куме являются виноградники, сады, огороды, поля с многолетними травами и кукурузой.

Низовья Дона — реки Сал и Маньч. С окончанием строительства Донского магистрального канала, Багаевско-Садовской оросительной системы орошаемая площадь будет доведена в Ростовской области до 165 тыс. га, из них до 16 тыс. га под рисовые севообороты, до овощного направления. Донской магистральный канал будет продлен до Пролетарская, что обеспечит орошение площади в 20,5 тыс. га, на которых намечена организация пяти рисовых совхозов на площади 15,7 тыс. га, остальная площадь орошения распределяется по пяти колхозам. Окончание Донского магистрального канала позволит питать Веселовское и Устьевое водохранилища донской водой, а также подпитывать (в целях опреснения) Пролетарское водохранилище и оз. Гудило, освободив ку-

банскую воду для орошения и обводнения в Ставрополье и Краснодарском крае.

Мелиорация поймы Дона. Ниже Цимлянской плотин пойма Дона занимает 280 тыс. га. Учитывая перспективы развития животноводства и большое значение поймы в обеспечении кормами, можно без ущерба для животноводства выделить под посевы риса до 40 тыс. га, под огороды, сады и виноградники — до 16 тыс. га при обваловании и орошении.

Обводнение засушливых районов Ростовской области на площади до 2,5 млн. га необходимо осуществить, максимально используя местные водные ресурсы: местный сток и грунтовые воды, а для участков, не обеспеченных местными водами, подвести воду Дона или Терека.

Местным водным источником является р. Сал со среднегодовым стоком свыше 500 млн. м³. Сток может быть зарегулирован в нижней части верхней трети реки в месте слияния р. Кара-Сал и Джурак-Сал путем устройства водохранилища емкостью 150 млн. м³, которое обеспечит лиманное и правильное орошение на площади до 30 тыс. га и обводнение до 200 тыс. га. Кроме того, могут быть устроены водохранилища в нижнем течении р. Сал: Мартиновское и Кирсановское для зарегулирования излишков стока р. Сал и орошения как лиманного, так и правильного. Подача донской воды в восточные районы может быть осуществлена Верхне-Сальским каналом и рядом насосных станций.

Возможна также подача терской воды из Чограйского водохранилища сосредоточенными насосными станциями на Сало-Маньчский водораздел, и оттуда развод воды по суходолам с регулируемыми водохранилищами на них.

В результате всех осуществляемых и намеченных мероприятий на Северном Кавказе орошаемая площадь увеличится в 2—3 раза и площадь обводнения достигнет 6—8 млн. га.

К. М. Зубрик

ВЛИЯНИЕ ЗАРЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЛГИ НА ЕЕ НИЗОВЬЯ

Среди полупустынных и бедных водными источниками пространств Прикаспийской низменности Волго-Ахтубинская долина и дельта Волги являются оазисом со своеобразными и благоприятными условиями для развития сельского хозяйства. Большие площади земель Волго-Ахтубинской долины до сих пор почти ежегодно затапливаются весенне-летним паводком Волги и имеют отличную от окружающей полупустыни богатую растительность и более плодородные почвы.

Площади, которые хозяйственно связаны с Волго-Ахтубинской долиной и дельтой Волги, составляют свыше 5 млн. га. Из этой площади на собственно пойменное пространство Волго-Ахтубинской долины и дельты Волги приходится около 1,6 млн. га.

Сравнивая рассматриваемый район с примыкающей с запада территорией Сарпинской низменности и Черных земель и с площадями Урдинских, Денгиского и Ново-Богатинского районов Казахстана, примыкающими с востока, видим, что Волго-Ахтубинский район имеет в 3—5 раз больше сельского населения, в 3,5 раза больше скота и в 8—10 раз больше обрабатываемой пашни.

Рельеф поймы и дельты связан с древней и современной эрозией и аккумулятивной деятельностью Волги и всех ее многочисленных рукавов.

Характерной особенностью рельефа является сильная пересеченность многочисленными ериками и озерами.

В Волго-Ахтубинской пойме можно выделить два типа рельефа.

1) Бугристый, крупногрядистый и наиболее резко пересеченный рельеф представляет сравнительно молодую часть поймы, которая еще продолжает формироваться. Она покрыта преимущественно легкими песчаными почвами и непригодна для земледелия, тем более для орошаемого. Занята эта часть поймы пастбищами и лесостепной растительностью.

2) Более спокойным и равнинным рельефом представлены коренная, старая пойма и пойма в дельте. Здесь встречаются мелкие чередующиеся повышения и понижения (0,5—1,0 м), что затрудняет подготовку таких площадей под правильное орошение. Почвы равнинной поймы носят в основном суглинистый характер; они очень богаты гумусом и другими питательными веществами.

В современном состоянии Волго-Ахтубинская пойма и дельта Волги дают сельскому хозяйству ежегодный гарантированный минимум грубого

сена для скота, а также летний корм, необходимый для подкормки в годы крайней засухи на окружающих пустынно-степных пастбищах. В основном запасы сена, которые заготавливаются на пойме, регулируют объем местного животноводства и возможности использования естественных пастбищ в окружающей степи. Сбор пойменного сена значительно превосходит сбор с сенокосных площадей в степи; до сих пор он отличался большим постоянством, что обусловлено весенним половодьем Волги, когда значительная часть поймы ежегодно затапливается на тот или иной срок.

Вводом в действие Сталинградской и Куйбышевской гидроэлектростанций довольно резко зарегулирован сток Волги в сторону снижения высоты и продолжительности половодий. При одновременном действии Горьковского, Пермского, Куйбышевского и Сталинградского водохранилищ на Нижней Волге — от Сталинграда до дельты включительно, малые паводки прекратятся совершенно, средние станут малыми, сохранятся только высокие паводки несколько сокращенной продолжительности. В результате в течение более 50% гидрологических лет пойма не будет заливаться совершенно.

Такое изменение гидрологического режима Волги на участке от Сталинграда до моря вызовет существенное изменение растительных и почвенных условий на пойменных землях, например, Донская пойма ниже Цимлянского водохранилища ныне превращается в степь и солончаки, а на приволжских заливных лугах от Рыбинска до Горького после ввода в действие Рыбинского водохранилища резко снизилась урожайность луговых трав.

На увлажненных лугах Волго-Ахтубинской поймы в 1955 г. при высоком паводке урожай сена достигал 23—30 ц с га, в 1952 г. — в среднем 16—21 ц, а в 1954 г. при очень низком и коротком половодье на подвергшихся затоплению участках — 9—10 ц, на незатопленных — 3—5 ц с га.

Современная средняя урожайность пойменных сенокосных площадей оценивается в 12,6 ц с га; при зарегулированном режиме Нижней Волги урожайность уменьшается; в среднем на всех пойменных лугах урожайность снизится не менее чем наполовину. Пойменные пастбища снизят продуктивность не менее чем на одну треть.

Такое снижение продуктивности сенокосных угодий и пастбищ может резко отразиться на местном животноводстве, а с прекращением системы послеспадовых посевов (из-за усыхания поймы) — и на растениеводстве.

Исходя из природных условий Волго-Ахтубинской и дельтовой пойм, а также учитывая исторически сложившееся современное направление сельского хозяйства, можно ожидать, что в ближайшие 5—10 лет здесь будет сохранено и улучшено местное животноводство, основанное на системе пастбищного (в том числе и отгонного) использования естественных кормов прилегающих пустынно-степных земель. В целях повышения продуктивности животноводства должно быть организовано сохранение естественных лугов в пойме. Кроме этих простых хозяйственных задач естественных лугов в пойме. Кроме этих простых хозяйственных задач естественных лугов в пойме. Кроме этих простых хозяйственных задач естественных лугов в пойме.

В проектах сооружения гидроузлов на Волге не было учтено их влияние на сельское и рыбное хозяйство ниже Сталинграда. Эти вопросы

нашли свое, хотя, может быть, и неполное, отражение в разработанном схематическом проекте завершающего Нижне-Волжского гидроузла, или ГЭС. Основное влияние его на сельское хозяйство будет заключаться в потере определенной площади пойменных угодий, затапливаемых водохранилищем. На степень иссушения нижележащей поймы этот гидроузел никакого влияния не окажет, так как в зарегулировании стока Волги он не участвует.

Самым острым и сложным в проекте стал вопрос о защите от затопления земель Волго-Ахтубинской поймы, поскольку здесь в интересах гидроэнергетики можно ограничиться минимальным объемом и площадью водохранилища, так как оно почти не участвует в регулировании режима реки, а сельскохозяйственные земли, подлежащие изъятию под водохранилище, имеют высокую местную ренту. Наряду с обычным, классическим решением компоновки гидроузла, когда поперек долины сооружается фронт водоподпорных сооружений, в результате чего выше по течению реки образуется сплошное водохранилище, имеются варианты, согласно которым левобережная пойма полностью или частично ограждается от затопления соответствующим обвалованием.

На защищаемой части поймы предусматриваются обеспечение управляемого орошения земель, дренаж и защита от засоления, на что эти земли будут обречены в случае прекращения паводковых затоплений. Вопрос о том, по какому варианту компоновки окончательно рекомендовать строить Нижне-Волжский гидроузел, остался открытым; он решается дополнительной разработкой общей схемы использования водных и земельных ресурсов низовья Волги.

По целому ряду показателей и из соображений сохранения от затопления возможно большей площади Волго-Ахтубинской поймы сооружение гидроузла рекомендуется в районе сел. Енотаевки, примерно на полпути от Сталинграда до Астрахани.

Происшедшее за последние десятилетия снижение уловов рыбы в низовьях Волги и в Северном Каспии едва ли можно связать с осуществляемым гидроэнергостроительством и со снижением уровня Каспийского моря в той степени, как это некоторые предполагают. Следовало бы тщательно и объективно проанализировать влияние деятельности человека, главным образом в части отравления воды промышленными отходами и нефтепродуктами, а также по линии современной организации и методов рыболовства, имея в виду воспроизводство рыбных запасов.

В водохранилищах можно повысить уловы и воспроизводство рыбных запасов по сравнению с соответствующими участками реки в ее естественном состоянии. Правда, это будет преимущественно так называемая туводная рыба, для проходных же рыб создаются непреодолимые препятствия; их воспроизводство нужно организовать как-то по-новому.

Более всего может пострадать рыбное хозяйство низовий Волги и Северного Каспия вследствие того, что в связи с зарегулированием стока Волги прекратится регулярное паводочное заливание обширных площадей естественных нерестилищ в дельте реки. Предлагаемые до сих пор методы искусственного воспроизводства (даже современного сильно сниженного уровня) уловов рыбы не дают никаких надежд на успех как по масштабу (в сравнении с природой), так и по надежности.

Чтобы сохранить большие площади естественных нерестилищ в условиях будущего режима Волги, нужно управлять стоком в дельте. Это возможно без какого-либо большого гидросооружения в голове дельты (где-нибудь в районе сел. Лебяжьего), чтобы с его помощью можно было в нужное время иметь возможность зарегулированными расходами реки,

недостаточными для затопления всей дельты, заливать часть ее, наиболее ценную в рыбохозяйственном отношении. Такое сооружение в настоящее время запроектировано и получило название водоотделителя.

Вопросы рыбного хозяйства необходимо разрешить по всем низовьям Волги. Это подсказывают как анализ экономики и организации современного местного хозяйства, так и возможности будущего его развития.

Наступает существенное изменение режима годового стока основного «питателя» Каспийского моря — Волги. Это имеет большое значение для изучения и прогноза режима уровня моря, усугубляет и усложняет народнохозяйственные задачи, которые связываются с изменением уровня моря.

Н. В. Котлова

БАКИНСКАЯ БУХТА И ЕЕ РЕКОНСТРУКЦИЯ

Значение Бакинской бухты, на берегу которой расположен портовый город Баку — столица Азербайджанской ССР, по численности населения занимающий четвертое место среди городов СССР, достаточно известно. До революции это был один из самых антисанитарных городов России, лишенный канализации и водопровода. За годы Советской власти Баку в корне преобразился и стал красивым и благоустроенным городом, что в известной степени обусловлено и непосредственной близостью моря. Грузооборот Бакинского порта растет из года в год, и в настоящее время Бакинский порт занимает первое место среди портов Советского Союза. Основную часть грузов порта составляют нефтепродукты, переправляемые в другие порты моря; наиболее сильно загружена линия Баку — Астрахань, по которой идет главная масса нефтепродуктов.

Бакинская бухта (рис. 1) — один из районов нефтяного промысла. Старейшие месторождения нефти Ашшерона (например, Биби-Эйбат) расположены на берегу бухты. В связи с развитием морского бурения район, прилегающий к засыпанной территории Биби-Эйбатской бухты, покрыли нефтяные вышки; передовая линия их вынесена на Шихову косу, вытянутую в направлении к о-ву Наргин. Район морских нефтепромыслов в бухте продолжает расширяться.

По своему положению, обширности и глубине Бакинская бухта издавна считалась одной из самых лучших на Каспийском море. Акватория бухты почти не имеет мелей и рифов: «караван-сарай» к северу от мыса Баилов, Баиловская коса, банка Юпитера у мыса Шихов, небольшие камни и рифы у мыса Султан не создавали и не создают значительных затруднений для плавания.

Падение уровня Каспийского моря отрицательно сказалось и на Бакинской бухте, о чем свидетельствуют гидрографические характеристики (табл. 1).

Вследствие приглубости берегов (рис. 2) водное зеркало бухты пока еще незначительно сократилось в своих размерах (на 0,6%), более существенно потеряв в глубине (на 2 м) и объеме (на 25%).

Падение уровня Каспийского моря привело и к некоторому изменению гидрологических характеристик бухты.

Многолетний ход уровня в бухте, как и во всем море, за период с 1837 по 1956 г. характеризуется колебаниями уровня, которые до 1929 г. носят типичный циклический характер: ряд лет с высоким стоянием уровня сменяется годами с низким стоянием. Но с 1929 г. из года в год наблюдается резкий спад уровня, подобного которому не было за весь предшествую-

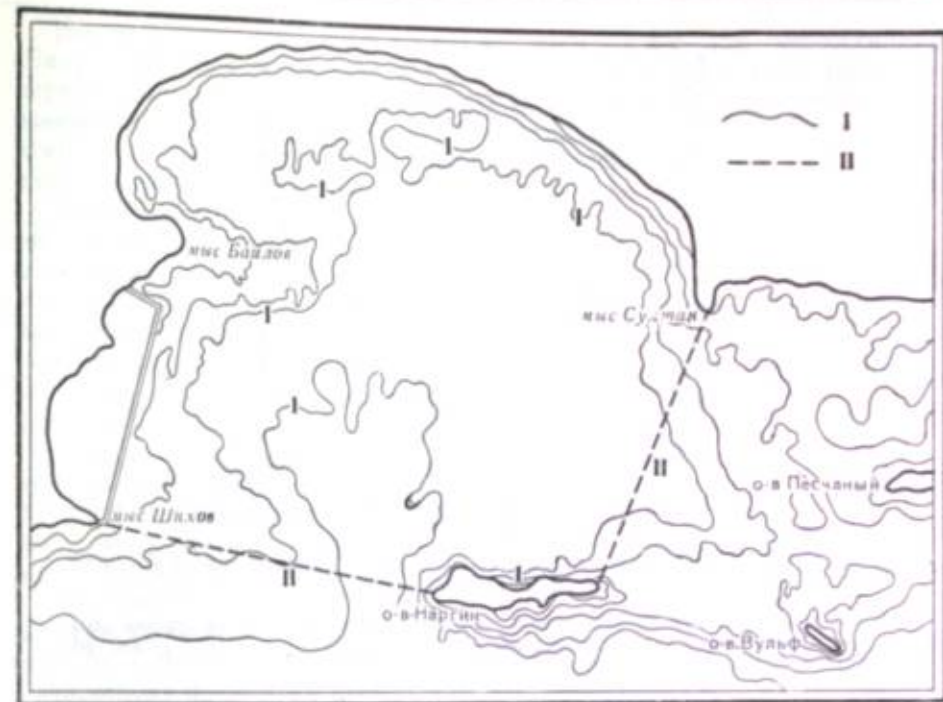


Рис. 1. Схематическая карта Бакинской бухты

I — шлюзы дна бухты; II — створы: мыс Шихов — о-в Наргин, о-в Наргин — мыс Султан

щий почти столетний период наблюдений: за это время уровень моря упал на 2,5 м. Средний многолетний уровень моря за указанный период — 310 см; наивысший средний годовой уровень наблюдался в 1882 г. и составлял

Таблица 1

Гидрографические характеристики Бакинской бухты

Характеристика	Уровень по баиловскому футштоку, см		
	326	126	-74
Длина, км:			
береговой линии	22,6	25,4	29,7
морских границ	10,9	10,9	9,8
Площадь зеркала*, км ²	71,5	71,0	68,3
Объем водной массы, м ³	571,4 × 10 ⁶	428,8 × 10 ⁶	289,0 × 10 ⁶
Глубина, м:			
средняя	8	6	4
максимальная	12	10	8

* За водное зеркало бухты принята площадь, ограниченная на юге и востоке створами мыс Шихов — о-в Наргин и о-в Наргин — мыс Султан.

405 см, наивысший — в 1956 г. — 90 см. Происшедшее снижение уровня не внесло каких-либо изменений в периодические и непериодические колебания уровня. Амплитуда колебаний уровня при стонно-нагонных явлениях может достигать 2 м.

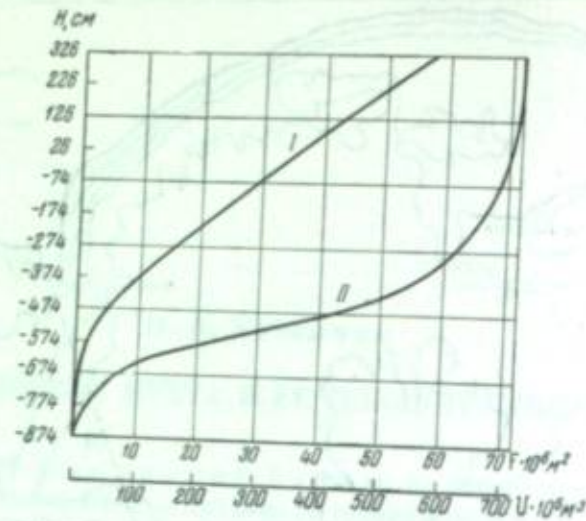


Рис. 2. Изменение площади водного зеркала (F) и объема водной массы (V) бухты при падении уровня (H)
 I — $v = f(H)$ — кривая зависимости объема (V) водной массы от уровня (H);
 II — $F = f(H)$ — кривая зависимости площади водного зеркала (F) от уровня (H)

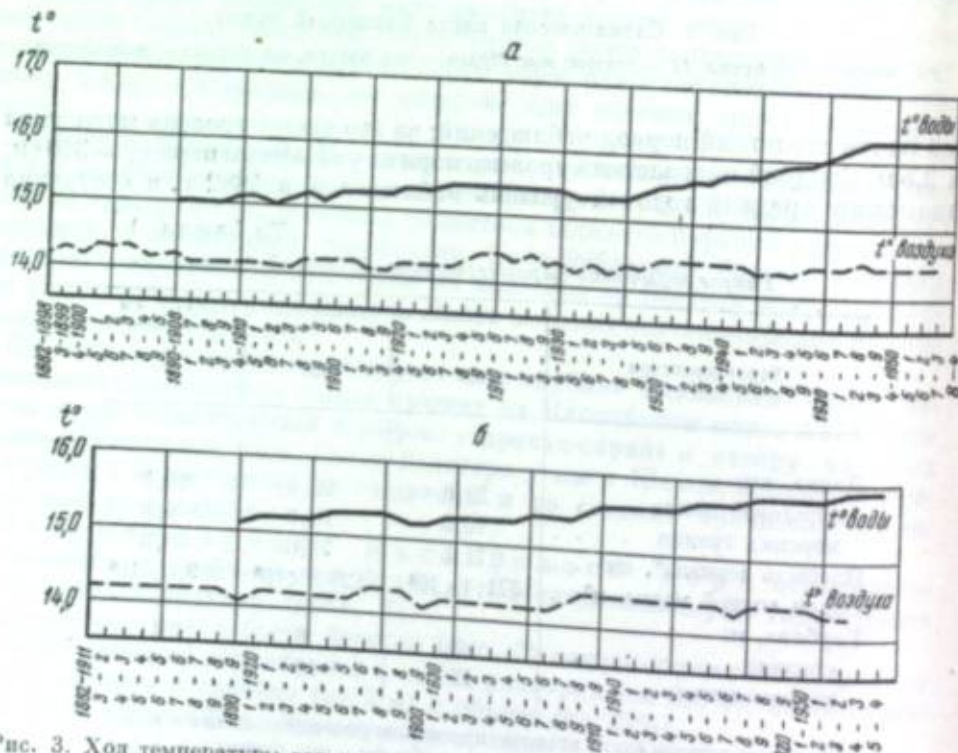


Рис. 3. Ход температуры воздуха и воды по водомерному посту «Баку — Бавлов мыс»: а — по скользящим 17-летним; б — по скользящим 30-летним

Исследование температуры воздуха (по метеостанции «Баку — Морская обсерватория») и поверхностного слоя воды (по водомерному посту «Баку — Бавлов мыс») за весь период наблюдений, произведенное по скользящим 17- и 30-летним, обнаружило незначительное повышение температуры воздуха и воды в Бакинской бухте: на $0,3-0,4^\circ$ для температуры воздуха и на $0,6-0,7^\circ$ для температуры воды (рис. 3).

Изменение климата сказалось и на изменении количества атмосферных осадков в районе Бакинской бухты в сторону их увеличения (по материалам 1922 — 1954 гг.) (рис. 4).

В табл. 2 приведены средние годовые значения солености (по водомерному посту «Баку — Бавлов мыс») за разные периоды.

Первый период относится ко времени высокого стояния уровня, в среднем 293 см (по бавловскому футштоку), второй — ко времени низкого стояния уровня, в среднем 106 см, которое наблюдается в настоящее время. Сравнение двух периодов обнаруживает увеличение солености воды в бухте на $0,38\text{‰}$ от первого периода ко второму при изменении уровня на 187 см, т. е. по $0,015\text{‰}$ на 7 см падения уровня в год.

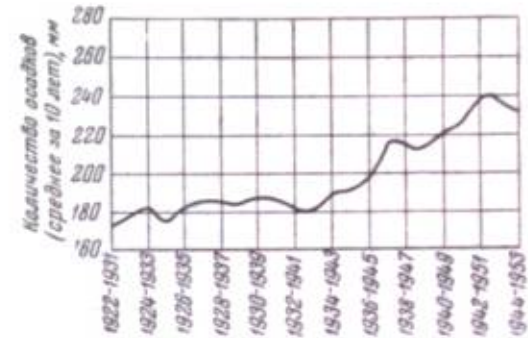


Рис. 4. Ход годовых сумм осадков за период 1922—1954 гг. по метеостанции «Баку — Морская обсерватория» по скользящим 10-летним

Таблица 2

Среднегодовая соленость воды Бакинской бухты

Период	Соленость (‰) средняя	Примечание
1925—1929 гг.	12,41	По А. И. Михалевскому
1950—1954 гг.	12,79	По данным метеостанции «Баку — Морская обсерватория»

Возможность увеличения солености в Южном и Среднем Каспии в связи с падением уровня моря отмечается многими исследователями и подтверждается на примере Бакинской бухты.

Бакинская бухта характеризуется течениями ветрового происхождения. Ветровой режим района определяется обилием ветров вообще и резкой их сменой, в частности северных и южных. О повторяемости и скорости ветра в районе бухты дает представление табл. 3, в которой вычислена средняя годовая повторяемость ветров (%) по румбам и интервалам скорости (с учетом штилей). Наибольшую повторяемость имеют северные и северо-западные ветры. Среднегодовая скорость ветра в Баку равна 6,8 м/сек, штормовая скорость ветра достигает 40 м/сек.

Развитие ветров вблизи береговой линии приводит к сгонно-нагонным явлениям, представляющим сочетание дрейфовых и градиентных течений.

Таблица 3

Среднегодовая повторяемость ветров (%)
по румбам и интервалам скорости за период 1936—1952 гг.

Румбы	Интервал скорости, м/сек						Всего
	0	1—5	6—10	11—15	16—20	>20	
СЗ	—	8,03	5,69	1,76	0,86	0,04	16,38
С	—	10,01	14,13	6,19	3,98	0,41	34,72
СВ	—	2,49	0,82	0,06	0,02	—	3,39
В	—	1,97	0,33	0,01	—	—	2,31
ЮВ	—	7,57	2,81	0,06	0,01	—	10,45
Ю	—	8,91	6,95	0,95	0,16	—	16,97
ЮЗ	—	4,14	2,35	0,58	0,11	—	7,18
З	—	1,87	0,47	0,04	—	—	2,38
Шталь	6,22	—	—	—	—	—	6,22
Всего	6,22	44,99	33,55	9,65	5,14	0,45	100,00

В последнее время разработана теоретическая схема расчета установившихся течений и уровня, вызываемых ветром в реальном море произвольных очертаний (П. С. Линейкин, А. И. Фельзенбаум). Решение стационарной задачи включает основные факторы, влияющие на течения мелкого моря: поле ветра, конфигурация берегов и рельеф дна, турбулентный обмен количеством движения в вертикальном направлении, трение о дно и наклоны поверхности моря в результате сгона и нагона воды. Указанный теоретический метод расчета течений был применен для выявления схем течений в Бакинской бухте при постоянном и равномерном ветре¹. На рис. 5, а приведена схема поверхностных течений при постоянном и равномерном ветре южного направления, дующем со скоростью 5 м/сек.

Критерием реальности рассчитанных схем могут служить наблюдения в естественных условиях, где, однако, почти невозможно уловить установившееся состояние, но приближенно можно считать таковыми наблюдения за течениями, произведенные при мало меняющемся уровне. На рис. 5, б приведена схема поверхностных течений в бухте при ветрах южных румбов, независимо от их скорости, построенная по материалам Каспийской экспедиции 1952—1953 гг. Сопоставление теоретической схемы поверхностных течений со схемой, построенной на основании натуральных наблюдений, дает хорошие результаты: теоретическая схема течений в общих чертах подтверждается натурными наблюдениями.

До настоящего времени в бухте не были поставлены специальные наблюдения за элементами волн; данные имеющихся наблюдений недостаточны для вывода надежных зависимостей.

Как отмечалось, Бакинская бухта подвержена действию частых и сильных ветров северных и южных румбов, но ввиду значительной защи-

¹ По наблюдениям Каспийской экспедиции поле ветра над бухтой можно считать равномерным.

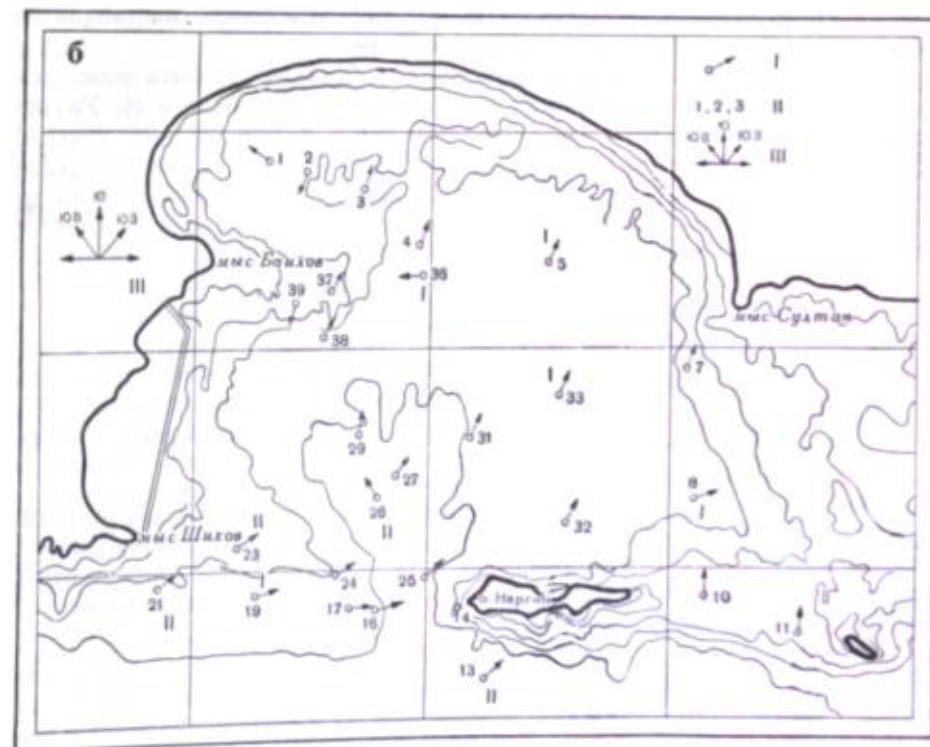
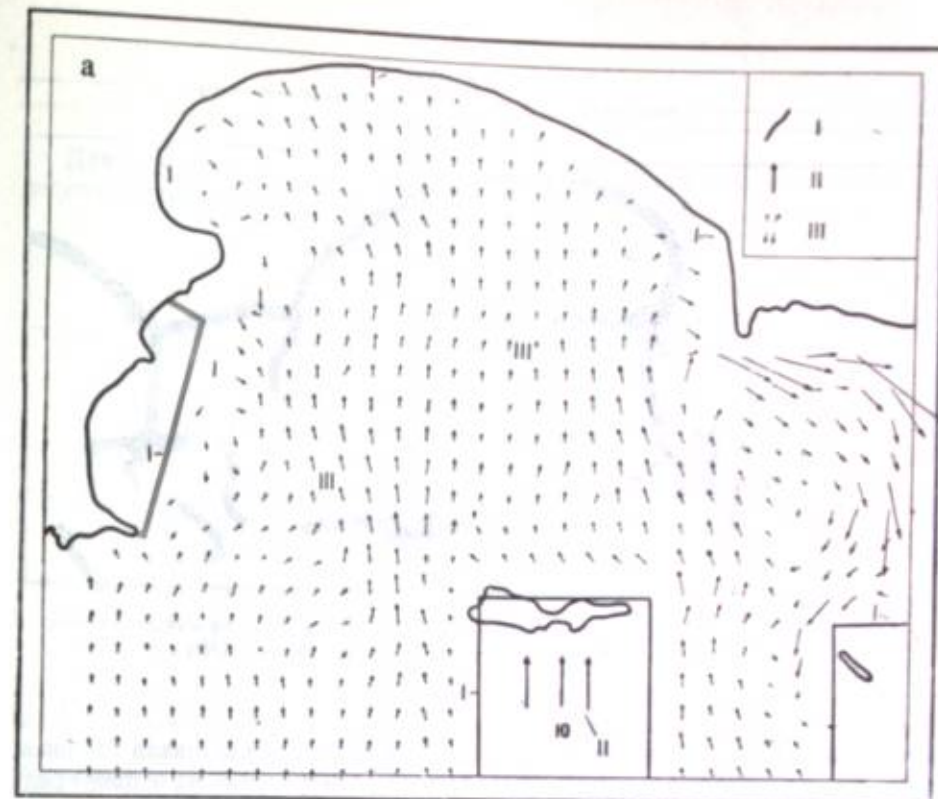


Рис. 5. Поверхностные течения в Бакинской бухте

а — теоретическая схема поверхностных течений при южном ветре скоростью 5 м/сек
I — расчетный контур; II — направление ветра; III — направление течений.

б — средние направления поверхностных течений в бухте при ветрах ЮЗ — З — ЮВ румбов. I — направление течений на станции наблюдений; II — номера станций наблюдений; III — направление ветров ЮЗ — З — ЮВ румбов.

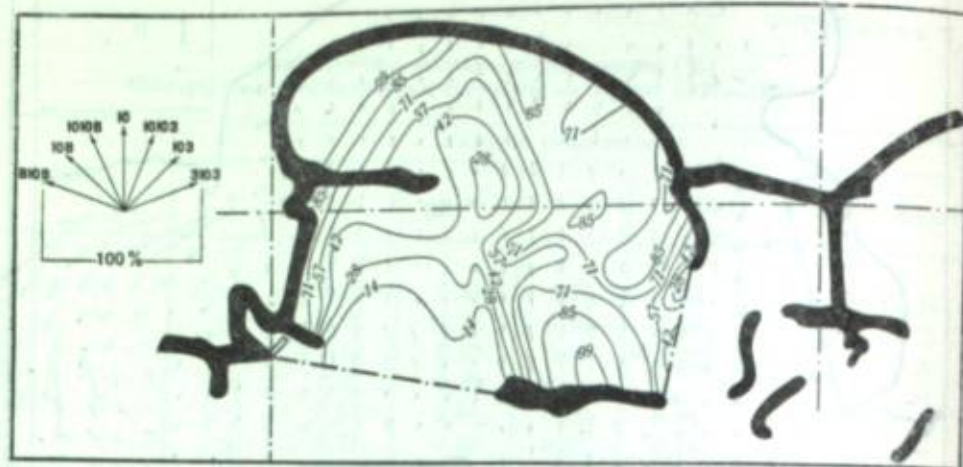


Рис. 6. Изолинии защищенности от ветра районов бухты (%) при среднегодовом распределении ветров южных румбов (ЗЮЗ—ВЮВ)

ценности ветры не вызывают того волнения, какого следовало бы ожидать. Карта изолиний защищенности (рис. 6), построенная на основе среднегодовой повторяемости ветров южных румбов, показывает, что самым неблагоприятным ветром является юго-юго-западный, создающий в районе Белого города значительное волнение.

Для расчета высоты волны в Бакинской бухте могут быть использованы величины зависимости, рассчитанные Е. А. Дьяковой и Н. Улуновым:

$$H_{p\%} = \frac{0,93}{p+43} w^{0,71} D^{0,24} h^{0,54}, \quad (1)$$

$$H_{cp} = 0,035 w^{0,91} D^{0,66} h^{0,22}, \quad (2)$$

где w — скорость ветра, м/сек;

D — разгон волны, км;

h — глубина места, м;

$p\%$ — процент обеспеченности.

Зависимости Дьяковой и Улунова были обобщены Б. А. Аполловым, причем для прибрежных районов Апшеронского полуострова введен новый фактор волнообразования — угол между направлением ветра (волнения) и берегом α . В этом случае формула для определения высоты волны получила более сложный вид:

$$H_{p\%} = \frac{2,56 + 0,88 \sin \alpha}{p+43} w^{0,73+0,1 \sin \alpha} D^{0,22-0,06 \sin \alpha} h^{0,48-0,08 \sin \alpha}. \quad (3)$$

Угол $\alpha = 0$ при волнении, параллельном берегу, и $\alpha = 90^\circ$ при волнении, нормальном к берегу.

Для удобства расчета предельных волн приведена табл. 4.

Длина волны в Бакинской бухте может быть определена по эмпирическим зависимостям М. Ф. Розена, Н. Улунова и Б. А. Аполлова:

$$L_{cp} = 0,53w + 0,65H - 2,9; \quad (4)$$

$$L_{cp} = \frac{30H_{cp}h^{0,2}}{w^{0,3}}; \quad (5)$$

$$L_p \% = \frac{93}{p+43} \sqrt{wD^{1/4}}; \quad (6)$$

где L_{cp} — средняя длина волны, м;

H_{cp} — средняя высота волны, м;

w — скорость ветра, м/сек;

h — глубина места, м;

D — разгон волны, км;

H — высота волны, м.

Для определения величины испарения с водной поверхности Бакинской бухты рядом авторов были использованы методы теплового баланса и диффузионные, с введением ряда упрощений и приближений. А. И. Михалевский вычислил месячные и годовую суммы испарения по формуле Бигелоу, используя материалы наблюдений Морской обсерватории Убекокаспа 1923—1929 гг. Среднегодовая величина испарения в бухте за этот период получилась равной 967 мм. Л. Ф. Рудовиц для определения величины испарения с поверхности Каспийского моря использовал различные методы, одним из которых был метод теплового баланса. При расчете по этому методу для Баку была получена величина испарения в 1019,8 мм, но она неточна, так как расчет производился весьма приближенно. В 1914 г. на Шаховой косе, в 30 милях от Баку, был установлен испаритель, по которому была получена величина испарения, равная 948,8 мм как средняя за 3 года. По Л. Ф. Рудовицу, средняя величина испарения для района Баку составляет 985 мм в год.

Сокращение акватории бухты, хотя и незначительное, привело к тому, что за набережной приморского бульвара обнажилась полоса дна бухты шириной в несколько десятков метров. Уменьшение глубины на 2 м вызвало затруднения в судоходстве, ограниченном в большинстве случаев длиной фарватеров и каналов; вышел из строя ряд причалов, подходы к другим пришлось искусственно углублять.

Значительное сокращение объема водной массы бухты вместе с ростом города и промышленности в нем привели к сильному загрязнению и бактериальному заражению воды в бухте промышленными и канализационными водами.

По прогнозу Б. А. Аполлова, уровень Каспийского моря в ближайшие 10—15 лет сохранит тенденцию к снижению, что может поставить под угрозу самое существование Бакинской бухты и тем нанести большой ущерб народному хозяйству республики. Уже теперь встал вопрос о необходимости строительства новой набережной приморского бульвара длиной не менее 10 км и стоимостью около 22 млн. руб.; возникла проблема переноса четырех заводов, что оценивается в 200—300 млн. руб., а затем станет необходимым перенос порта и причальных сооружений.

Предполагаемое падение уровня еще на 2 м (см. табл. 1) сильно осложнит положение, что заставляет со всей серьезностью подойти к обсуждению вопроса и найти пути его рационального решения.

Таблица 4

Высота предельных волн (в м) в районе Алишерского полуострова в зависимости от скорости ветра, разгона волны, глубины места и угла ветра с береговой чертой

Скорость ветра, м/сек	Угол ветра	Разгон, км				
		5	10	50	100	200
Глубина 2 м						
20	0°	1,1	1,3	1,9	2,2	2,5
	45°	1,5	1,7	2,2	2,5	2,8
	90°	1,7	1,9	2,5	2,8	3,1
25	0°	1,3	1,6	2,2	2,6	3,0
	45°	1,8	2,1	2,8	3,2	3,6
	90°	2,1	2,4	3,0	3,4	3,8
30	0°	1,5	1,8	2,5	2,9	3,4
	45°	2,1	2,4	3,2	3,7	4,2
	90°	2,5	2,7	3,6	4,0	4,4
40	0°	1,9	2,2	3,1	3,6	4,2
	45°	2,7	3,1	4,1	4,7	5,3
	90°	3,1	3,5	4,5	5,1	5,7
Глубина 6 м						
20	0°	1,9	2,2	3,2	3,7	4,3
	45°	2,6	3,0	4,0	4,5	5,1
	90°	2,7	3,0	3,9	4,4	5,0
25	0°	2,2	2,6	3,7	4,4	5,1
	45°	3,2	3,6	4,8	5,3	5,7
	90°	3,3	3,7	4,8	5,4	5,9
30	0°	2,6	3,0	4,3	5,0	5,8
	45°	3,4	3,9	5,2	5,8	6,6
	90°	3,8	4,3	5,5	6,2	6,9
40	0°	3,2	3,7	5,3	6,2	7,2
	45°	4,3	4,9	6,5	7,4	8,4
	90°	4,9	5,4	7,0	7,9	8,8

В последнее время Институтом океанологии АН СССР выдвинут проект локального регулирования уровня Каспийского моря, предусматривающий отделение ценных заливов и бухт посредством дамб для поддержания в них оптимального уровня.

Проект обводнения Бакинской бухты имеет три варианта. По I и II вариантам Бакинская бухта отключается двумя дамбами (рис. 7);

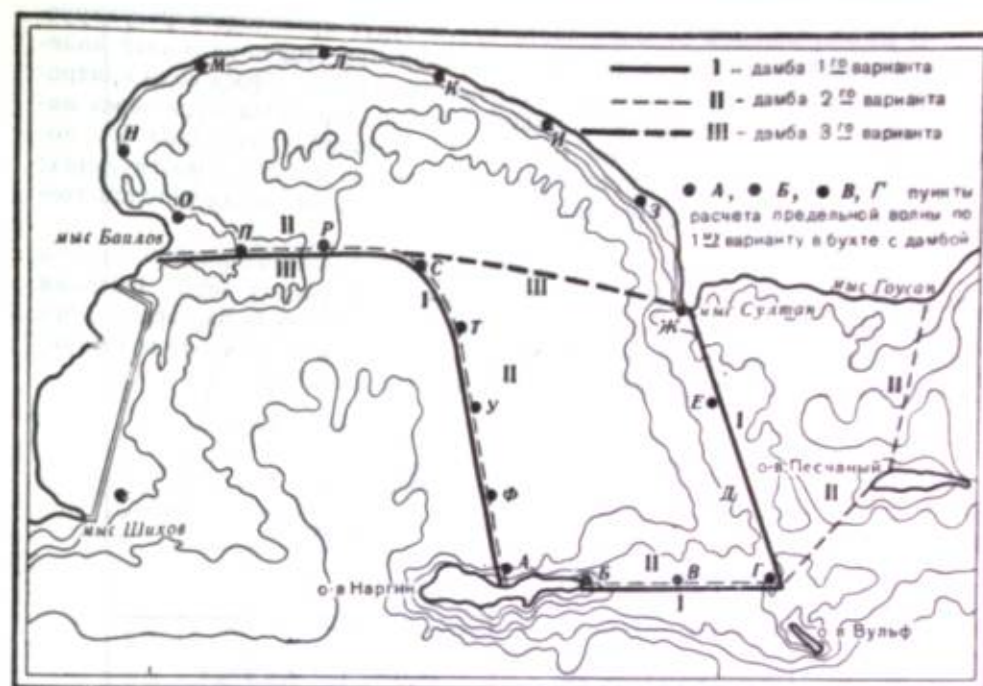


Рис. 7. Схемы проектов реконструкции бухты.

западной — в направлении от мыса Байлов к о-ву Нарзин и восточной — от восточной оконечности о-ва Нарзин через отмель у о-ва Вульф к мысу Султан или мысу Гоусан (по II варианту). При постройке дамб в 1960 г. большие участки трасс будут проходить по обсохшему дну бухты или малым глубинам, что значительно облегчит строительные работы. Связь отключенной части бухты с морем предполагается осуществить через шлюз в западной дамбе, к которому должен подходить морской канал длиной 8 км, шириной 100 м и глубиной 8 м.

Проектом предусматривается перенос нефтяного порта к о-ву Нарзин, что потребует сооружения волнолома, а также углубления акватории нового порта. Для подачи воды в отключенную часть бухты и поддержания уровня на оптимальной отметке (326 см по байловскому футштоку) намечается насосная установка мощностью до 2 м³/сек; в год водозабор составит 63 × 10⁶ м³ воды, из которых уйдет на испарение с поверхности бухты 47 × 10⁶ м³, на фильтрацию 10%, или 6 × 10⁶ м³, а остальные 10 × 10⁶ м³ воды предназначаются на создание проточности в бухте путем сброса 0,3 м³/сек через водослив в восточной дамбе. Отключенная часть бухты должна быть изолирована от канализационных вод. Общая стоимость реконструкции по I варианту оценивается приблизительно в 160 млн. руб. (по Б. А. Аполлову), т. е. она значительно меньше убытков, причиняемых народному хозяйству падением уровня в бухте.

III вариант. Бакинская бухта отделяется от моря одной дамбой, соединяющей мысы Байлов и Султан (см. рис. 7). Преимущество этого варианта в меньшей стоимости, но в результате в отношении он значительно проигрывает, что видно из данных табл. 5.

Ниже осветим черты гидрологического режима будущего Бакинского водохранилища.

В изолированной от моря части бухты будут происходить регулируемые колебания уровня и колебания уровня при сгонно-нагонных явлениях. Колебания уровня при регулировании подачи и сброса воды контролируются соответствующими нормами прихода и расхода воды через насосную станцию и водослив. Величины колебаний уровня при сгонно-нагонных явлениях, очевидно, будут значительно меньше существующих; они могут быть определены для установившегося состояния методом теоретического расчета.

В отчлененной части бухты можно достигнуть оптимальной солёности воды и поддерживать ее, регулируя приход и расход воды. Высокая солёность воды в водохранилище ликвидирует опасность бактериального заражения. Если в течение 13 лет не сбрасывать воду через водослив, солёность воды в водохранилище поднимется до 30‰.

Таблица 5

Морфометрические характеристики отчленяемых частей бухты и дамб

Характеристика	Варианты	
	I и II	III
Площадь зеркала, км ² . . .	48,0	26,9
Объем водных масс, м ³ . . .	354,5 × 10 ⁶	95,4 × 10 ⁶
Глубина, м:		
средняя	7,3	3,5
максимальная	9,8	9,6
Длина дамб, км:		
западной	10,25	9,4
восточной	7,88	—
Площадь сечения дамб, м ² :		
западной	72 910	—
восточной	36 500	57 342

Отчлененная часть бухты получит новые характеристики и в отношении течения, причем следует рассмотреть два фактора их образования: естественный (ветровой режим) и искусственный (подача и сброс воды) и выяснить роль и значение каждого из них.

При рассмотрении вопроса о течениях в современных условиях была установлена возможность применения теоретического расчета для получения схем течений в бухте при стационарном поле ветра.

Расчет течений в отчлененной по I варианту части бухты выявил наличие двуслойного течения с хорошо выраженной областью противотечения у восточной стенки (рис. 8).

Искусственный фактор образования течений можно не учитывать, так как вызываемые им течения будут локализованы в местах подачи и сброса воды.

Это положение подтверждается на примере крупных рек (Волга, Нева); эти реки, несмотря на огромные количества воды, которые они несут в моря, прослеживаются на незначительном протяжении.

Вопрос о волнении распадается на две части: 1) волнение в защищенном дамбами районе и 2) волнение с внешней стороны дамбы. В

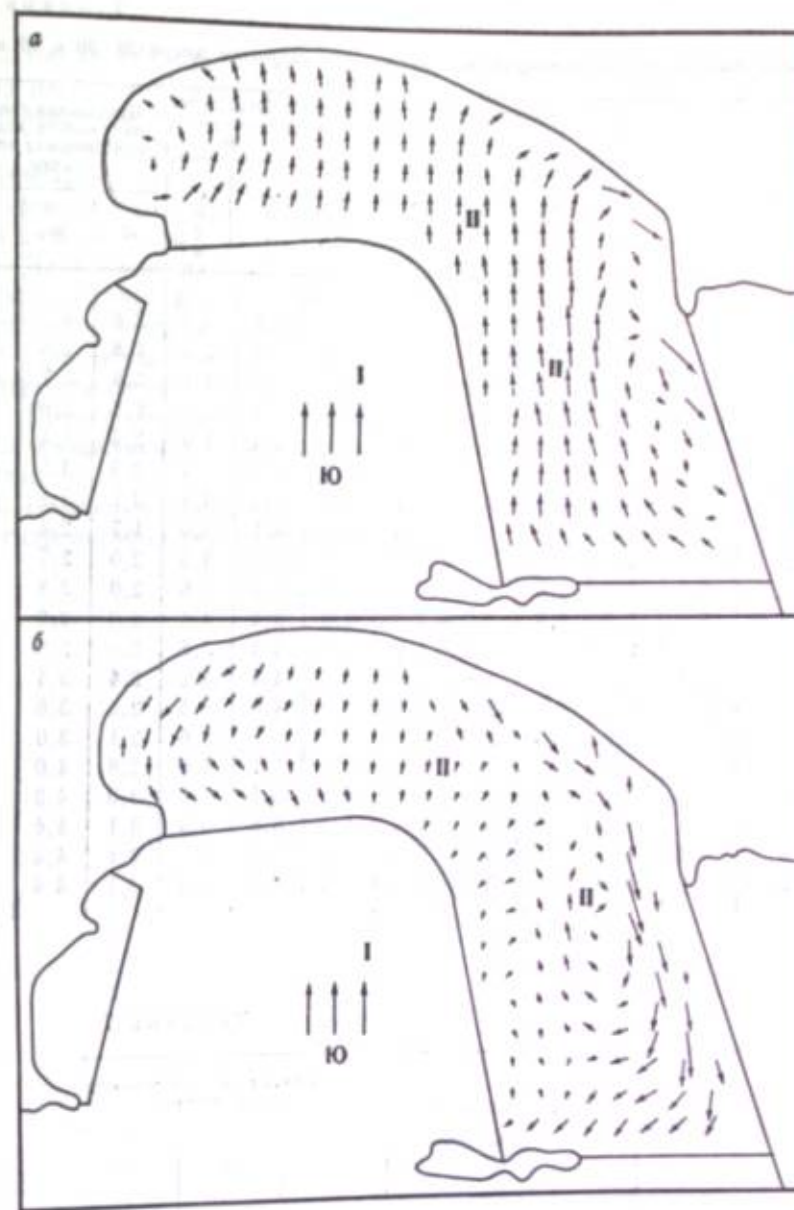


Рис. 8. Теоретическая схема течений при южном ветре скоростью 5 м/сек:

а — на поверхности; б — на горизонте 6 м.
I — направление ветра; II — направление течений.

защищенной части бухты рассматривается предельная высота волны для пунктов от А до Ф (см. рис. 7) при подходе волны к берегу по двум направлениям: под углом 90 и 45°, причем наибольшая из двух получаемых величин принимается как расчетная (табл. 6). Наибольшие возможные величины высоты волн в защищенной части бухты колеблются от 1,7 до 5,7 м. У причального фронта в пунктах И, К, Л, М, Н предельные волны могут

Таблица 6

Предельные высоты волн в дамбированной бухте при скорости ветра 20, 30 и 40 м/сек

Пункты	Глубина, м	Разгон волн, км, при		Высота волны, м, при скорости ветра, м/сек						Предельная (расчетная) высота волны при скорости ветра, м/сек				
		α = 90°		α = 45°		20		30		40		20	30	40
		α = 90°	α = 45°	α = 90°	α = 45°	α = 90°	α = 45°	α = 90°	α = 45°					
А	8,0	3,2	5,7	2,8	2,8	4,0	3,9	5,1	5,0	2,8	4,0	5,1		
Б	2,0	7,4	3,0	1,8	1,4	2,6	1,9	3,3	2,5	1,8	2,6	3,3		
В	5,2	5,9	5,2	2,6	2,3	3,7	3,2	4,7	4,1	2,6	3,7	4,7		
Г	4,0	12,4	—	1,8	—	2,6	—	3,3	—	1,8	2,6	3,3		
Д	4,8	4,4	5,6	2,4	2,3	3,4	3,2	4,4	4,0	2,4	3,4	4,4		
Е	4,6	4,2	11,2	2,4	2,5	3,3	3,5	4,3	4,5	2,5	3,5	4,5		
Ж	4,0	4,0	5,9	2,2	2,1	3,1	3,0	4,0	3,8	2,2	3,1	4,0		
З	2,0	4,3	9,5	1,7	1,7	2,4	2,4	3,1	3,0	1,7	2,4	3,1		
И*	3,0	3,5	7,6	1,9	2,0	2,7	2,7	3,5	3,5	2,0	2,7	3,5		
К*	3,0	3,0	8,8	1,9	2,0	2,7	2,8	3,4	3,6	2,0	2,8	3,6		
Л*	3,0	3,2	9,9	1,9	2,0	2,7	2,8	3,4	3,6	2,0	2,8	3,6		
М*	3,0	3,1	9,5	1,9	2,0	2,7	2,8	3,4	3,6	2,0	2,8	3,6		
Н*	4,0	7,4	2,4	2,4	1,8	3,4	2,5	4,4	3,2	2,4	3,4	4,4		
О	4,0	9,0	4,0	2,5	2,0	3,6	2,8	4,6	3,5	2,5	3,6	4,6		
П	4,0	3,2	4,6	2,1	2,0	3,0	2,8	3,8	3,6	2,1	3,0	3,8		
Р	8,0	3,3	3,8	2,8	2,6	4,0	3,7	5,1	4,6	2,8	4,0	5,1		
С	9,5	3,2	4,6	3,0	2,9	4,3	4,1	5,4	5,2	3,0	4,3	5,4		
Т	9,5	4,1	5,2	3,1	3,0	4,4	4,2	5,5	3,5	3,1	4,4	5,5		
У	9,5	4,1	4,2	3,1	3,0	4,4	4,1	5,7	5,2	3,1	4,4	5,7		
Ф	9,5	4,0	5,7	3,1	3,0	4,4	4,2	5,6	5,4	3,1	4,4	5,6		

* Причалные пункты.

Таблица 7

Пункты	Глубина*, м	Разгон волны при α=90°, км	Высота волны (м) при скорости ветра (м/сек и)		
			20	30	40
С*	5,5	200	4,7	6,9	8,8
Р*	4,0	200	4,1	5,8	8,5

* Глубина пунктов отнесена к уровню на 2 м ниже современного.

достигать 3,6 м, но волны такой высоты возможны лишь раз в несколько лет. При скорости ветра 20 м/сек волны у причального фронта не будут превосходить 2 м. При отсутствии дамбы предельные волны у причального фронта при современном уровне достигают больших величин (см. табл. 4). С внешней стороны дамбы высота волн значительно больше (табл. 7).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Бакинская бухта имеет большое народнохозяйственное значение ввиду расположения на северо-западном берегу ее портового города Баку, занимающего по грузообороту первое место среди портов Советского Союза.
2. Падение уровня Каспийского моря вызвало значительные изменения морфометрических характеристик, в частности, глубины; изменения других элементов (температуры воды, солености) незначительны и мало меняют режим бухты.
3. Дальнейшее падение уровня моря серьезно затруднит эксплуатацию бухты и приведет к необходимости периодических капиталовложений для обеспечения нужд народного хозяйства.
4. При осуществлении строительства Северо-Каспийского водохранилища станет необходимой реконструкция Бакинской бухты.
5. Проект обводнения Бакинской бухты путем дамбирования технически осуществим и экономически выгоден с точки зрения народного хозяйства.
6. Бакинское водохранилище будет иметь ряд ценных характеристик и в гидрологическом отношении.

В. А. Сабир

СОСТОЯНИЕ ЗАЛИВОВ ИМ. КИРОВА И АГРАХАНСКОГО
В СВЯЗИ С ИХ МЕЛИОРАЦИЕЙ ПРИ ПАДЕНИИ
УРОВНЯ МОРЯ

Залив им. Кирова был надлежащим образом обследован и в настоящее время уже частично мелиорирован. При падении уровня моря залив им. Кирова разделится на две части: западную, меньшую, часть — Малый залив и восточную часть — Большой залив. Площади и объемы обеих частей залива им. Кирова приведены в табл. 1.

Характеристика залива им. Кирова

Таблица 1

Абс. отметка (по бакинскому футштоку), м	Большой залив			Малый залив		
	площадь, тыс. га	объем, млн. м ³	средняя глубина, м	площадь, тыс. га	объем, млн. м ³	средняя глубина, м
-29,00	24,3	115	0,47	—	—	—
-28,50	32,3	256	0,79	—	—	—
-28,00	38,6	433	1,12	2,42	6,9	0,28
-27,50	46,5	700	1,50	4,89	27,0	0,55
-27,00	53,0	1000	1,90	11,98	69,5	0,58
-26,50	—	—	—	15,91	140,2	0,88

В течение зимы и особенно весной Малый залив почти полностью опресняется за счет большого притока воды из рек во время паводков; к концу лета соленость в нем достигает 16‰, а иногда и более, вследствие притока морской воды и ее испарения в мелководном заливе. Водно-солевой режим Большого залива, открытого с южной стороны, зависит в основном от нагона воды в залив из моря при юго-западных ветрах и сгона воды из залива в море.

Согласно расчетам Д. А. Козловского, водообмен между заливом и морем в среднем составляет около 16 км³/год, т. е. равен примерно 25 объемам залива. Однако смена воды происходит неравномерно по всей акватории залива, — главным образом в зоне, прилегающей к гирлу залива. В северную, удаленную от гирла часть залива морская вода почти не доходит при нагонах, поэтому к концу лета в результате испарения солености воды в северной части залива значительно повышается, достигая 18‰.

В связи с водообменом в гирле возникают течения со скоростью, иногда превышающей 1 м/сек, промывающие у западного берега залива бороздины глубиной до 3 м.

Залив никогда не замерзает.

Испарение с водной поверхности составляет около 1100 мм в год.

Поверхностный слой грунта дна залива в основном образован илом, состоящим из растительного и животного детрита, смешанного с мелкоземлистыми частицами минерального происхождения.

Фауна залива им. Кирова довольно бедна как по количеству видов, так и по количеству особей водных животных. Биомасса бентоса Большого залива составляет в среднем около 10 г/м². Недостаток гидробионтов объясняется неустойчивым солевым режимом и наличием илов, в которых возникают гнилостные процессы, препятствующие развитию бентоса.

По данным А. Н. Державина, залив им. Кирова, опресняемый стоком южных рукавов Куры, в период своего расцвета, в начале XX в. давал промыслу вместе с прибрежными водоемами около 150 тыс. ц рыбы в год и одновременно служил местом нагула большого количества молоди и рыб разных возрастов.

В связи с ухудшением водно-солевого режима (на протяжении трех последних десятилетий) залив потерял значение как пастбище для промысловых рыб озерно-речного происхождения. От господствующих ветров залив хорошо защищен, поэтому возникли на западной стороне гирла порт Ильича, связанный с железной дорогой, а на восточной стороне — рыбный порт, и оборудована стоянка промысловых судов. По мере падения уровня моря порт Ильича утрачивал свое значение. Для улучшения условий подхода к указанным портам начаты дноуглубительные и строительные работы.

Залив им. Кирова является заповедником и имеет большое значение как зимовье перелетной, водоплавающей и болотной дичи.

БУДУЩЕЕ ЗАЛИВА ИМ. КИРОВА ПРИ ПАДЕНИИ
УРОВНЯ КАСПИЯ

При понижении уровня Каспийского моря до абсолютной отметки 29 (по бакинскому футштоку), т. е. примерно на 1 м, Малый залив обсохнет полностью, а площадь Большого залива уменьшится почти вдвое. Его средняя глубина будет равна 0,5 м. При этом солевой режим залива должен стать еще более неустойчивым, что уменьшит кормность и рыбопродуктивность залива.

При дальнейшем понижении уровня моря на 1 м Большой залив тоже почти полностью обсохнет. При отсутствии плодородной почвы и недостаточности осадков в летний период обсыхающая площадь превратится в пустынную территорию, пригодную только под зимнее пастбище.

МЕЛИОРАЦИЯ ЗАЛИВА ИМ. КИРОВА

Цель мелиорации заключается в превращении отмирающего залива в продуктивное рыбохозяйственное угодье путем создания устойчивого водно-солевого режима. Мелиоративные работы были начаты в первую очередь в Малом заливе; затем началось строительство по обводнению Большого залива, без отделения его от моря; в последнюю очередь должны быть выполнены работы по изоляции Большого залива от моря.

Мелиоративное строительство в Малом заливе закончено в 1955 г. В гирле залива построена грунтовая дамба протяжением 3,5 км, полностью

отделившая залив от моря. Уровень воды в заливе поднят на 1,5 м. Акватория залива составляет 16 тыс. га, объем воды — 140 млн. м³, средняя глубина — 0,9 м.

В залив поступает вода из рек Кумбашинки и Веляж-чая (главным образом осенью и весной), а также в виде атмосферных осадков. Поступление воды колеблется от 700 до 250 млн. м³, в зависимости от многоводности года. Потери воды на испарение составляют около 200 млн. м³ в год. Проточность залива может изменяться от 500 до 70 млн. м³ в год.

Малый залив полностью опреснен. Излишек воды из Малого залива стекает в Большой залив по сбросному каналу, расположенному в северной части залива и пропускающему до 25 м³/сек, специальному подводному сбросу, пропускающему в Большой залив до 150 м³/сек воды; кроме того, построен особый канал для пропуска рыбы, идущей на нерест из моря в залив.

Работы по мелиорации Малого залива продолжались 3 года и стоили около 10 млн. руб.

Ожидаемая рыбная продуктивность Малого залива, по расчету А. Н. Державина, составит 31,6 тыс. ц рыбы в год. В 1956 г. через каналы в Малый залив вошло большое количество производителей — кутума, сазана, воблы и др. Нерест в заливе был очень интенсивным, и в настоящее время в заливе имеется большое количество молодежи.

Строительство в Большом заливе начато в 1953 г. В первую очередь возводятся сооружения для подачи в Большой залив пресной воды из Куры, без устройства дамбы между Большим заливом и морем. Изоляция Большого залива от моря и полное его опреснение целесообразны только при понижении уровня моря на 0,8 м ниже современного.

Первоочередной работой является устройство насосной станции на Куру с подачей в залив 20 м³/сек воды по магистральному каналу протяженностью 35 км. Мощность насосной станции рассчитана (табл. 2), исходя из потребности в воде Большого залива после его изоляции,

Водный баланс (млн. м³) Таблица 2

Приход воды		Расход воды	
Сброс из Малого залива	164	Потери на испарение	283
Подача из Куры	296	Опреснительный сброс в море	177
	460		460

На западном берегу залива строится крупный рыбохозяйственный водоем площадью 6,5 тыс. га для выроста и нагула молодежи промысловых рыб, выпускаемой по достижении трехмесячного возраста для зарыбления моря.

При понижении уровня Каспийского моря до отметки —29,0 гирло Большого залива должно быть перекрыто дамбой длиной около 12 км, а уровень воды в заливе поднят до отметки —28,0 путем подачи пресной воды из Куры и из Малого залива. На западном берегу залива будет построен канал с головным сооружением для сброса воды из Большого залива в море в целях промывки залива во избежание его осолонения и для захода рыб-производителей из моря в залив для нереста. После нескольких лет эксплуатации солевой режим Большого залива стабили-

зируется. Соленость воды в нем будет изменяться от 1,5‰ в мае до 2,3‰ в сентябре, что удовлетворяет условиям размножения промысловых рыб пресноводного происхождения.

Стоимость мелиорации Большого залива первой очереди составляет 20,8 млн. руб., второй очереди — около 12 млн. руб. Ожидаемая ежегодная продуктивность Большого залива — 60 тыс. ц рыбы промыслового возраста.

АГРАХАНСКИЙ ЗАЛИВ

Аграханский залив отделен с востока от моря длинным полуостровом и соединяется с морем лишь в северной части через узкое гирло шириной около 2 км. По ориентировочным данным площадь залива при современном уровне моря составляет примерно 14 тыс. га при средней глубине воды в заливе около 25 см (табл. 3).

Таблица 3

Морфометрические элементы Аграханского залива (определены лишь приблизительно)

Абс. отметка	Площадь, тыс. га	Объем, млн. м ³	Средняя глубина, м
—27,40	17,5	52,5	0,3
—26,50	19,8	220,5	1,1
—26,00	22,3	325,8	1,4
—25,00	28,6	580,3	2,0

В настоящее время Аграханский залив опресняется водой Терека. В прошлом Терек впадал в море несколькими рукавами значительно севернее гирла Аграханского залива.

За последние 10 лет Терек разработал себе новое русло и в настоящее время впадает в южную часть Аграханского залива, протекая по руслам так называемого Гудийского банка и р. Аликазган. Вследствие падения уровня моря, а также отложения наносов (главным образом вблизи от устья Аликазгана), Аграханский залив сильно обмелел и в связи с этим утратил значение как место размножения промысловых рыб; вместе с тем вследствие мелководья он стал препятствием для прохода из моря в Терек на нерестилища крупных промысловых рыб-производителей: осетра, белуги, лосося, севрюги, жереха и др. По данным Д. З. Демина, в 30-х годах ежегодная продукция сильно обмелевшего к тому времени Аграханского залива составляла свыше 4 тыс. ц рыбы. В последние годы лов рыбы в заливе воспрещен.

Дальнейшая судьба Аграханского залива связана с колебанием уровня Каспия и изъятием воды из русла Терека для орошения и обводнения. В случае дальнейшего понижения уровня моря еще на 1 м Аграханский залив превратится в плоскую высохшую котловину, по дну которой Терек проложит свое русло.

При разборе воды на орошение и другие хозяйственные нужды в русле Терека должен быть оставлен запас воды, достаточный для миграции рыб к нерестилищам и для ската молодежи в море, что является обязательным требованием рыбного хозяйства. На Тереке не предполагается строить водохранилища для многолетнего регулирования стока, поэтому наводки

в большей или меньшей степени всегда будут сбрасываться в море через Аграханский залив.

Мелиорация Аграханского залива преследует цель поднять уровень воды в заливе, обеспечить опреснение и надлежащую промывку залива за счет остаточного стока воды Терека и превратить залив в продуктивное рыбохозяйственное угодье. Для этой цели необходимо построить плотину в гирле залива, чтобы поднять уровень воды в нем на 1,5—2,0 м; при этом площадь залива возрастет до 20 тыс. га при средней глубине в заливе 1,2 м. Ориентировочная стоимость мелиорации Аграханского залива составит около 12 млн. руб. После мелиорации ежегодная рыбопродуктивность Аграханского залива должна составить не менее 35 тыс. ц рыбы промыслового возраста.

На основании всего изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Падение уровня Каспийского моря в прошлом вызвало обсыхание и осолонение мелководных заливов, что значительно ухудшило условия жизни и размножения наиболее ценных промысловых рыб.

2. Ожидаемое дальнейшее понижение уровня моря приведет к обсыханию еще сохранившихся мелководных заливов, которые полностью потеряют рыбохозяйственное значение.

3. Принимаются меры по улучшению положения на Каспии на случай систематического понижения его уровня: путем мелиорации обсыхающих мелководных заливов — повышения горизонта воды в них и опреснения — с целью превращения заливов в продуктивные рыбохозяйственные угодья. Однако эти мероприятия потребуют крупных единовременных затрат, а в дальнейшем значительных ежегодных расходов по эксплуатации мелиорированных водоемов.

4. Радикальной мерой для улучшения условий воспроизводства запасов наиболее ценных промысловых рыб является повышение уровня Каспийского моря на 2 м, т. е. до уровня 1929 г. — периода расцвета Каспийского рыбного промысла.

5. Поскольку повышение уровня моря в ближайшие 15 лет маловероятно, необходимо всемерно форсировать мелиорацию мелководных заливов Каспия.

И. С. Семенов

НИЖНЕ-ВОЛЖСКАЯ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ И ЕЕ НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Нижне-Волжский гидроузел является последней ступенью Волжского каскада. Судя по проведенным изысканиям и проектным проработкам на створах у селений Никольское, Михайловка, Енотаевка и Лебяжинское, наиболее эффективным представляется расположение гидроузла в районе с. Енотаевка с отметкой горизонта воды водохранилища — 7 м и с напором у ГЭС 16,9 м.

Нижне-Волжская ГЭС может быть отнесена к разряду высокоэффективных электростанций, так как при сопоставлении с крупными тепловыми электростанциями срок окупаемости дополнительных капиталовложений составит 13 лет. Стоимость энергии на шинах ГЭС составит 1,67 коп. за 1 квтч против 6—7 коп. на тепловых электростанциях.

При проектировании гидроузла принимались во внимание возможность и целесообразность дальнейшего сельскохозяйственного использования Волго-Ахтубинской поймы. В связи с этим на выбранном Енотаевском створе были проработаны два варианта.

Первым вариантом предусматривается затопление Волго-Ахтубинской поймы общей площадью 400 тыс. га, в том числе (тыс. га):

пашни	18,5	выгоны	15,0
сады	0,9	лес и кустарник	64,0
усадьбы	3,5	прочие угодья	53,0
сенокосы	246,0		

По второму варианту предусматривается сохранение для сельскохозяйственного использования левобережной части Волго-Ахтубинской поймы путем устройства дамбы обвалования. Дамба намечается вдоль Волги, на расстоянии 5—7 км от ее русла, протяжением 275 км от Нижне-Волжской плотины до Сталинградской. При наличии дамбы обвалования площадь затопляемых пойменных земель уменьшится и составит 210 тыс. га, в том числе (тыс. га):

пашни	12,5	выгоны	12,0
сады	0,2	лес и кустарник	54,3
усадьбы	2,0	прочие угодья	30,0
сенокосы	99,0		

Однако при этом варианте резко увеличится объем основных работ и значительно повысится стоимость строительства.

Экономически наиболее выгодным является вариант Нижне-Волжской ГЭС с затоплением поймы; при этом объем земляных работ уменьшится на 150 млн. м³ и железобетонных работ — на 839 тыс. м³, а также сократится стоимость строительства на 2,13 млрд. руб.

При затоплении поймы при современном состоянии сельского хозяйства теряется 2850 тыс. ц сена, 585 тыс. ц овощных и садовых продуктов, пропадает 18 тыс. га орошаемой и неорошаемой пашни и потребуются переселение 9560 дворов.

Чтобы компенсировать потери сельского хозяйства при затоплении 400 тыс. га поймы, надо будет перенести земледелие на степные земли с применением орошения на площади около 100—120 тыс. га. В новых условиях произойдет удорожание сельскохозяйственной продукции на 30—40%.

При обваловании поймы капиталовложения увеличатся более чем на 2 млрд. руб. Такое увеличение капиталовложений не может быть оправдано не только современной доходностью защищаемого сельского хозяйства, но также и перспективными предположениями по интенсивному использованию защищенной поймы, когда все удобные земли занимались бы садово-ягодными и овощными культурами, рисом и многолетними орошаемыми травами.

Строительство гидроэлектростанций на Волге и Каме — Горьковской, Куйбышевской, Сталинградской, Нижне-Камской и др. — существенно ухудшает возможности использования Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги для сельского и рыбного хозяйства, так как в результате зарегулирования стока водохранилищами резко уменьшится размер весенних половодий, а ряд лет пойма и дельта совсем не будут затопливаться.

По этим причинам необходимо скорейшее проведение мероприятий по сельскому и рыбному хозяйству в низовьях Волги, которые позволили бы не только сохранить существующий уровень производства, но и обеспечить дальнейшее развитие этих отраслей народного хозяйства.

Для правильного определения направления и объема таких мероприятий по Волго-Ахтубинской пойме и дельте Волги решающее значение имеет вопрос о сроке строительства Нижне-Волжской гидроэлектростанции. По проектным проработкам строительство Нижне-Волжской гидроэлектростанции будет весьма эффективным для народного хозяйства. Удельные капиталовложения для строительства этой гидроэлектростанции несколько выше, чем по Куйбышевской и Сталинградской, но ниже чем для Горьковской, Чебоксарской, Воткинской и Нижне-Камской.

В. В. Галанц

ОБЗОР РАБОТЫ СОВЕЩАНИЯ

Совещание по проблеме уровня Каспийского моря, созданное по инициативе Астраханского Облиплана и Института океанологии АН СССР состоялось 3—8 сентября 1956 г. в Астрахани. Организаторами этого совещания были Отделение геолого-географических наук АН СССР, Океанографическая комиссия при Президиуме АН СССР, Институт океанологии АН СССР и Астраханский Облисполком. Совещание имело целью подвести итоги проведенных за прошедшие годы научно-исследовательских работ по изучению состояния уровня Каспийского моря и должно было наметить рекомендации на будущее в свете требований современной науки и задач развития народного хозяйства.

Постановлением Бюро отделения геолого-географических наук АН СССР был утвержден оргкомитет совещания, который в дальнейшем провел всю подготовку к его созыву. В состав оргкомитета вошли представители различных организаций, заинтересованных в проведении этого совещания: председатель Арало-Каспийской секции Океанографической комиссии АН СССР Б. А. Аполлов (председатель оргкомитета), секретарь Астраханского Обкома КПСС А. А. Шапошников (зам. председателя оргкомитета); члены оргкомитета — председатель Океанографической комиссии АН СССР Л. А. Зенкевич, зам. председателя Совета Министров Туркменской ССР Б. Ч. Чарыев, зам. председателя Астраханского Облисполкома М. Г. Абрамов, нач. Астраханского Облиплана А. А. Широков, нач. и гл. инженер Гидропроекта акад. С. Н. Жук, зам. председателя Ихиологической комиссии при Президиуме АН СССР канд. биол. наук Л. С. Бердичевский, проф., д-р биол. наук Н. И. Кожин — ВНИРО, проф., д-р геол.-мин. наук А. И. Даенс-Литовский — ВНИИГ, зам. нач. Управления путей Министерства морского флота Г. С. Смирнов, от Министерства сельского хозяйства СССР Г. З. Козлов, проректор Государственного университета АзССР им. Кирова, проф., д-р географич. наук К. К. Гюль, от Института океанологии АН СССР В. В. Галанц (секретарь оргкомитета).

Ко времени открытия совещания были получены заявления о желании принять участие в работе от 98 организаций из разных городов и республик (180 чел.) и из Астрахани и Астраханской обл. — от 100 организаций (600 чел.). Наибольшее количество представителей прибыло из Москвы (64 чел.), Баку, Махачкалы, Ленинграда, Гурьева, Ашхабада.

Было представлено 69 докладов по секциям гидрометеорологической, геологической, гидротехники, водного транспорта, нефтяной и химической промышленности, ихиологии и биологии, экономики и сельского хозяйства.

Первое пленарное заседание по проблеме уровня Каспийского моря состоялось 3 сентября под председательством проф. Б. А. Аполлова. С всту-

пительным словом выступил представитель Академии наук СССР Н. Н. Сысоев, указавший, что совещание посвящено имеющей государственное значение проблеме Каспийского моря, связано с изучением его уровня и затрагивает интересы ряда министерств и республик, расположенных на побережье Каспийского моря.

За последнее время уровень Каспийского моря упал на 2,5 м. Такое значительное снижение уровня Каспия привело к уменьшению его площади и сокращению рыбных запасов. Снижение уровня Каспийского моря создало трудности в сельском хозяйстве, на морском транспорте, в нефтяной и химической промышленности. Снижение уровня Каспийского моря наблюдалось и в прошлые годы, однако сейчас снижение идет более интенсивно, и происходящее в настоящее время падение уровня связано уже не только с климатом, но и с хозяйственной деятельностью человека.

В задачу совещания входят обсуждение проблемы Каспийского моря в связи со снижением его уровня и разработка мероприятий по борьбе с потерями, вызванными этим снижением.

Бюро Отделения геолого-географических наук АН СССР совместно с Астраханским Облсполкомом поручило Н. Н. Сысоеву приветствовать участников совещания и пожелать им успешной работы в деле разрешения проблемы Каспийского моря.

Специальной комиссией под председательством проф. В. А. Рутковского была разработана резолюция, подытоживающая работу совещания, которая была принята на заключительном заседании, а затем отпечатана в типографии и разослана соответствующим организациям.

Закрывая заседание Б. А. Аполлов благодарит участников за их активную работу и подводит итоги совещания.

Далее печатаются в сокращенном виде выступления по докладам.

ВЫСТУПЛЕНИЯ ПО ДОКЛАДАМ

Б. К. Александров, член-корр. АН СССР. В начале я коснусь проекта использования Волго-Ахтубинской поймы и сооружения Нижневолжской гидроэлектростанции, который разрабатывался под моим руководством в Гидроэнергопроекте в 1951 г. В этом проекте рассмотрены следующие задачи.

1. Использование гидроэнергии на последнем участке Волги — от Сталинграда до устья. Количество гидроэнергии, могущее быть здесь использованным, превышает 6 млрд. квт/час. Энергия эта весьма ценна еще и потому, что она очень хорошо зарегулирована вышерасположенными Волжскими и Камскими водохранилищами. Такая зарегулированность приводит к тому, что с точки зрения энергетики устройство большого водохранилища при Нижневолжской гидроэлектростанции не нужно; следовательно, для создания водохранилища можно не затоплять Волго-Ахтубинскую пойму.

2. Интенсификация сельскохозяйственного использования Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги. Для этого намечено избавить пойму и дельту Волги от затопления поздними весенне-летними паводками, из-за которых выращивание культурных растений возможно лишь на обвалованных участках. Кроме того, намечено сохранение возможно большей площади поймы.

Эти условия в доложенном нам здесь схематическом проекте, составленном Гидропроектом, в отличие от нашего проекта 1951 г., не учтены совсем; во всех вариантах увлажнения Волго-Ахтубинской поймы сохраняется и недопустимое затопление.

3. Обеспечение управления распределением воды в дельте Волги. К настоящему времени в связи с падением уровня Каспийского моря малые протоки в дельте Волги уже пересохли. При дальнейшем падении уровня моря Волга, видимо, пойдет здесь только одним руслом. Не исключена возможность полного или частичного отмирания такого крупного протока Волги, как Бузан. Допустить развитие этого процесса до его конечного результата нельзя, так как это будет иметь исключительно отрицательные последствия и для сельского и для рыбного хозяйства в дельте Волги.

Нашим проектом 1951 г. дано наиболее правильное решение всех перечисленных задач. Проектом предусматривается постройка на Нижней Волге гидроэнергетического узла с сооружением продольного вала — дамбы вдоль левого берега русла Волги. При этом даже самые большие паводки Волги будут пропускаться в обвалованном русле и совершенно не будут выпускаться на пойму и даже в дельту.

При сооружении невысоких поперечных дамб в Волго-Ахтубинской пойме, возможно, будет применено в первое время лиманное орошение с затоплением поймы неглубоким слоем воды, не требующим большого рас-

хода воды. Затопление можно будет осуществлять в те сроки, когда это нужно, а не в июне — июле, как это происходит теперь.

Растения, не допускающие такого затопления, могут размещаться на более возвышенных участках или на участках, обвалованных очень невысокими и недорогими валиками. Такой метод орошения, не требующий больших работ по планировке, будет применен и в дельте Волги.

Инженер К. М. Зубрик утверждает, что Волго-Ахтубинская пойма не удобна для механизированного земледелия, так как на ней нельзя выделить участки большой площади. Согласиться с этим нельзя. Конечно, в современном состоянии поймы, когда она подвержена затоплению высокими паводками, она неудобна главным образом потому, что из-за паводков затруднено сообщение с островами поймы и дельты, и все продукты сельского хозяйства приходится перевозить на лодках. Но положение резко изменится, если пойма будет избавлена от затопления. В этом случае острова могут быть соединены недорогими мостами и дорогами, а естественные протоки — ерики, послужат естественными дренажными каналами, регулирующими положение уровня грунтовых вод. Ахтуба при этом, по нашему проекту, сохраняется как естественный рыбоход, обеспечивающий проход рыбы для нереста в район Сталинграда.

Существует мнение, что вопросы сельского хозяйства в Волго-Ахтубинской пойме можно решить и без постройки гидроэлектростанции и без обвалования поймы, так как паводки р. Волги будут зарегулированы вышерасположенными водохранилищами. Но к сожалению при этом будут устранены только мелкие и средние паводки; большие же невозможно устранить, вследствие чего пойма, хотя и реже, будет затопляться.

Так как в пойме большое развитие должны получить сады, требующие много времени для восстановления, то затопления поймы, даже редкого, допустить нельзя.

Применение обвалования отдельных участков при увеличении числа таких участков поведет к значительному стеснению поймы и к большим затруднениям при прохождении больших паводков. По мере увеличения числа участков, валы их придется все время повышать, в результате чего объем работ по обвалованиям будет не меньше, а больше, чем при постройке намечаемого нами вала. При этом сохраняются все трудности эксплуатации участков, отмеченные выше. Кроме того, решение одних сельскохозяйственных вопросов не является решением не менее важных вопросов рыбного хозяйства.

Гидропроект считает постройку дамбы нецелесообразной ввиду ее большой стоимости и предлагает затопить всю Волго-Ахтубинскую пойму, выше пос. Енотаевки. Главный инженер Гидропроекта И. С. Семенов указывал, что продольная дамба, протяжением 275 км, является той же плотинной, выдерживающей большой напор. Но в верхней трети, ближе к Сталинграду, дамба только при пропуске паводков подвергается действию напора воды, нормально же она стоит на совершенно сухом месте.

В средней трети дамба подвергается очень небольшому напору. На этих двух участках ее укрепление может быть обеспечено посадкой ивняка, ольхи и других деревьев, а не железобетонными плитами на всю высоту, как это предусмотрено Гидропроектом. В последней трети напор более значителен, но и здесь укрепление может быть обеспечено более дешевыми мерами.

В проекте 1951 г. мы считали более правильным расположить створ у с. В. Лебяжьего, где Волга разделяется на основные рукава — Бахтемир и Бузан. Гидроэлектростанция в этом случае являлась одновременно и вододелителем, регулирующим распределение воды в дельте. Если рас-

положить створ у с. В. Лебяжьего, то створ гидроузла нужно расположить ниже Енотаевска, чтобы облегчить вывод необходимого расхода воды в Бузан. Левобережную дамбу следует продолжить и ниже для защиты дельты восточнее Астрахани от поздних затоплений.

Гидропроект считает защиту поймы невыгодной, потому что преувеличил стоимость защитных сооружений и капиталовложений в сельское хозяйство. При этом площадь защищаемой земли в пойме и дельте преуменьшена; преуменьшена также и возможная к получению продукция с этой площади, так как размер продукции принят, по данным плановых наметок, на ближайшие годы без учета перспектив развития сельского хозяйства.

Гидропроект, по существу, составил проект в интересах только энергетики и не учел потенциальных возможностей поймы и дельты. Полного комплексного рассмотрения вопроса он не сделал. Такой полный комплексный проект должен быть представлен на рассмотрение Совета Министров СССР.

И. С. Семенов доказывал, что Нижневолжская гидроэлектростанция затопляет земли не больше, чем, например, Рыбинская или Куйбышевская. Но в этих гидроузлах затопление земель было необходимо для регулирования стока, которое нужно для всех нижерасположенных гидроэлектростанций. Затопление же земель Нижневолжским гидроузлом для регулирования стока не нужно и ничем не может быть оправдано.

Вопросами дополнительного питания Каспийского моря я занимался примерно 15 лет назад.

Экономические расчеты, которые делались по всем вариантам переброски стока, показали, что расходы по дополнительному питанию не могут быть оправданы за счет снижения ущерба, получаемого отраслями народного хозяйства от снижения уровня Каспийского моря. Дополнительное питание этого моря имеет смысл только в том случае, если издержки по нему будут оправданы, например, интересами энергетики.

Оказалось, что переброска стока, например северных рек, была эффективна только тогда, когда при этом увеличивалась мощность Волжских гидроэлектростанций, так как иначе дополнительная (за счет переброски стока) гидроэнергия на них должна учитываться лишь по цене топливной составляющей стоимости электроэнергии тепловых электростанций. При решении вопроса о дополнительном питании Каспийского моря следует учитывать, что последнее нельзя и переполнять, так как чрезмерное повышение его уровня не менее убыточно (если не более), чем его понижение.

В доложенном здесь проекте переброски стока Печоры и Вычегды намечено затопление огромных площадей земли, а именно, не менее 22 000 км². При этом затопляется 150 млн. м³ леса.

Размеры затопляемых площадей должны быть резко сокращены за счет снижения подпорожных отметок водохранилищ на северных реках с увеличением объемов работ по выемке в каналах. Работы по сооружению последних должны при этом выполняться за счет новых высокопроизводительных землеройных машин, которые должны быть созданы. Стоимость земляных работ должна быть резко снижена, возможно, до 0,5 руб. за 1 м³. Тот же подход следует применять и при сооружении дамб для обвалования Волги.

Снижение уловов рыбы в Каспийском море зависит не только от снижения его уровня. Когда будут построены все Волжские водохранилища, количество планктона, которое будет поступать в Каспий, сильно уменьшится. Поэтому одним повышением уровня моря ничего нельзя достигнуть. Перед рыбаками стоит сложная задача восполнения недостатка

кормовых ресурсов. Однако никакие перестилки и выростные пруды в дельте Волги нельзя будет устраивать и эксплуатировать, если мы не будем в состоянии управлять распределением воды в дельте Волги.

Б. Ч. Чарыев (Совет Министров Туркменской ССР). Положение с Кара-Богаз-Голом сейчас очень осложнилось, так как чрезвычайно резко изменился гидрохимический режим: осолонение, наступившее в 1939 г. в связи с уменьшением стока воды в Каспийское море, продолжается до настоящего времени.

Во всех организациях, занимающихся изучением Кара-Богаз-Гола, говорят о большом народнохозяйственном значении залива, но практическое использование его богатств совершенно недостаточно. Добыча сульфата из карабогазских рассолов развернута не полностью. Все разговоры и полемика между ИОНХ¹ и ВНИИГ² не помогают в решении проблемы Кара-Богаз-Гола, а наоборот, мешают постановке этого вопроса перед Правительством. Сегодня нужно поставить вопрос о комплексном использовании Карабогазского залива, в противном случае надо решить вопрос о существовании самого залива, и притом решить как можно скорее, так как через 15 лет залив может отделиться от Каспия естественным путем в результате продолжающегося падения уровня моря. Ставить же вопрос о комплексном использовании Кара-Богаз-Гола сейчас затруднительно, потому что нет достаточных данных относительно использования карабогазской рапы для получения из нее всех видов продукции в больших масштабах. Задача ИОНХ — разработать метод непрерывного получения сульфата из рапы зоны смешения, но получать один сульфат невыгодно, — вопрос необходимо решать комплексно. Возвращаться к старому Кара-Богаз-Голу неправильно.

Имеется предложение регулировать сток каспийской воды в залив; для этого необходимо прорыть канал, сделать шлюзы, и все это — для получения 0,5 млн. т сульфата. Естественные залежи, из которых можно получить сотни миллиардов тонн сульфата, не используются. В этом большая неувязка. Заливать водой весь залив, а использовать тысячную его долю — нерационально. И это в то время, когда уровень Каспийского моря падает. Прикаспийская низменность, Красноводская область на протяжении 800 км ощущают присутствие Каспийского моря; оно благотворно влияет на климат республики; и этим пренебрегать нельзя. Закрывать Кара-Богаз-Гол — фантазия, и ею нельзя увлекаться. Предложение Г. С. Седелникова (ИОНХ), внесенное в Министерство химической промышленности СССР, о комплексном использовании богатств Кара-Богаз-Гола совершенно правильно.

Будущее производство следует организовать в районе Красноводска, крупного центра водного и железнодорожного транспорта на восточном побережье Каспийского моря. Красноводск в настоящее время имеет пресную воду, развитую промышленность, электроэнергию, хорошие бытовые условия для трудящихся; в текущем пятилетии Красноводск получит газы Кызылкума. Накачка рапы на расстояние 150 км менее трудна, чем накачка нефти в Красноводск по трубопроводу (на большие расстояния и в более тяжелых условиях).

Необходимо решить вопрос о Кара-Богаз-Голе полностью, для чего надо снарядить комплексную экспедицию в этот важный и интересный район.

¹ Научно-исследовательский институт общей и неорганической химии АН СССР.

² Всесоюзный научно-исследовательский институт галургии Министерства химической промышленности СССР.

О. Д. Кашкаров (Всесоюзный научно-исследовательский институт галургии). Найденные погребенные рассолы являются удобным сырьем для производства сульфата натрия и широко используются. Рапа для получения сульфата требует слабой концентрации. Если рапа будет концентрированной, особенно при высокой концентрации магниевых солей, то для получения сульфата она не будет пригодна.

Тов. Остапенко (Министерство химической промышленности СССР). Необходимо рассматривать вопросы с точки зрения проблемы уровня Каспийского моря. Один из важнейших вопросов — питание водой Кара-Богаз-Гола, которое в интересах химической промышленности необходимо сохранить; большого ущерба рыболовству оно не может нанести хотя бы потому, что Карабогазский залив является опреснителем.

Для развития сульфатной промышленности мощным сырьевым источником являются межкристалльные рассолы. Проблема создания новых методов получения сульфата, в частности из морской воды, может быть осуществлена лишь в будущем. Технико-экономические подсчеты выявят наиболее выгодный способ получения сульфата.

Должны быть решены проблемы, связанные с получением таких ценных продуктов, как сульфат натрия, сульфат калия, брома. Для развития промышленного получения этих продуктов надо подвести соответствующую материальную базу.

Необходимо привлечение широких научных кругов — Академии наук СССР, Академии наук Туркменской ССР и Министерства химической промышленности СССР — для изыскания дешевых энергетических источников в районе Кара-Богаз-Гола: это поможет значительно быстрее решить вопрос комплексного использования запасов сырья и намного увеличить производство сульфата натрия.

Г. С. Седелников (Институт общей и неорганической химии АН СССР). Воды в залив Кара-Богаз-Гол достаточно давать в количестве 4—5 км³ в год. Освоение новых районов сульфатной базы вызовет большие затруднения, так как в течение многих лет не освоены еще и старые районы.

В. С. Айрапетов (Министерство нефтяной промышленности АзССР). Падение уровня Каспийского моря нанесло большие убытки нефтяной промышленности. Все прибрежные сооружения потерпели ущерб, ряд насосных сооружений был поврежден прошедшими льдами. Надо вложить большие средства, чтобы эти необходимые промышленности объекты вернуть к жизни. Помимо непосредственного влияния падения уровня моря, приведшего к значительным потерям, в прибрежных районах произошло обмеление, что усложнило работу насосных станций.

Потребность нефтяной промышленности в воде незначительна: она исчисляется 0,6—0,7 км³ в год. Чтобы привести в порядок насосные сооружения, надо вложить не менее 60—80 млн. руб., чтобы как-нибудь реконструировать водозахватные сооружения. Других источников питания техническими водами, за исключением Ашшерона, нет.

Задачами Министерства нефтяной промышленности являются укрепление нефтепромысловых сооружений, установка льдостойких конструкций, что требует чрезвычайно больших капиталовложений.

Для активной борьбы против ледоходов необходима организация ее на дальних и ближних подступах к нефтепромысловым сооружениям, а также решительное улучшение работы гидрометслужбы на Каспии для дачи своевременных долгосрочных и краткосрочных прогнозов.

П. П. Б а т ь к о в (комбинат Карабогазсульфат). В основном следует принять предложение Г. С. Седельникова относительно Кара-Богаз-Гола в отношении использования многообразных видов химического сырья. Следует зарегулировать сток воды в Кара-Богаз-Гол в таком объеме, какой не был бы обременительным для Каспийского моря. Определение этого объема воды дало бы возможность химикам уточнить организацию комплексного использования химического сырья залива при данном объеме воды, чтобы из этого сырья получать не только сульфат натрия, но и другие химические продукты, в которых нуждается страна.

Комбинат Карабогазсульфат выкачивает рассол из скважины, с горизонта, о котором говорил в докладе А. И. Дзенс-Литовский, но это сырье не используется в полном объеме. Производство сульфата натрия и дальше может развиваться на этом же сырье. Сырьевая база, во-первых, нужна для того, чтобы выпускать сульфат натрия в значительно большем количестве, во-вторых, следует организовать выпуск ряда других химических продуктов, которые заложены в сырьевой базе Карабогазского залива. Наряду с использованием рапы, которая находится под землей, представляет большой интерес и комплексное использование наземной рапы.

Залив Кара-Богаз-Гол закрывать нельзя, следует лишь зарегулировать сток воды в залив. Необходимо, чтобы комплексным сырьем занимались с точки зрения его использования на предприятии, которое должно быть построено на базе этого сырья параллельно с существующим, для использования подземного межкристалльного рассола.

Необходимы не только организация комплексной экспедиции, но и вовлечение в решение вопроса, связанного с использованием сырья Карабогазского залива, всех заинтересованных министерств и ведомств, в том числе Министерств цветной и черной металлургии, химической промышленности и Академии наук СССР, которые должны принять самое активное участие в исследовании этих проблем. И если на данном совещании будет принято решение, которое будет звучать убедительно для всех министерств и ведомств, тогда по-настоящему развернется работа вокруг использования природных богатств, и вопрос сдвинется с мертвой точки.

Я. Б. Б л ю м б е р г (Министерство химической промышленности СССР).

Вопросы гидрологии и гидрографии при решении проблемы питания залива решаются неправильно. До тех пор, пока в составе экспедиции не будут представлены соответствующие специалисты, которые могут правильно решить вопрос о гидрологическом и гидрогеологическом режиме Кара-Богаз-Гола, преждевременно рассматривать и решать судьбу пролива. Из книги Б. Ч. Чарыева по истории освоения Кара-Богаз-Гола видно, что в прошлом на судьбу промышленного освоения Кара-Богаз-Гола влияли неправильные идеи людей, имевших большой авторитет. В свое время уверяли, что в заливе не может быть садки поваренной соли, — в 1939 г. садка соли началась. В течение многих лет я защищал необходимость пропуска каспийской воды в залив. Это было необходимо для сохранения состава рапы, которая в то время была единственным источником сульфатного сырья. Но в настоящее время в Кара-Богаз-Голе найдены великолепные по качеству подземные рассолы. Непонятно, почему некоторые товарищи при разборе свойств и состава карабогазского сырья отделяют рапу современного залива от межкристалльных рассолов. Несколько лет тому назад было найдено такое сырье, которое резко улучшило условия производства и может дать неограниченное

количество сульфата натрия. Так почему его не признают? Почему нам отказываться от этого сырья, которое буквально находится под нашими ногами, на глубине всего 20 м? Для чего требуется заменять его поверхностными рассолами, добыча которых весьма и весьма затруднительна? Больше того, межкристалльные рассолы могут обеспечить получение также и магниевых солей.

Идея комплексного использования карабогазского сырья имеет более чем двадцатилетнюю давность. Речь идет об использовании схемы, предложенной Г. С. Седельниковым. Если использовать карабогазские рассолы для получения из них брома и других продуктов, выгодно иметь такие рассолы, которые становятся пригодными и для получения из них сульфата натрия. Не должно пугать увеличение концентрации рапы даже в условиях отчленения Карабогазского залива, который, по всей видимости, и сам отчленится. Когда будут подсчитывать суммы, которые необходимо вложить в сооружения для искусственного поддержания существующего режима в этом гигантском бассейне, тогда, вероятно, убедятся в том, что выгоднее использовать карабогазское сырье раздельно: на сульфаты и соли магния — межкристалльные рассолы, а на специальный комплекс — концентрированную рапу залива.

Нужно обязать ИОНХ и ИОАН, с привлечением всех заинтересованных научных и проектных организаций, правильно решить схему использования Карабогазского залива с учетом комплекса проблем, связанных с падением уровня Каспийского моря.

В районе Красноводского порта ежегодно при проведении очистных работ в судоходных каналах в объеме 1,5 млн. м³ грунта выбрасывают в море около 40 млн. руб. Если миллионы кубометров ежегодно вынимаемой земли использовать целесообразно, укладывая вынимаемый грунт в дамбы, то примерно через 5 лет в районе Красноводска будет сооружена база для получения дешевого сульфата натрия. По этому вопросу имеются подготовительные проработки строительства Балханского комбината; имеются также соответствующие постановления о подготовительных мероприятиях по строительству этого комбината; подсчитана себестоимость получения сульфата натрия в Красноводском районе: он обойдется в 56 руб. за тонну.

Можно согласиться с мнением некоторых товарищей, считающих этот вопрос «сырым»; но это же выражение более применимо к схеме Г. С. Седельникова, которая не подкреплена еще никакой экономической оценкой.

К. М. З у б р к (Гидропроект). В историческом аспекте совершенно неясно, что же больше влияет на сток: девственная природа с ее лесами, многотравными степями, болотами и т. п. и ее огромной испаряющей поверхностью или же вспашки, снегозадержания, мелiorация и т. д. Необходимо дать лишь лимит снижения уровня Каспийского моря и сосредоточить внимание на всех практических мероприятиях, которые осуществимы в течение 5—10 лет для поддержания и развития хозяйства, ныне страдающего от снижения уровня Каспийского моря. Можно высказать большое удовлетворение тем, что результаты почти шестилетнего труда над проблемой преобразования хозяйства и природы Западного Прикаспия — работа, которую проводил большой коллектив Гидропроекта и Московского государственного университета, всё в большей степени начинает претворяться в жизнь. Следирующие за нами товарищи продолжают исследования и конструирование по той же предложенной на утверждение схеме. К сожалению, с нами не согласилась экспертная комиссия Госплана. Однако на базе существующей

щих решений практически эта схема осуществляется. Можно с удовлетворением констатировать, что основное положение схемы — подача воды в глубь Западного Прикаспия большими каналами, которые обеспечивают не только водоснабжение, но и требуют обязательной организации выборочного орошения на месте для обеспечения дополнительными страховыми кормами животноводства, не подвергается изменениям. Жизнь подтверждает, что корма нужно добывать на месте путем развития простейшего орошения трав и кормовых культур.

Еще до окончания разработки схемы, в 1952 г., было принято решение о строительстве Терско-Кумского канала. Это строительство согласовано с Министерством сельского хозяйства и рекомендовано вести в первую очередь на водозабор из Терека в размере 100 м³/сек. Однако при этом имелось в виду, что в конечном счете расход Терско-Кумского (или Терского) магистрального обводнительного канала должен быть доведен до 200 м³/сек, которые следует взять из Терека для нужд Северного Каспия. Терский магистральный канал господствует на огромных площадях Ногайской степи, «Черных земель» и южной части Сарпинской низменности. Поэтому максимальное выведение сюда терской воды дешево и целесообразно.

Наряду с ведущимся наступлением на Западный Прикаспий с юга, пора начать его и с севера путем постепенного создания предложенного Гидропроектом Сарпинского водного тракта. Чтобы с наименьшими капиталовложениями пропустить в глубь северной части «Черных земель» хотя бы один канал с пресной водой и стабилизировать водный режим в Сарпинской низменности, можно временно (в продолжение нескольких лет) использовать избыточную мощность насосных станций Волго-Донского судоходного канала. При помощи этих станций можно организовать подачу в Сарпинский водный тракт до 10—15 м³/сек воды, когда в нем не будет вод естественного стока. По озерам Сарпинского водного тракта можно воду пропустить на 200 км, в глубь степи, далее с помощью сравнительно простого канала можно провести воду в глубь «Черных земель», еще километров на 300.

Стоимость волго-донской воды по тому тарифу, по которому она расценивается в эксплуатации судоходного Волго-Донского канала, не настолько высока, чтобы ее не использовать для сельского хозяйства. Потери на испарение будут компенсироваться местным стоком; поэтому можно считать, что сельское хозяйство должно будет платить только «за нетто» своего потребления волго-донской воды. Конечно, одновременно с этими мероприятиями нужно начать строить и головную насосную станцию для постоянного питания Сарпинского водного тракта из Волги; но это строительство можно осуществить постепенно, тщательно прорабатывая весь вопрос в целом. Потребные средства по сравнению с затратами, необходимыми для осуществления всего проекта обводнения и выборочного орошения Сарпинской низменности и части «Черных земель», во много раз ниже.

А. А. Широков (Астраханский Облплан). В схематическом проекте строительства Нижне-Волжской гидроэлектростанции, разработанным Гидропроектом Министерства электростанций СССР, в заключительной части (т. VIII, кн. 1, стр. 257) сообщается: «После ввода в действие Куйбышевской, Сталинградской и других электростанций Волжского каскада и связанного с этим регулирования стока Волги судьба Волго-Ахтубинской поймы дельты Волги и, вероятно, значительной части придельтовых ильменей уже предрешена. Неизбежно наступит иссушение поймы, которое приведет к постепенному превращению долины в

подпустыню, снижению урожайности пойменных сенокосов до 50%, пастбищ — до 30%, к прекращению послеспадовых посевов и ликвидации неорошаемых садов. За этим последует катастрофическое сокращение местного животноводства. Для поддержания всего хозяйства на современном уровне и обеспечения возможности дальнейшего развития в ближайшие годы потребуются проведение ряда мероприятий по дополнительному увлажнению и частично по орошению обретаемой на иссушение поймы».

Ввиду предполагаемого сооружения на Волго-Ахтубинской пойме Нижне-Волжского гидроузла, который может коренным образом изменить характер использования поймы в будущем, включительно до полного затопления большей части поймы, совершенно необходимо указанные мероприятия тесно увязать с намечаемым строительством гидроузла. Проектируемый Нижне-Волжский гидроузел может внести коренные изменения в жизнь всей или большей части поймы; поэтому вопрос о сооружении Нижне-Волжского гидроузла необходимо решить безотлагательно.

В своем заключении Гидропроект и его докладчик К. М. Зубрик вынесли приговор Волго-Ахтубинской пойме. Вряд ли можно оспаривать заключение Гидропроекта, требуется только сделать соответствующие выводы. Независимо от того, будет обсыхать пойма или останется такой же цветущей, ее освоение на высокой индустриальной базе без наличия крупных гидроэнергетических установок было бы необоснованным, и, пожалуй, несерьезным. Строительство Нижне-Волжской ГЭС неизбежно. В настоящее время может идти речь только о выборе створа строительства гидроэлектростанции.

Гидропроект Министерства электростанций СССР в схематическом проекте предлагает девять различных вариантов строительства Нижне-Волжской ГЭС при трех створах: первый — у с. Михайловки Енотаевского района, второй — у Енотаевки, третий — в районе Верхне-Лебяжьего Приволжского района. При этом Гидропроект предлагает в одном случае — полностью затопить пойму, во втором случае — провести вал вдоль берега Волги до выклинивания водохранилища и тем самым сохранить наибольшее количество земель Волго-Ахтубинской поймы, в третьем случае — провести вал по пойме с частичным сохранением мелниротивного фонда Волго-Ахтубинской поймы. В своих выводах Гидропроект останавливает внимание на трех наиболее интересных вариантах: первый — с затоплением поймы при Енотаевском створе, второй — при Енотаевском створе с дамбой по левому берегу Волги, третий — со створом у Верхне-Лебяжьего с дамбой по левому берегу Волги до выклинивания водохранилища. Из этих трех вариантов Гидропроект стремится привлечь внимание к Енотаевскому створу (с полным затоплением поймы), обуславливая свою позицию тем, что экономически этот вариант наиболее целесообразен.

В заключении Гидропроекта сказано: «На ближайшие 15—20 лет наиболее целесообразным является вариант Нижне-Волжской ГЭС с затоплением поймы водохранилищем, в более далекой перспективе, когда в данных районах может значительно увеличиться население, измениться направление сельского хозяйства и технические народнохозяйственные возможности и задачи, может оказаться целесообразным защитить пойму водохранилища путем строительства продольной дамбы и использовать ее под интенсивное сельское хозяйство» (т. VIII, кн. 1, стр. 254).

Получается так, что еще не настало время строить гидроэлектростанцию с дамбой, нужно строить ее без дамбы, затратив 7—8 млрд. руб., а через

15—20 лет вновь извлечь из-под воды Волго-Ахтубинскую пойму. Такое предложение К. М. Зубрика несерьезно. Было бы правильнее построить гидростанцию в районе Верхне-Лебяжьего с дамбой по берегу Волги до выклинивания водохранилища. Преимущества этого варианта состоят в следующем. Во-первых, можно было бы снять с шин электрогенераторов турбин 1400 тыс. квт установленной мощности (это больше Енотаевского варианта на 400 тыс. квт). Во-вторых, было бы затоплено меньше пойменных земель, чем при других вариантах, причем затопленными оказались бы менее удобные для сельского хозяйства земли поймы в южной части с сохранением лучших земель в северной части по левому берегу Волги. В-третьих, расходы на работы по намеченному строительству связаны с сельским хозяйством и составили бы только на 0,5% больше, чем на Енотаевский вариант, при общей затрате 7,5 млрд. руб. В-четвертых, Волго-Ахтубинская пойма и дельта Волги явились бы крупными площадями для перестилищ рыбы.

Гидропроект считает, что работы, связанные с сохранением Волго-Ахтубинской поймы, в частности, со строительством дамбы и другими мероприятиями по сельскому хозяйству, которые обойдутся при создании Енотаевского створа в 7518 млн. руб. и при Верхне-Лебяжинском створе в 7476 млн. руб., окупятся в 32 года; эти расчеты подвергают сомнению.

Расчеты, произведенные Управлением сельского хозяйства, Управлением водного хозяйства и Облипланом, показывают, что по шести культурам (рис, овощам, бахчевым, садовым и виноградникам) можно получать ежегодно в среднем валовую продукцию, оцениваемую в 13,7—14 тыс. руб. с га.оборотный капитал, т. е. затраты, связанные с возделыванием культур, в среднем составляют 4 тыс. руб. Таким образом, ежегодно с гектара чистая прибыль по указанным культурам составляет 9,7—10 тыс. руб. При такой оценке, исходя из фактических затрат, стоимость обвалования на гектар составляет 4—4,5 тыс. руб. и освоение — около 3 тыс. руб., т. е. всего 7—7,5 тыс. руб. Таким образом, в течение одного года или двух лет затраты, связанные со строительством орошаемых участков, окупятся полностью.

Общая сумма капиталовложений на мероприятия по компенсации и на гидротехнические сооружения сельского хозяйства при варианте Енотаевского створа составит 7518 млн. руб., при Верхне-Лебяжинском створе — 7476 млн. руб. в случае строительства вала вдоль берега Волги. Площадь орошения в одном случае предусматривается в 310 тыс. га, в другом — в 313 тыс. га; кроме того, предполагается обводнить 2900 тыс. га степных пастбищ и сенокосных угодий. Если в расчетах Гидроэнергопроекта не будут учтены затраты на обводнение степи, то затраты на 1 га орошаемых земель составят около 25 тыс. руб., и это позволит окупить их в 3—4 года.

Нельзя сказать, что затраты, связанные с сельскохозяйственным освоением намечаемых к орошению земель (при Енотаевском варианте — 310 тыс. га, при Верхне-Лебяжьем — 323 тыс. га), как это учтено в схематическом проекте Гидропроекта, окупятся в 30 с лишним лет. Эти расчеты не отвечают действительности и требуют полного пересмотра, так как иначе нельзя будет дать правильную экономическую оценку тому или другому варианту.

Гидропроект при проектировании строительства Нижне-Волжской ГЭС должен учитывать ту особенность, что наряду с использованием гидроресурсов Волги необходимо при всех обстоятельствах сохранить мелиоративный фонд поймы, даже, может быть, за счет удорожания стро-

ительства. Было бы также целесообразным весь левый берег сохранить со всеми его населенными пунктами и исторически сложившимся хозяйством, так как это в значительной степени удешевило бы строительство гидроэлектростанции и облегчило освоение Волго-Ахтубинской поймы.

Понижение уровня Каспийского моря, особенно его северной части, наносит огромные убытки народному хозяйству. Два крупных района Астраханской области — Лиманский и Каспийский — совершенно обсохли, десятки машин подвозят воду на расстояние 30—40 км. Жителям многих населенных пунктов этих районов пришлось переселиться. Прикаспийский рыбный комбинат оказался в 25 км от берега моря. Сельское хозяйство вынуждено приспособляться к сложившейся обстановке. Красноярский район лишился почти всех рыбных водоемов. Многие рыбные промыслы закрыты, так как пали уловы рыбы.

Из доклада тов. Аполлова (по прогнозу) видно, что за последующие 10—15 лет следует ожидать понижения уровня Каспийского моря еще на 1—2 м. Северный Каспий с его небольшими глубинами, по существу, превратится в залив Каспийского моря и потеряет свое народнохозяйственное значение. Вместе с тем, ссылаясь на заключения авторитетных деятелей науки, некоторые считают, что дальнейшее понижение Каспийского моря должно прекратиться, другие считают, что если бы для хозяйственной деятельности в 1956 г. не было израсходовано 12—15 км³ воды, то уровень Каспийского моря уже в этом году частично поднялся бы. Существующая до сих пор неясность в этом вопросе позволяет сделать справедливый упрек Институту океанологии АН СССР за то, что изучение проблемы падения уровня Каспийского моря проводилось и проводится малыми силами и крайне медленно; недостаточна координация работ ведомственных научно-исследовательских организаций; поэтому отдельные научно-исследовательские институты проблему Каспийского моря решают в отрыве от общих задач и нецелесообразно. Составленный проект схемы рыбоводных мероприятий на Каспии, по существу, оказался оторванным от предложения Института океанологии по строительству дамбы в Каспийском море и даже находится в прямом противоречии с ним. Не видно связи между такими крупными проблемами, как повышение уровня Каспийского моря, строительство Нижне-Волжской ГЭС, освоение Волго-Ахтубинской поймы и Волги, а также обводнение и частичное орошение Прикаспийской низменности, — все эти вопросы должны быть взаимно увязаны и разрешены комплексно. Слабое участие принимают в решении этих вопросов Министерства сельского хозяйства, морского и речного флота, Госплан СССР и РСФСР, Министерство коммунального хозяйства РСФСР (в части оздоровления условий жизни в Астрахани); мало занимаются этими вопросами советские и хозяйственные организации Астраханской области.

Предложение Института океанологии по сооружению дамбы в Северном Каспии на небольших глубинах представляет большой интерес. Осуществление этого предложения позволит улучшить положение на Северном Каспии, а глубоководная часть Среднего и Южного Каспия не претерпела бы больших изменений. Отдельные вопросы, связанные с устройством дамбы, требующие уточнений, необходимо в короткий срок доработать.

Наряду с изучением варианта отделения Северного Каспия, необходима также быстрая доработка вопроса о переброске северных рек в Волго-Камский бассейн.

Д. Н. Гудков (Гидрорыбпроект). В докладе Б. А. Аполлова приведены данные, из которых видно резкое ухудшение положения дел в

ряде отраслей народного хозяйства в связи с понижением уровня Каспийского моря, и указано, что основной причиной понижения Каспийского моря является потепление, вызвавшее уменьшение стока рек в море. По прогнозам Аполдова, Белинского и Калининна, последующее снижение уровня зависит от потепления и деятельности человека. Наиболее вероятно падение уровня Каспийского моря к 1970 г. еще на 1 м. Ю. В. Александровский совершенно верно отметил, что решить задачу правильного прогноза режима нельзя без тщательного анализа климатических факторов. В тезисах доклада (стр. 115) д-ра физико-математических наук Эйгенсона говорится: «Как мы полагаем, через некоторое количество лет падение уровня Каспийского моря должно прекратиться. После этого в течение нескольких десятилетий уровень Каспия будет постепенно повышаться». А. П. Бурдыкина на основании выполненных ею совместно с Гирсом и Вангенгеймом долготлетних исследований пришла к выводу о том, что в ближайшие 10—15 лет не ожидается дальнейшего повышения уровня Каспийского моря.¹

Следует отметить интересные выводы по докладам гг. Шлямина и Веселовой: «Катастрофические разрушения морских сооружений нефтяных промыслов в Аншеронском районе тяжелым приносным льдом возможны лишь в чрезвычайно суровые зимы типа 1929, 1950 и 1954 гг.». Мнение тов. Гробштейна о необходимости наблюдений за состоянием и дрейфом льдов и организации специальной службы по активной борьбе с ледоходом с применением авиации и ледоколов для размельчения дрейфующих ледовых полей на подступах к нефтепромыслам правильно: совершенно достаточны инженерные меры борьбы и не требуются специальные дорогостоящие сооружения.

Тов. Байдин считает, что для воссоздания бытовых условий заливания дельты при зарегулированном стоке необходимо искусственное управление паводковыми потоками в дельте как в летнее, так и в зимнее время.

В рыбохозяйственной схеме предусматриваются расчистка, углубление и расширение основных банков в целях использования их как рыбоходов и устройство Белинского судоходного канала, чтобы добиться беспрепятственного прохода воды из верховьев рек вниз к морю и избежать закупорки льдом русел и выхода воды из русел на пойму. При строительстве ГЭС в низовьях, она будет ежегодно сбрасывать воду в зимнее время и, очевидно, основная часть расхода Волги пойдет на Бахтемир и промывает его; тем самым создадутся условия для отмирания восточных рукавов (Бузана и Бодды). Все это доказывает необходимость осуществления рыбохозяйственной схемы, в которой предусмотрено строительство регулирующих сооружений для управления стоком Волги. Необходимо также просить Гидрорыбпроект пересмотреть зимние расходы в сторону их уменьшения.

Для рыбной промышленности и сельского хозяйства важнее обводнить дельту и Ахтубинскую пойму, которые из-за строительства Волжских гидроэлектростанций иссушаются и требуют искусственного обводнения в весеннее время. Обводнение возможно путем рыбохозяйственных и сельскохозяйственных мелиоративных мероприятий, проект которых составлен и утвержден. Нельзя согласиться с Б. К. Александровым, который утверждает, что Гидропроект составил односторонний энергетический проект.

¹ Эти авторы в своем прогнозе не учитывают фактора хозяйственной деятельности человека. — *Ред.*

Институтом океанологии АН СССР была разработана общая схема регулирования Каспийского моря, учитывающая интересы рыбного и сельского хозяйств, транспорта, нефтяной и химической отраслей промышленности. Основное в этой схеме — создание Северо-Каспийского водохранилища, реконструкция же портов является самостоятельной задачей, которая решается соответствующими организациями независимо от сооружения Северо-Каспийского водохранилища.

Что касается стоимости морской дамбы в 3,5 млрд. руб. и срока строительства ее в 2—3 года, то эти цифры пока бездоказательны; нужны серьезные инженерные исследования и, конечно, — обоснованный проект.

Необходимы срочные мероприятия по стабилизации уровня Каспийского моря; к ним следует отнести переброску в Каспий вод северных рек и регулирование водного питания Кара-Богаз-Гола с наименьшим расходом воды.

Т. А. Шафрин (Астраханский госзаповедник). В связи с падением уровня Каспийского моря должны произойти серьезные изменения в растительном покрове дельты Волги. В низовьях дельты острова покрыты тростником, имеющим большое народнохозяйственное значение. Падение уровня моря повлечет за собой снижение урожайности тростника, который теперь запланировано использовать на строительство и в целлюлозной промышленности. Из-за быстрого нарастания дельты образование зарослей тростника будет отставать от прироста дельты Волги. Осуществление проекта Северо-Каспийского водохранилища и строительство дамбы позволят сохранить существующий гидрологический режим и обусловленную им площадь тростниковых зарослей и их продуктивность. Видимо, дамбу придется укреплять не только камнем и бетоном, но также посадкой растений и созданием задеряемых покровов.

А. С. Алпеев (Каспморпроект). В докладе, посвященном проекту строительства Астраханского гидроузла, отсутствуют данные о дополнительном снижении стока воды в Каспийское море в связи с постройкой гидроузла и о потерях, которые будут иметь место в случае, если строительство проектируемого гидроузла будет заменено строительством электростанции другого типа, не связанного с использованием Волги.

В докладе о промышленном использовании богатств Кара-Богаз-Гола сказано о необходимости пропуска через пролив 2—5 км³ воды, но ничего не сказано, каким путем и с какими затратами можно компенсировать промышленное освоение Кара-Богаз-Гола в случае закрытия пролива.

Доклады, посвященные развитию нефтедобывающей промышленности, транспортным проблемам Каспия и изменениям кормовой базы каспийских рыб в условиях зарегулированного стока Волги, не содержат обоснованных данных о дополнительных затратах, связанных с понижением уровня моря. Затраты в сумме 50 млн. руб., необходимые на реконструкцию Волго-Каспийского канала в связи с понижением уровня моря, преуменьшены в несколько раз.

Необходимо найти единый метод разработки прогноза уровня Каспийского моря.

И. А. Цаценкин (Всесоюзный институт кормов). Проблема Нижне-Волжской ГЭС очень волнует всех представителей сельского хозяйства. Огромная площадь лугов Волго-Ахтубинской поймы является сенокосной; сенокосы дают в настоящее время более 6 млн. ц сена, коего крайне необходимо в Астраханской, и Сталинградской, и другим соседним областям. Волго-Ахтубинская пойма находится в полупустыне,

и здесь ценность ее в несколько раз повышается по сравнению с лугами, которые расположены в районах черноземных почв. Волго-Ахтубинская пойма является в этом смысле оазисом среди 25 млн. га пустыни. Затопление ее наносит большой ущерб сельскому хозяйству. Гидропроект подсчитал, что ущерб будет выражаться в сумме 130 млн. руб.; в дальнейшем убытки от затопления поймы с каждым годом будут возрастать. Необходимо вопрос о Волго-Ахтубинской пойме тщательно продумать, прежде чем решиться там что-либо строить. Что же касается постройки ГЭС, то нужно принять такой вариант, который был бы лучшим для сельского хозяйства, — нанес бы ему наименьший ущерб. Таким вариантом является создание дамбы с обвалованием правобережной части: тогда будут спасены 200 га сельскохозяйственных угодий.

Прав тов. Александров, считая, что стоимость дамбы завышена: когда будет строиться гидростанция, будут разработаны более дешевые способы земляных работ для насыпки дамбы.

Гидропроект не всегда полно учитывал все стороны хозяйства: преобладали вопросы энергетики. Например, разрешался вопрос, на каком уровне должен быть нормальный подпорный горизонт дамбы: —8 м или —7 м. Было представлено два варианта; сравнивая варианты (—7 м и —8 м), Гидропроект пришел к выводу, что первый вариант дает энергии на 7% больше. Кроме того, при отметке —7 м стоимость энергии становится на 2% ниже, поэтому и было вынесено решение принять этот вариант. Если же учитывать интересы сельского хозяйства, то ни в коем случае нельзя допускать отметку —7 м: при этом варианте вся Сталинградская пригородная зона окажется затопленной, будет погублено огородное хозяйство, которое может питать Сталинград и города Приволжья, то же относится и к прекрасным дубовым лесам в северной части поймы. Что касается отметки —8 м, то разница в количестве получаемой энергии по другим показателям очень мала, а крупный массив пригородной зоны Сталинграда и ценные дубовые леса будут сохранены. Как видно, Гидропроект недостаточно проработал этот вариант с точки зрения интересов сельского хозяйства. Кроме того, если строить станцию, то только с обваловывающей дамбой.

Е. Д. Драгунов (Астраханский филиал Росгидросовхозострой). Проектирование и последующее строительство Астраханского водохранилища в Волго-Ахтубинской долине сопряжено с резким нарушением водного режима поймы и дельты Волги, с усложнением хозяйственной деятельности земле- и водопользователей, нанесением значительного ущерба колхозным и совхозным организациям. Отнесение возмещения всего ущерба на строительство гидроэлектростанции справедливо. Обязательно согласование проектной схемы проектной организацией с астраханскими и сталинградскими областными организациями.

Создание водохранилища с продольной дамбой на 275 км высотой 16—6 м нецелесообразно. Создаваемый водный режим поймы с каскадами водохранилищ при отсутствии Астраханского водохранилища и при условии межпаводковых расходов в размере от 4 до 6 тыс. м³/сек и аккумуляции паводковых вод в волжских морях приведет к сильному обсыханию поймы и резкому ухудшению естественного травостоя.

Вариант с продольной дамбой предусматривает лиманное орошение пойменных земель, что экономически невыгодно.

Г. Г. Сибирцев (Севкаспрыбвод). Причинами уменьшения рыбных запасов являются не только изменение стока Волги, но и систематические отклонения от правил рыболовства, которые ежегодно официально уста-

навливаются Министерством рыбной промышленности. За последние 8—10 лет до 30% всех уловов рыбы получено за счет отклонения улова от правил рыболовства, в основном за счет вылова молоди ценных рыб и производителей на перестильцах. Необходимо принять решительные меры к прекращению падения запасов ценных рыб, к изъятию органов рыбоохраны из системы Министерства рыбной промышленности и передаче их специальному комитету по охране рыбных запасов или по охране природных ресурсов при Совете Министров СССР. Этот комитет и должен заниматься всем комплексом работ по воспроизводству рыбных запасов.

К. К. Гюль (Госуниверситет АзССР).

В вопросе о влиянии на уровень Каспийского моря климатических факторов особенно важное значение имеет изучение зимних температур его бассейна. По этому вопросу высказывались гг. Берг, Борисов и Визе. Они установили, что когда в Арктике зима суровая, когда навигация по Северному морскому пути тяжелая, тогда сток Волги увеличивается и уровень моря повышается. Связь между Каспийским морем и питающим его бассейном очевидна.

Л. С. Берг на основании анализов за 400-летний период пришел к выводу, что Каспийскому морю присуще высокое стояние и что наблюдаемое в последнее время понижение уровня — явление случайное. Жизнь доказала обратное: уровень моря продолжает понижаться. По этому вопросу интересны наблюдения Б. А. Аполлова. В Бакинской бухте каравансарай, бывший под водой, теперь оказался над водой. Остатки стены этого строения находятся в горизонтальном положении. Причиной этого является понижение уровня моря. Приблизительная дата постройки — 800 лет тому назад. Это доказывает, что 800 лет назад уровень Бакинской бухты стоял на 2,5—3 м ниже современного.

В районе Апшерона были найдены скелеты скифов, погребенных в I в. н. э. Ни одна народность не хоронила своих умерших под водой. Есть доказательства, что Апшерон естественным путем соединился с о-вом Артема, который назывался Святым. Местные жители называли его «Пир Адлахи», что значит «Божий храм». Все это — доказательства того, что в древности уровень моря был ниже, чем теперь. Если это так, то надо быть готовым к тому, что понижение уровня может продолжаться и дальше.

К. М. Зубрик считает, что 10—15 лет — большой период. Это небольшой период, — сроки прогнозов исчисляются в 25—30 лет. Необходимо прогнозы, связанные с Каспийским морем, в дальнейшем разработать на большие сроки.

Б. А. Шляпин (Институт океанологии АН СССР). Берг, Визе, Бенашвили, Беликов, Зайков, Крицкий и Менкель не видят никаких оснований предполагать дальнейшее понижение уровня Каспийского моря. На основании работ Максимова, Горина, Эйгенсона, Шляпина, выполненных за последние 3—4 года, можно считать, что с 1960—1965 гг. должно начаться длительное повышение уровня моря (без учета хозяйственной деятельности человека), а до этого времени уровень будет находиться в относительно устойчивом положении. Прогнозы Аполлова, Белинского и Калинина намечают дальнейшее понижение уровня (на 1—2 м к 1970 г.) с учетом деятельности человека.

Прогноз Б. А. Аполлова в связи с отменой орошения в Заволжье по сравнению с прогнозом, данным полтора — два года тому назад (о понижении уровня Каспия на 6 м к 1965 г. и на 10 м к 2005 г.), значительно изменился. Последний прогноз Аполлова совпадает с прогнозом ЦИП.

Прогноз Аполлова основывается на предположении, что климат еще весьма длительное время (50—100 лет) будет изменяться в сторону потепления (по Аполлову, потепление на 1° понижает сток на 10%). Это предположение о потеплении никак не доказывается Аполловым. Оно и понятно: прогнозировать изменения климата на длительный срок так же трудно, как и уровень моря. Кроме того, не следует забывать о том, что уровень Каспия связан с климатом не только температурным фактором, — нельзя не учитывать и количества осадков, которых может быть больше в теплые зимы, чем в холодные.

Отрицательное воздействие народнохозяйственных преобразований на уровень Каспийского моря иногда слишком переоценивается: единовременные изъятия (например, на заполнение водохранилищ) быстро восполняются. К 1970 г. закончится заполнение всех волжских водохранилищ, что отнимет у Каспия 143 км^3 воды и понизит его уровень на 36 см. Этот ущерб, если даже не предполагать увеличения водности рек, будет возмещен самим Каспием в ближайшие годы за счет уменьшения площади его испаряющей поверхности.

Что касается влияния на уровень всякого рода агролесомелиоративных мероприятий, осуществляемых на водосборной площади моря, то их вовсе не следует принимать во внимание. В разных географических районах бассейна одни и те же агротехнические мероприятия действуют различно, иногда прямо противоположно. Ежегодная глубокая зяблевая вспашка и влияние ее на сток компенсируются сейчас введенным методом обработки почвы, предложенного Мальцевым. Осушение болот в бассейне Волги, резко увеличивающее сток, балансируется обводнением, вырубкой лесов, снегозадержанием, увеличением грунтового стока и влажности воздуха и т. д.

В каждом из агролесомелиоративных мероприятий, начавшем влиять на сток, наблюдается рост противоположной тенденции, значительно уменьшающей первоначальное воздействие. Таким образом происходит взаимная компенсация этих противоречивых влияний. Их разнонаправленность и малый количественный эффект каждого в отдельности позволяют пренебречь влиянием агролесомелиоративных мероприятий на объем стока, а следовательно, и на уровень Каспийского моря.

Предпринимаются попытки рассчитывать потери стока в зависимости от увеличения урожайности, роста населения, заводов, поголовья скота и т. п. Вода как бы берется взаймы, возвращается затем в бассейн либо в виде осадков, либо поступаая в грунтовые воды.

Изъятия воды на орошение носят систематический характер, повторяясь ежегодно. Еще 80 лет тому назад великий русский климатолог А. И. Воейков предлагал осушить Северный Каспий, сбрасывая воды Волги на орошение степей Заволжья. В настоящее время из стока рек, впадающих в Каспийское море, на орошение ежегодно забирается не более 10 км^3 . Примерно столько же берет в год Кара-Богаз-Гол. Отделение этого залива от моря свело бы эффект орошения к нулю. Имея в виду дальнейшее увеличение изъятий на орошение, следует приветствовать сброс в Волгу вод из рек заболоченного севера Европейской части страны, сохранив тем самым Северный Каспий.

Защита Кара-Богаз-Гола Л. К. Блиновым производит большое впечатление. Действительно, высохший Кара-Богаз-Гол представит собой мощный источник питания воздуха взвешенными солевыми частицами. Необходимо, однако, исследовать ареал их возможного распространения и степень потенциальной угрозы орошаемым полям. Целесообразно оставить Кара-Богаз-Гол таким, каков он есть сейчас, имея в виду

возможное в ближайшем будущем естественное повышение уровня моря, а также повышение уровня за счет переброски в Каспий вод северных рек.

Е. Н. К а з а н ч е в (КаспНИРО). Составление долгосрочного прогноза уровня Каспия — дело очень сложное, и эта проблема в должной степени еще не разрешена. Можно позволить себе отнестись несколько скептически к тому методу прогнозирования уровня, который применяется сейчас. Тот математический и статистический метод, когда устанавливаются только формальные связи, выраженные цифрами и уравнениями, недостаточен. Этот метод не отражает всей сложной мозаики природных явлений, влияющих на колебания уровня Каспийского моря. Такой метод может приводить, — и в действительности приводит, — к ошибкам. Проверить достоверность прогноза Б. А. Аполлова невозможно. Но можно дать оценку метода в тех случаях, когда он применяется к восстановлению картины колебаний уровней в прошлом. Такую работу в свое время Аполлов проделал совместно с тов. Самойловым. По их данным, оказалось, что в конце XVIII в. уровень находился на самой высокой отметке. В действительности это определение ошибочно: наиболее высоким уровень Каспия был в самом начале XIX в. Необходимо выработать единый прогноз уровня Каспийского моря. Многие ученые работают в одиночку, поэтому приходится разбираться во многих точках зрения, в разных оценках хода уровня Каспия. Законно пожелание, чтобы усилия ученых и организаций, занимающихся проблемой уровня Каспийского моря, были объединены в едином центре.

М. А. Е г о р я н (Филиал Института Росгипроводхоз). Из доклада Б. А. Аполлова видно, что среднемноголетний сток Волги до 1930 г. составлял 253 км^3 в год, в настоящее же время он равен 244 км^3 . Акватория Каспийского моря уменьшилась на $28\,000 \text{ км}^2$, т. е. при современном испарении с поверхности моря, равном 1000 мм/год , потери воды морем на испарение уменьшились на $28 \text{ км}^3/\text{год}$ (а с учетом осадков — на 230 км^3).

Таким образом, для поддержания существующего уровня моря требуется не 253, а $253 - 28 = 225 \text{ км}^3/\text{год}$, причем этот сток обеспечивает существующий уровень. Следовательно, при стоке $244 \text{ км}^3/\text{год}$ получится избыток воды $244 - 225 = 19 \text{ км}^3/\text{год}$.

По Рутковской, общие потери воды, связанные с деятельностью человека, составят к 1970 г. 581 км^3 , или примерно $45 \text{ км}^3/\text{год}$. Дефицит $45 - 19 = 26 \text{ км}^3/\text{год}$. Но после 1970 г. эту величину необходимо уменьшить.

Кроме того, выясняется, что в настоящее время намечается тенденция к усилению западной циркуляции (тип «W») и меридиональной циркуляции (тип «С») атмосферы, причем в первом случае на площадь бассейна Каспийского моря будет выноситься гораздо больше осадков, чем прежде. Очень снежные зимы последних лет, а также дождливое лето этого года указывают на какие-то изменения, происходящие в атмосферных процессах.

Необходимо сказать еще об одном факторе, влияющем на понижение уровня моря. Если взглянуть на пойму Волги от Сталинграда до Астрахани, а также на дельту Волги, то видно, что масса мелких ильменей хани, а также на дельту Волги, которая в общей сложности является не меньше озер составляет площадь, которая в общей сложности является не меньше, а может быть, даже большей, чем та, которую занимает залив Кара-Богаз-Гол. Эти ильмени порой чрезвычайно мелководны, очень сильно прогреваются и испаряют массу воды; величина испарения близка к годовому расходу, связанному с деятельностью человека. Каждый год в паводку пойма заливается, а после спада паводка эти ильмени к осени

пересыхают; вся эта система испаряет очень много воды, и здесь гибнет масса молоди рыб.

Та система спасения молоди, которая существует в настоящее время, ни в коей мере не обеспечивает спасение молоди, — необходимы срочные меры для предотвращения массовой гибели рыбы. Одним из таких мероприятий может служить создание Астраханского водохранилища, плотина которого будет находиться в районе Енотаевки или Верхне-Лебяжье. С созданием водохранилища резко сократятся потери на испарение, так как не будет такого сильного прогрета воды, не будет и массовой гибели молоди.

Весьма важно знать зависимость высоты уровня моря от скорости ветра, его направления и продолжительности. Это особенно важно для районов северо-западной части Каспийского моря, в частности для рабочего поселка Каспийский (Астраханской области), где отсутствует питьевая вода.

Г. Л. Игнатюк (Гипроводхоз Министерства сельского хозяйства СССР). Возможность получения дополнительных водных ресурсов за счет осушения болот и агротехнических мероприятий на избыточно-увлажненных землях в бассейне Волги явно недооценивается. В докладе В. А. Рутковской не были приведены данные о площади болот в бассейне и избыточно-увлажненных земель. Если в зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения, расположенных в южной части бассейна, агротехнические мероприятия сокращают сток, то в зоне избыточного увлажнения агротехнические мероприятия должны увеличивать сток и вместе с осушением болот дать дополнительные водные ресурсы. Северная часть бассейна, которая имеет весьма большую площадь избыточно-увлажненных земель, принимает главное участие в формировании стока. Очевидно, агротехнические мероприятия в большей части бассейна не сокращают сток, как в засушливых районах, где величина самого стока не столь значительна, а наоборот, увеличат его. Нельзя также недооценивать намечаемых в перспективе крупных мероприятий по осушению болот, которые значительно увеличат сток рек-водоприемников. В докладе К. М. Зубрика говорится о том, что через 15—20 лет в бассейне Терека установятся благоприятные условия, но пока что после проведения Терско-Кумского канала ниже Моздока до Суэжи Терек будет пересыхать, а ниже Суэжи мутность Терека возрастет втрое. Ставить вопрос о переброске воды Терека за тысячу километров к такой многоводной реке, как Волга, нецелесообразно, так же как и перебрасывать донскую воду.

Во многих случаях падение уровня Каспийского моря не только не противоречит интересам хозяйства прибрежных районов, но даже способствует и благоприятствует им. Огромная территория дельт Терека и Суэжских территорий, насчитывающих миллионы гектаров земель, нуждалась в искусственном дренаже. Только в результате падения уровня Каспийского моря оказалось возможным, например, обеспечить самотечный сброс в Каспийское море коллектора Кизляр — Каспий, являющегося основой дренажа Терека. Благодаря этому появилась возможность вести борьбу с засолением и заболачиванием земель в дельте Терека, создать условия для строительства новых и реконструкции существующих оросительных систем. При повышении уровня Каспийского моря условия развития орошения и дренажа в дельте Терека будут значительно более тяжелыми, чем в настоящее время. Это, конечно, не означает, что интересы сельского хозяйства несовместимы с интересами ведомств, страдающих от понижения уровня Каспия, но необходимо учесть это противоречие интересов в общем комплексе вопросов.

Последствия падения уровня Каспийского моря для сельского хозяйства значительно преувеличиваются. Многие бед, которые сейчас считают следствием отхода Каспия, можно было бы избежать, осуществив несложные водохозяйственные мероприятия по перераспределению водных резервов между отдельными рукавами дельты.

Что касается водных ресурсов Терека и Сулака, то можно согласиться с тем, что изъятие их из приходной части баланса Каспия даже при полном развитии орошения не должно существенно отразиться на уровне Каспия ввиду их небольшого удельного веса.

И. А. Пискунов (КаспНИРО). Методы изучения Каспия и материал, изложенный на совещании, говорят о том, что отдельные ученые, отдельные научно-исследовательские организации работают несогласованно, их работы не объединены в единое целое, отсутствует единое твердое руководство, нет общей направленности научно-исследовательских работ. Следствием этого являются даваемые ими различные выводы. Только этим можно объяснить, что все мероприятия по воспроизводству рыбных запасов Каспийского моря находятся в зачаточном состоянии. Совершенно необходимо создание единого научно-исследовательского центра с централизованным твердым руководством.

Метод аналогий, которым руководствовался Б. А. Аполлов, хорош лишь тогда, когда он является подсобным. В 1950 г. методом аналогии пользовался проф. Пробатов; он взял данные уловов сахалинской сельди с начала нынешнего века до 1950 г., экстраполировал их значения на будущие годы и получил кривую возможности уловов со значительным их увеличением. На практике же уловы уменьшились. Этот пример ярко иллюстрирует то положение, что одним методом аналогии не всегда можно пользоваться.

Б. А. Аполлов (Институт океанологии АН СССР). Доклад Д. А. Дрогайцева показал, что метод его перспективен. Кроме того, Дрогайцев дает своему прогнозу солидные обоснования, что очень важно. Может быть, следовало ввести в прогноз температурный фактор. У него слой атмосферы взят очень большой — 5 км; возможно, характеристика без этого слоя — по приземной температуре — даст хорошие результаты. Сток реки и температура воздуха (на основании работ, проведенных институтом в Москве) имеют коэффициент корреляции 90; если же ввести предыдущий и последний годы с удельным весом 0,5, то результат получится более удовлетворительный.

В. Д. Назаров (Киевский Госуниверситет). В заслушанных докладах, охвативших основные проблемы, окончательное рассмотрение вопросов должно быть несколько детализированнее. Доклад В. А. Рутковской, касающийся непосредственного влияния хозяйственной деятельности человека на уровень моря, и доклад Б. А. Аполлова, основанный на новейших подходах к вопросу, и прогноз, который вытекает из этих докладов, вполне ясны. Установлена связь между верхним стодом Камы, гидрологическими условиями Камы и стоком Волги. По материалам, обработанным Б. А. Аполловым, были проведены исследования и получена ясно выраженная зависимость по данным за 50 лет между уровнем Каспия и комплексом факторов: годовым стоком Камы, средним пятилетним стоком Верхней Камы, средней годовой температуры и средним значением пятилетних температур.

И. Г. Заморенов (Белгородский Облсполком). Наш проект морского канала между Азовским и Каспийским морем можно осуществить в течение трех лет. Такой канал предусматривает трассу морского течения, открывающую морским судам доступ ко всем портам Каспийского

моря. По своей протяженности канал будет втрое длиннее Волго-Донского канала им. В. И. Ленина и вдвое длиннее Суэцкого канала. Максимальный сток по каналу — 100 км³. Прорытием Азово-Каспийского морского канала достигается подача самотечной воды из Азовского моря в Каспийское. Канал начинается от Ейского морского порта, где абсолютная отметка у водомерного поста Ейского лимана — 10 м, — это отметка верхнего бьефа. Здесь севернее морской пристани, на восточном побережье Азовского моря, у Глафировки, и будет начинаться канал, который пройдет по прямой линии на восток по правобережью р. Ея, а затем все время на восток по левому берегу р. Средний Егорлык. У Шаблиевки канал перейдет на правый берег р. Маныч и по прямой на восток пройдет по северному берегу Большого Манычского лимана, повернет на юго-восток по прямой линии по долине р. Восточный Маныч, а дальше по долине Кумы и параллельно р. Гайдук — прямо к Серебряковской пристани, расположенной на западном берегу Каспийского моря, а от Серебряковской пристани, прорезав отмель, канал должен заканчиваться у о-ва Тюлений. При подъеме уровня воды в Каспийском море все пустыни, тянущиеся от Астрахани как по западному побережью, так и по восточному, будут залиты. Рукава Волги, Урала, Эмбы, Кумы, Терека, Самура, Куры и Атрека будут иметь глубину 10—12 м. В Астрахани волжская вода будет проходить у стен Астраханского Кремля. Каспию необходимо дать воду Азовского моря.

Э. М. Ш х л и н с к и й (Институт географии АН АЗССР). Прогноз Б. А. Аполлова не расходится с прогнозами Калинин и Белинского. На основе прогноза Аполлова видно, что климатические изменения и хозяйственная деятельность человека к 1970 г. вызовут понижение уровня моря еще на 1—2 м. Надо выбрать один из вариантов, который заслуживает большего внимания и одобрения; особенно интересен вариант северного питания. Что же касается строительства Северо-Каспийского водохранилища, то в схеме не все ясно, многое требует доработки. В части реконструкции Бакинской бухты схема Аполлова целесообразна и вполне оправдываема.

Говоря о потеплении в северном полушарии, нельзя обходить территорию Советского Союза и особенно бассейн Волги.

«Метод» прогноза опасных ледоходов за 10—15 дней, доложенный здесь тов. Шляминим, не имеет солидных обоснований. То же можно сказать и о докладе тов. Веселовой; она, по существу, обошла вопрос о прогнозе, заявив, что если прогноз будет правильным, то можно за 10—15 дней предупредить возможность выноса льдов к Апшерону. Нельзя отрывать атмосферные процессы от гидрологических. Пора приступить к единому комплексному рассмотрению взаимосвязанных процессов и к выработке методики прогнозов большей заблаговременности. Что касается выноса льда в район Апшерона (по докладу Б. А. Шлямина), то случаи выхода сюда льдов весьма редки и потому нет необходимости строить дорогостоящую дамбу. При условии правильного прогноза можно вести борьбу с плавучими льдами на дальних подступах к Апшерону.

Второй доклад тов. Шлямина «О течениях Каспийского моря» — фантазия, не имеющая реального обоснования. Еще в 1925 г. А. А. Каминским было установлено, что никакого муссона на Северном Каспии не бывает. В работе «Климатологический справочник Каспийского моря», опубликованной в 1942 г. Шихлинским, показано, что о муссонном характере ветров можно говорить лишь в отношении Южного Каспия. В докладе А. А. Мадат-Заде также с совершенной очевидностью показана ошибочность мнения о муссонном типе ветрового режима Каспия.

Б. И. Черфас (Мосрыбвуз). Необходимо экономнее расходовать воду Каспия, так как каждый кубометр воды, растрачиваемый неоправданно какими-либо другими отраслями хозяйства, наносит серьезный ущерб рыбной промышленности. Для добычи сульфата в Кара-Богаз-Голе достаточно пропускать в него около 4 км³ воды, т. е. значительно меньше, чем расходуется в настоящее время. С точки зрения интересов рыбного хозяйства было бы лучше закрыть доступ воды в Кара-Богаз-Гол, но химическая промышленность считает это невозможным; поэтому нужно перестроить технологию добычи сульфата в таком направлении, чтобы расходовался минимум воды, и это уменьшит падение уровня Каспия. Следует вести борьбу с загрязнением мест нерестилищ в реках и потребовать, чтобы нефтяная промышленность при разведочных работах отказалась от взрывного метода определения нефтеносности пластов, так как в результате широкого применения этого метода уничтожается большое количество молодежи. Необходимо прекратить практику нарушения правил рыболовства, разработать мероприятия по воспроизводству рыбных запасов и неуклонно их осуществлять не только в дельте Волги, но и на Урале, Кура, Тереке и других реках. Поступают сообщения о том, что в насосные станции, берущие воду из Куры, засасывается большое количество молодежи рыб; этим снижается эффективность затраты больших средств, которые расходуются на воспроизводство рыбных запасов.

Было бы целесообразно ускорить проведение в жизнь схемы мероприятий по повышению уровня Каспийского моря путем подачи в Волгу вод северных рек. В схеме строительства Северо-Каспийского водохранилища имеется ряд неясностей: возможности регулирования солености, ледового режима, условий ската молодежи проходных рыб; поэтому схема должна быть доработана и передана на экспертизу, и только после этого уже можно будет судить о целесообразности — с рыбохозяйственной точки зрения — строительства дамбы.

Необходимо создание единого комитета, который координировал бы и направлял всю деятельность различных организаций, работающих над проблемой Каспия.

Г о в. Н е л ю б и н (колхоз «Волна революции» Красноярского района). Сложившаяся на Каспии обстановка неразрывно связана с Волго-Ахтубинской поймой, поэтому вопрос о них необходимо решать одновременно.

Что касается Кара-Богаз-Гола, то нужно срочно решить вопрос о его закрытии, так как он забирает около 14 км³ воды, что дает 3,5 см убыли воды в Каспийском море.

Необходимо строительство Нижне-Волжской ГЭС в районе Енотаевки, надо учесть необходимость укрепления левого берега Волги. Необходимо также вал для отделения Ахтубинской поймы. В Ахтубу можно пустить достаточно воды, чтобы обеспечить на всей Ахтубе нерестилища для рыбы, заповедник для ее размножения с тем, чтобы Ахтуба явилась рукавом для орошения плодородной земли, водной артерией, связывающей колхозы и совхозы. С этим проектом должны согласиться работники рыбной промышленности, водники и сельскохозяйственники.

Надо продолжать работу над проблемой уровня Каспийского моря и разработкой долгосрочного прогноза — на 50-летний период.

Л. Ф. Г р е к у л о в (Госплан СССР). Вопросы колебания уровня Каспийского моря — вопросы большой давности, но только совсем недавно начали подходить к решению этого сложного вопроса с практической точки зрения. Еще в 1950 г. тт. Седицкий и Белавин подали в соответствующие органы предложение построить дамбу на Северном Каспии и оградить

от возможного ущерба рыбное хозяйство. В Совете экспертизы Госплана эти предложения были рассмотрены с привлечением широкого круга ученых и специалистов; стоимость сооружения дамбы определялась ими в сумме 8 млрд. руб. После тщательной проверки оказалось, что дамбу можно построить, но что возведение ее будет стоить 36 млрд. руб., и предложение Селицкого и Белавина было отклонено. В том же 1950 г. Б. А. Аполлов внес свой вариант строительства дамбы, но этот вопрос был еще недоработан, и Совет экспертизы Госплана не мог тогда должным образом оценить его.

По мнению многих ученых к 1970 г. уровень Каспийского моря понизится на 1—2 м; поэтому хозяйственники могут примерно знать, как строить жизнь на Каспии в течение ближайших 15 лет. В отношении же долгосрочного прогноза дело обстоит хуже, — здесь сколько-нибудь обоснованных цифр нет. В ближайшее время необходимо решить вопрос о прекращении поступления каспийской воды в Кара-Богаз-Гол.

Сток Волги должен регулироваться с учетом интересов рыбного промысла и сельского хозяйства в Волго-Ахтубинской пойме и дельте Волги.

Вопрос сброса паводковых вод и попусков из водохранилищ должен быть рассмотрен в Министерстве электростанций с тем, чтобы Куйбышевская, Сталинградская и последующие ГЭС в возможно полной мере обеспечили интересы рыбного и сельского хозяйства Каспия. Думается, что при этом могут быть устранены если не полностью, то хоть в какой-то мере отрицательно влияющие факторы.

Учитывая исключительную важность строительства рыбных заводов, необходимо, чтобы отпущенные правительством средства были использованы досрочно, а не с многолетним опозданием.

Вопрос о строительстве Северо-Каспийского водохранилища надо тщательно проработать.

К. М. Зубрик неправильно указал на то, что Госплан СССР отклонил разработанную Гидропроектом схему обводнения и орошения Сарпинской низменности, «Черных земель» и Ногайской степи. В действительности в Госплане рассматривался этот вопрос в Совете технико-экономической экспертизы и на заседании Госплана. Указанную схему сочли необходимым пересмотреть, так как вопрос о намеченных по ней мероприятиях был решен неправильно: около 70% всей подаваемой воды терялось на фильтрацию и испарение, подача воды в Западный Прикаспий могла быть осуществлена только при полном окончании намеченного дорогостоящего строительства; по указанной схеме нужно было вложить миллиарды рублей, и только после этого можно ждать результатов; затраты были очень высоки. Госплан СССР считал необходимым поручить Министерству сельского хозяйства СССР переработать указанную схему, рассмотреть различные варианты возможного осуществления подачи воды в Прикаспий с учетом пожеланий и предложений местных областных организаций. Однако Министерство сельского хозяйства до сих пор не переработало эту схему.

То, что развитие сельского хозяйства Прикаспийской низменности не может быть решено без подачи воды в этот район, совершенно ясно и доказательств не требует. Но весь вопрос заключается в том, как подать воду в эти районы.

Министерство сельского хозяйства не разработало схемы обводнения земель Прикаспия, этим вопросом проектные организации вообще не занимаются. В короткий срок указанные мероприятия должны быть разработаны, рассмотрены и представлены Правительству на утверждение, чтобы в ближайшее время можно было приступить к их осуществлению.

Что касается заявления тов. Чекалова о возникающих трудностях в обеспечении сырьевой базы целлюлозно-бумажного комбината, то необходимо провести работы по выявлению и возможному расширению сырьевой базы для этого комбината.

При выборе створа Астраханской ГЭС и ее основных параметров необходимо обеспечить сохранение Волго-Ахтубинской поймы и развитие сельского хозяйства в этом районе.

Н. И. Кожин (ВНИРО). Строительство дамбы в Северном Каспии целесообразно при условии, если будет сохранен солевой режим; дамба повысит уровень Каспийского моря, увеличит его площадь. Схему необходимо доработать и довести до стадии схематического проекта. Схема Гидропроекта 1955 г. заслуживает одобрения; хотя некоторые вопросы в ней решены односторонне, но самые главные мероприятия уже разработаны и главное — конкретно указано, что необходимо делать сейчас же.

В первой части схемы Гидрорыбпроекта речь идет о рыбоводных мероприятиях. Это первоочередные мероприятия, и их нужно решить уже сейчас, независимо от решения проблемы водного баланса Каспия. Вторую часть схемы необходимо пересмотреть. В схеме не учитывается такой серьезный вопрос, как размножение полупроходных рыб в нижней части дельты и в авандельте.

Немало недоработок и биологического характера. Неясен также вопрос о продольных дамбах (с технической стороны): как можно разделить сток Волги на восточный и западный без специального водоразделительного устройства?

Желательно при разработке проекта Нижне-Волжской ГЭС оставить Волго-Ахтубинскую пойму открытой; при многолетнем регулировании стока Волги это будет возможно. Необходимо также принять самые решительные меры против загрязнения Волги сточными водами заводов и фабрик.

Н. П. Танасийчук (КаспНИРО). Недопустимо отставание выполнения работ, совершенно неотложных для прекращения снижения уровня моря, увеличения стока Волги, улучшения состояния рыбного хозяйства Каспия, переживающего трудности, вызванные понижением уровня моря за последние 15—20 лет.

Постройка дамбы Северо-Каспийского водохранилища, несомненно, повысит уровень моря, обеспечит обводнение Каспийского и Лиманского районов и побережья северной части Каспия, страдающих от недостатка воды. В результате постройки дамбы теплое течение будет отклонено к западным берегам Дагестана, что исключит образование льдов в районе ниже дамбы. Однако в результате строительства дамбы западная часть Северного Каспия превратится в пресноводный водоем. Существующий в настоящее время реликтовый солоноватоводный комплекс моллюсков исчезающее время реликтовый комплексом форм. Условия нагула полупроходных рыб значительно ухудшатся. Опреснение западной половины Северного Каспия обусловит интенсивное зарастание акватории пресноводной растительностью. Создадутся благоприятные условия для увеличения численности таких рыб, как красноперка, окунь, лещ, линь и др. Численность воблы, несомненно, уменьшится, ухудшится ее рост. Условия нереста полупроходных рыб в Северо-Каспийском водохранилище будут ухудшаться по сравнению с современными. Ледовой покров будет держаться значительно дольше, что отразится на темпах весеннего прогревания и, следовательно, на сроках нереста. Возникают опасения, что ухудшатся не только условия нагула для молоди осетровых, но и мигрируют

целю, сокращен объем работ в дельте, выпали товарные рыбные хозяйства и другие объекты рыбоводства. Мелиоративные работы по дельте в схеме пополнились обводнением (со сложной системой плотин) 212 тыс. га. Общая стоимость работ определена в 673,1 млн. руб.

По схеме имеется заключение ВНИРО от 22 февраля 1956 г., которое в основном сводится к тому, что в настоящее время («в начале переходного периода») речь может идти об осуществлении «комплекса рыбоводно-мелиоративных мероприятий, утвержденных 15 августа 1953 г.»; предусматривалось сооружение в дельте Волги ряда рыбоводных заводов и нерестово-выростных хозяйств. Стоимость строительства определена в 251,7 млн. руб.

Капитальная мелиорация естественных нерестилищ с устройством подводных устьевых каналов нецелесообразна. Компенсация потерь в воспроизводстве запасов полупроходных рыб Волго-Каспия, связанных с сокращением возможности нагула их в море, может быть осуществлена лишь путем специальных мероприятий, которые должны быть разработаны в течение переходного периода.

На совещании в Астрахани 24 апреля 1956 г. представители ВНИРО предостерегали авторов проекта против развивавшегося ими ультраоптимистического взгляда на кормность Каспия и возражали против отсутствия в их проекте комплексного решения всей проблемы рыбного хозяйства Каспийского моря, заявляя о том, что вся проблема решена некомплексно и что схема — такая стадия проектирования, в процессе которой могут быть оценены все предложения различных авторов и организаций по проблеме в целом.

Схема Гидропроекта не отвечает поставленной задаче и не решает в целом вопроса о воспроизводстве рыбных запасов Волго-Каспийского района: она включает лишь некоторые мероприятия по обеспечению в дельте Волги размножения проходных и полупроходных рыб путем строительства рыбоводных и рыбомелиоративных объектов. Необходимость принятия мер по увеличению размножения осетровых, лососевых и крупночастиковых рыб — наиболее ясная и требующая при существующей ситуации первоочередного и более срочного решения сторона проблемы. Объем уловов на Каспии в схеме занижен; нельзя успокаиваться на стабилизации их на уровне последних лет: это не умножение богатств Каспия, а расточительство.

Как показывает опыт, неправильна и устарела и сама концепция, определяющая понятие схемы по воспроизводству рыбных запасов, в данном случае Каспийского бассейна. Согласно этой концепции мероприятия по воспроизводству рыб сводятся к рыбоводству (в узком смысле этого слова) и мелиорации. Схема же воспроизводства рыбных запасов каждого рыбопромышленного бассейна должна предусматривать всю сумму мероприятий по воздействию на воспроизводство рыбосырьевой базы данного бассейна (в данном случае Каспия) в направлении ее роста и укрепления. Это не только гидротехника и не только рыбоводство (в узком смысле слова), но и рыбохозяйственная мелиорация. Схема воспроизводства рыб — это общий генеральный проект реконструкции и правильного использования сырьевой базы (в данном случае Каспия). Схема — это прежде всего разработанная рекомендация правильной системы рыбоводства в Каспийском бассейне.

Малодейственными являются сами правила рыбоводства, разрабатываемые и утверждаемые Министерством рыбной промышленности СССР. По этим вопросам накоплены обширные данные в органах рыбоохраны; к сожалению, эти органы находятся в административном подчинении Ми-

нистерства рыбной промышленности СССР и своих прямых функций выполнять не могут. Нужны во-первых, разработанные мероприятия по обеспечению естественного нереста рыб, так как при всех условиях в комплексе работ по воспроизводству рыбных запасов за естественным размножением сохраняется преобладающее значение; во-вторых, мероприятия по акклиматизации рыб, стоимость которых не дорога, а эффект часто бывает очень велик; в-третьих, разработанные конкретные предложения по ликвидации загрязнения рыбохозяйственных водоемов Каспия; наконец, комплекс строительства рыбоводных, рыбомелиоративных и гидротехнических объектов с обоснованием характера и объемов строительства. В схеме должны быть разработаны также вопросы правильной эксплуатации рыбоводных объектов.

Всем перечисленным выше условиям схема не удовлетворяет; помимо прочего, она не согласована с заинтересованными ведомствами ни по существу, ни в финансовом отношении. Из предусматриваемых схемой к строительству рыбоводных объектов малообоснованной является капитальная мелиорация 212 тыс. га площадей естественных нерестилищ (в дельте Волги), которую следует считать сугубо экспериментальной; площадь для первой стадии работ определяется в размере 20—50 тыс. га.

Комплексной и полной схемы по воспроизводству рыбных запасов Северного Каспия, как и Каспийского моря в целом, пока нет, а ее разработать следует, и как можно скорее.

Ю. В. Александровский (Гидроэнергопроект). Основной проблемой является вопрос об изменении климата. Дело в том, что если не будет систематического изменения климата, которое приводит к понижению уровня моря, то проблема Каспия отпадет сама собой. Необходимо точно установить, каким же будет в дальнейшем климат.

При быстрой реализации всех проектов строительства на изыскательские работы проектируемых крупных сооружений потребуется минимум 2—3 года, на строительство этих гидротехнических сооружений — еще 5—7 лет, следовательно, сооружения будут готовы только через 10 лет, т. е. ко времени, на которое составлялся прогноз (1956—1970 гг.). Вопрос о том, как же будут работать эти сооружения, никто пока не занимается. На что же надо ориентировать наши сооружения — на понижение или повышение уровня? Что нужно делать в данном 10—15-летии, когда намечаемые сооружения еще не будут существовать? Нужно принимать меры локальной защиты, причем они должны быть увязаны с последующими мероприятиями (устройством дамб, переброской стока и т. д.).

Б. А. Аполлов подметил чрезвычайно интересную зависимость между индексом Вольфа, характеризующим интенсивность солнечной деятельности, и температурой воздуха в Москве, и получил две ветви кривой. В начале рассматриваемого периода, т. е. в 1860—1870 гг., точки соответствуют высоким значениям индекса Вольфа и низкой температурой, и это длится до 1910 г.; затем снова начинается рост индекса при продолжающемся повышении температуры, что приводит к новой ветви кривой. Спрашивается, как же будет вести себя эта зависимость при последующем (после 1960 г.) снижении индекса Вольфа? Такими исследованиями дальнейшего изменения климатических характеристик на срок (как минимум на 50 лет) и нужно заняться, иначе трудно обосновать необходимость строительства сооружений.

Ближайшее 15-летие — это период наполнения мертвых объемов водохранилищ: дальнейшего заполнения мертвых объемов уже не будет;

в следующий период основным фактором, влияющим на уровень Каспийского моря, явится климат.

Нефтяную промышленность беспокоит проблема ледовых подвижек, — это один из доводов в пользу строительства дамбы, но необходим глубокий анализ возможности выноса льда.

Л. Е. Веселова при характеристике ледового режима Каспия объединила все данные, полученные в результате наблюдений за льдом. Между тем необходимо рассматривать отдельно период до начала падения и период после интенсивного падения и уже из сопоставления полученных характеристик выводить заключение о влиянии падения уровня моря на ледовый режим.

Строительство дамбы приведет к тому, что лед, образующийся севернее дамбы, не будет выноситься к Апшеронскому полуострову, а будет задерживаться. Опасного действия льда на дамбу можно, по-видимому, не опасаться. Вопрос о льдах весьма важен для обоснования необходимости в дамбе с точки зрения интересов нефтяной промышленности, пока же он разработан недостаточно.

По Б. А. Шлямину следует, что по температуре января можно предсказать ледоход. Прогнозировать следует отдельно лед местного образования и дрейфующий с северной части моря. В 1949 г. местный лед имел толщину до 20 см и причинил много ущерба. Если можно по январской температуре предсказать появление местного льда, то появление дрейфующего льда едва ли можно предсказать по январской температуре с достаточной долей вероятности. Прогнозы же только температуры воды и воздуха ничего не дадут, если не предвидеть направления, силы и продолжительности ветра. Из выступлений Б. А. Шлямина в отношении средних глубин северной части Каспия вытекает, что понижение уровня моря на 2,5 м почти не изменило среднюю глубину северной части моря. С такими выводами никак нельзя согласиться. Северная часть Каспия потеряла четверть своей площади. При сокращении акватории моря соответственно возрастает влияние суши. Температура воды от берега к морю зимой повышается, и так как процесс льдообразования идет от суши к морю, а не наоборот, то отрицательное влияние суши увеличивается. Б. А. Шлямин, видимо, не понял Аполлова. Вопрос идет о том ледовом поле, которое после постройки северной дамбы окажется за дамбой. Теплое морское течение, которое будет омыwać южный откос дамбы, исключит возможность образования льда.

Н. А. Желзьяк (Институт гидрологии, Киев). Если потери на испарение зависят от температуры, то величина осадков остается неисследованной. Поэтому, на вопрос, является ли потепление причиной уменьшения поверхностного стока, ответить затруднительно. Хотелось бы заслушать данные, непосредственно вытекающие из анализа величин стока. Если допустить, что потепление происходит во всем северном полушарии, тогда должно иметь место снижение стока всех рек Советского Союза; но таких данных нет, — уменьшения стока Днестра не наблюдается.

Б. А. Шлямин заявил, что в годы появления тяжелых льдов в районе Апшеронского полуострова среднедекадная температура в феврале была значительно ниже нормы. Но он не проверил, каким же был в другие годы ход среднедекадной температуры воздуха; очевидно, нужно взять и те годы, когда льда не было совсем. Тогда окажется, несомненно, что и в эти годы была низкая температура.

Опубликование прогноза 31 декабря неприемлемо для энергетиков, так как они составляют план к 1 октября. Необходимо создать условия

для такой разработки методики прогноза, которая позволила бы составлять прогноз в октябре. Следует учесть это пожелание производственников.

А. П. Бурдыкина (Арктический институт). Уровень Каспийского моря в основном определяется стоком Волги, составляющим около 80% годового притока в Каспий. Величина же стока, в свою очередь, зависит от характера синоптических процессов, происходящих над бассейном Волги, а именно: чем глубже развита циклоническая деятельность, тем большим будет сток, и наоборот, антициклонический режим обуславливает дефицит осадков и низкий уровень. Но для выяснения причин аномально высокой повторяемости синоптических ситуаций Г. Я. Вангенгейм считает недостаточным ограничиться изучением синоптических процессов лишь в данном районе, — их возникновение следует изучать в связи с развитием общей циркуляции атмосферы. Г. Я. Вангенгейм и А. А. Гирс устанавливают следующие типы атмосферной циркуляции: западный (W), связанный с увеличением осадков в бассейне Волги, восточный (E), связанный с выносами из юго-западных районов Азии на бассейн Волги воздушных масс, бедных осадками, нередко связанных с суховеями, и меридиональный (C). В работах Г. Я. Вангенгейма показано, что западный тип чаще всего сменяется восточным, восточный — меридиональным, а после меридионального обычно наблюдаются все типы со значительным развитием меридионального. Это обстоятельство позволило составить прогнозы на 5 мес. А. А. Гирс усматривает эту преемственность в развитии многолетнего, эпохального изменения отдельных типов циркуляции атмосферы.

Для выяснения основных причин колебания уровня Каспийского моря были построены интегральные кривые аномалии месячного числа дней с формами W, C, E по каталогу Г. Я. Вангенгейма (65 лет — с 1891 по 1955 г. включительно). Характерной особенностью всех интегральных кривых является наличие в их ходе длительных колебаний роста и падения, а также кратковременных подъемов и спадов. На основании хода кривых А. А. Гирс выделяет в общих чертах эпохи аномального развития отдельных типов циркуляции.

Эпизодические аномалии в развитии типа E в период с 1900 по 1928 г. можно рассматривать, как «ростки» нового в предшествующем развитии процессов, а еще более резкое возникновение аномалии типа C — как возврат («отголоски» старого) к процессам, предшествовавшим данной эпохе. То же можно сказать и о других эпохах. А. А. Гирс показал, что при аномальном развитии процессов типа W сток Волги и уровень Каспийского моря занимали высокое положение, при аномальном развитии процессов типа E сток Волги и уровень Каспия обычно снижаются.

Наличие длительных многолетних аномалий в развитии типов W, E, C связано как с закономерностями изменениями солнечной активности, так и с внешними причинами, в основном с многолетними изменениями солнечной активности, проявляющимися в 11-летнем, 80—90-летнем и других циклах. В периоды проявляющимися в 11-летнем, 80—90-летнем и других циклах. В периоды проявляющимися в 11-летнем, 80—90-летнем и других циклах. В периоды проявляющимися в 11-летнем, 80—90-летнем и других циклах. В периоды проявляющимися в 11-летнем, 80—90-летнем и других циклах.

Последний максимум 80—90-летнего цикла солнечной активности (по числам Вольфа) наблюдался в 1873 г. Следующие максимумы 80—90-летнего и 11-летнего циклов совпадают, и А. А. Гирс ожидал их проявления в 1958 г., а гелиогеофизики — в 1957 г., с чем и связаны исследования Международного геофизического года. После этого максимума дования Международного геофизического года должен быть по каждый последующий максимум 11-летнего цикла должен быть по

величине меньше предыдущего. Перелома в интегральной кривой чисел Вольфа к спаду можно ожидать около 1958 г. Далее следует, что в эти годы в атмосфере должны начаться активное развитие западной циркуляции и ослабление меридиональных процессов Е и С, что обуславливает увеличение осадков в бассейне Волги.

Исходя из сказанного, можно заключить, что сохранение тенденции к дальнейшему падению уровня Каспийского моря в ближайшие годы маловероятно, — возможна тенденция к повышению его в связи с увеличением стока Волги (без учета хозяйственной деятельности человека).

Ю. Е. Очаковский (Институт океанологии АН СССР). Трудно согласиться с положениями Скриптунова об изменении режима течений при изменении уровня моря. Схемы течений для Северного Каспия недостоверны. Изучение ветра и режима течений на Северном Каспии показывают определенную закономерность: течения на Северном Каспии обусловлены ветровыми полями. Ветры неустойчивы как по времени, так и в отношении скорости. Следовательно, течение и направлено по равнодействующей, обусловленной предыдущими и последующими ветровыми полями, накладывающимися друг на друга.

Безусловно, абсолютная величина зоны опресненных вод сократится. Если уровень Каспийского моря понизится на 3 м, то сократится и объем западной части Северного Каспия; значит, если сократится объем водохранилища, то зона опресненных вод будет меньше распространена, но удельный вес ее будет больше. Кроме того, если уровень упадет, дельта Волги передвинется еще южнее; будет образован пролив, который соединит восточную и западную части Северного Каспия. Таким образом получатся два изолированных друг от друга водоема. Пресные воды займут положение у входа в пролив и будут поступать в восточную часть Северного Каспия.

Ф. Н. Линберг (Астраханская устьевая станция ГМС). Сооружение мощной ГЭС в непосредственной близости от устья Волги повлияет на режим нижележащего участка. Устьевая область Волги, сложенная из мелких фракций аллювия, в котором река выработала русла для своих рукавов и протоков, весьма чутко реагирует на изменения режима стока, особенно на изменения скорости течения. В нижнем бьефе ГЭС будет происходить уменьшенный расход воды (по сравнению с бытовым расходом в половодье) и значительно (в несколько раз) увеличенный — в зимний период, в условиях ледяного покрова. Предполагается, что расход воды будет значительно колебаться даже в течение недель и суток, не говоря уже о больших периодах.

Возможность больших колебаний расходов воды в нижнем бьефе ГЭС, которые, конечно, не превысят бытовых, в условиях свободного ото льда состояния устьевой области Волги не вызывает каких-либо опасений. В 40-х годах текущего столетия по Волге прошел зимний паводок, по-видимому, в результате сброса большого объема воды с Рыбинского водохранилища. Увеличенный расход воды в дельте прошел преимущественно по Бахтемирскому рукаву. Прохождение увеличенного расхода воды в условиях стесненного ледяным покровом русла сопровождалось глубинной эрозией последнего. Очевидно, при частых колебаниях объема стока в нижнем бьефе ГЭС в условиях ледяного покрова в дельте Волги Бахтемирский рукав будет подвержен глубинной эрозии. Это повлечет за собой перераспределение стока по рукавам дельты в сторону увеличения его по Бахтемирскому рукаву.

В нижнем бьефе ГЭС в зимнее время обычно образуются полыньи протяженностью в несколько километров. Известно, что полыньи яв-

ляются очагами образования шуги. До сих пор в дельте Волги шуги и связанных с нею зажорных явлений не наблюдалось. Но со строительством Астраханской ГЭС следует ожидать образования зажорной воды в море, что опять-таки вызовет перераспределение стока в дельте в сторону увеличения его по Бахтемирскому рукаву и интенсивную глубинную его эрозию. В результате произойдет весьма быстрое отмирание восточной части дельты.

Н. П. Серов (Институт зоологии АН КазССР). В связи с падением уровня Каспийского моря значительная потеря рыбных запасов произойдет в Урало-Каспийском районе. Улов рыбы с 1949 по 1952 г. по Урало-Каспийскому тресту в целом снизился с 871 до 463 тыс. ц. Очень важным фактором снижения улова рыбы в этом районе, видимо, является исчезновение естественных нерестилищ осетровых, карповых и окуневых в поймно-ильменной системе Урала и в северо-восточной части Каспия.

Необходимо принять ряд мероприятий, направленных на поддержание численности промысловых рыб в Урало-Каспийском районе.

1. В целях проведения более тщательных ихтиологических исследований следует считать необходимым организовать научно-исследовательское учреждение по линии АН КазССР в Гурьеве.
2. Для поддержания численности осетровых необходимо построить на о-ве Курилкин осетровый завод на базе ныне существующей Курилкинской осетроводной станции Уралрыбвода.
3. В устье Урала надо построить рыбхоз для выращивания молоди сазана, судака, леща и других пород рыб.
4. Следует провести мелiorативные работы на естественных нерестилищах пойменной системы в Басайском районе для соединения с р. Урал следующих водоемов: Большое Ганюшкино, Малое Ганюшкино, Аспа, Лягушачий, а также некоторых водоемов р. Сарачинки, общей площадью 110 га.

М. М. Лебедев (Министерство рыбной промышленности АзССР). Планируя расходы в сотни миллионов рублей на различные мероприятия по искусственному воспроизводству промысловых рыб, мелiorативным и другим работам, мы должны отдавать себе полный отчет в том, что может снижать, а иногда и совсем сводить нанет эффект этих мероприятий.

В строительстве куринских рыбоводных предприятий вложено 47 млн. руб., из них 35 — в действующие, 12 — в строящиеся. Из Мингечаурского водохранилища вода расходуется через Верхне-Карабахский канал, из которого много рыбы и молоди выносятся на хлопковые поля, где и погибает. Нижне-Ширванский канал также будет забирать воду из мелководного залива Мингечаурского водохранилища, и с этой водой масса молоди также будет выноситься на поля и гибнуть. Таким образом, эффективность запроектированного Мингечаурского рыбхоза стоимостью несколько миллионов рублей будет значительно снижена из-за отсутствия рыбозащитных сооружений в головной части водозаборных оросительных каналов.

Усть-Куринский рыбхоз введен в эксплуатацию в 1955 г.; за 1955 и 1956 гг. им выпущено более 350 млн. штук молоди частичковых рыб, преимущественно сазана. Эта молодь скатывалась в устье Куры, частично поднималась вверх по реке, попадая в плавучие и мощные стационарные водокачки, которые засасывали ее и выносили на поля, где рыба погибала. Водозаборных каналов и водокачек на Куре сотни, но они не имеют рыбозащитных сооружений и массами губят молодь рыбы.

Конкурсы, проведенные на лучшую конструкцию рыбозащитных сооружений, пока еще не дали положительных результатов. Главные виновники массовой гибели молодежи — потребители воды фактически совершенно устранены от какой-либо заботы и ответственности за судьбу истребляемой ими рыбы.

Вода во все возрастающем количестве нужна для сельского хозяйства и для ряда отраслей промышленности, но никого из этих хозяйств, ведомств и организаций не беспокоит вопрос о том, как, какими средствами забирать воду, чтобы не уничтожать рыбу. Необходимо изменить методы морской нефтегазразведки и проводить их при постоянном согласовании с рыбнадзором.

Х. Н. Т ю р е ш е в (Гурьевское управление по делам рыбоколхозов МРС). Часть Северного Каспия, особенно восточная, относится к Казахстану; о ней и о р. Урал говорилось мало.

Все рукава дельты Урала, ранее сообщавшиеся с морем, окончательно отшнуровались от моря и пересохли, отчего создались исключительно неблагоприятные условия для прохода промысловых рыб в р. Урал; почти полностью исключены естественные нерестовые площади, расположенные в устье дельты.

Значительное количество рыб в осенний период залегает на зимовальных ямах дельты Урала. В связи с отшнурованием рукавов от моря теряется проточность этих ям, ухудшается газовый режим, отчего и возникают периодические заморы и гибель рыбы.

В годы с высоким весенним половодьем, когда все рукава дельты Урала соединяются с морем, значительно увеличивается заход рыбы и вылов ее в р. Урал.

Уловы рыбы ряд лет остаются почти на одном уровне, между тем количество особей отдельных пород катастрофически падает (например, сельди, сазана, судака, воблы). Самый высокий улов сельди был в 1939 г.; улов же ее в 1954 г. почти в 10 раз меньше, сазана — в 4 раза меньше.

Помимо прохода промысловых рыб, их нереста и воспроизводства, система р. Урал имеет большое народнохозяйственное значение для Гурьевской области как важнейший водный путь, связывающий ее с соседней Астраханской областью, Волгой и портами Каспийского бассейна. Поэтому в рыбоводно-мелиоративном строительстве в дельте Урала и приведении в судоходное состояние его нижнего течения (включая и морской канал) заинтересованы организации не только рыбохозяйственные, но и нефтяные, морского и речного флота и другие предприятия нашей области. Однако состояние судоходного рукава р. Урал и морского канала не обеспечивает постоянного судоходства из-за многочисленных отмелей и наносов. Работы по прорытию каналов в отмелях ведутся в недостаточном объеме. В район б. Телячинского банка (да и в другие) нельзя попасть ни со стороны моря, ни с суши, и рыба там гибнет. На Каспии имеются и другие побережья, в которые рыба заходит, скапливается, но не может найти выхода ни в море, ни в реку и погибает.

С понижением уровня Каспийского моря значительно обмелел и ряд банков дельты Волги, в том числе банки Каньчинский, Мокринский, Иголкинский и Карайский. Эти банки, расположенные в восточной части дельты, имели большое значение для речного рыболовства и судоходства. Кроме того, вывод рыболовецкого флота на добычу рыбы, а также обратно на базы МРС этими банками в настоящее время стал невозможен, ввиду чего флот вынужден выходить Главным банком Волги, что удлиняет путь на 350—500 км.

Необходимо провести ряд мероприятий в целях улучшения воспроизводства рыбы и развития на этой основе рыбной промышленности Гурьевской области.

Тов. Ч и к а л о (Грозненский Облводхоз). Если учесть перспективную площадь орошения других республик и областей в Ногайской степи, Грозненской области, а также на территории Северной Осетии и Кабардинской АССР, то площадь орошения в бассейне Терека в перспективе будет равна 530 тыс. га без учета Дзержинской системы Дагестанской АССР; если же ввести поправку на водопотребление этой дополнительной площади, то потребуются воды на орошение в перспективе без Дзержинской системы — 7,3 млрд. м³, а вместе с Дзержинской системой — 8,7 млрд. м³. Таким образом, в Тереке остается совершенно незначительное количество воды для сброса в море, что и нужно иметь в виду при расчете проводимых мероприятий по улучшению положения в связи с понижением уровня Каспийского моря.

Совершенно нецелесообразно гнать воду из Терека на орошение Сарпинской низменности и северо-западного Прикаспия, так как вода нужна в непосредственной близости от рек Грозненской области и других республик, где она принесет большой эффект.

Влияние понижения уровня моря на сельское хозяйство Грозненской области ограничилось иссушением части заболоченных мест, расположенных в прибрежной части моря. Предполагают, что эти водоемы находятся на 8 м выше уровня Каспийского моря и обсохли потому, что Терек в разливах проложил себе за этот период новое русло. Для восстановления рыбного хозяйства Аракумской низменности необходимо провести мероприятия по ее обводнению путем строительства отдельных каналов.

В. Г. С е д о в (Севкаспрыбвод). Рыбники Астрахани обсуждали схему Гидропроекта и поддержали ее. Неправильно утверждение тов. Танасийчука относительно того, что количество ежегодного вылова определяет рыбные запасы водоема. Работники рыбнадзора согласятся с этим не могут. Это утверждение ошибочно, однако по нему даются ошибочные прогнозы и неправильно планируется улов рыбы. В 1953 г. при плане 1720 тыс. ц вылов составил 1750 тыс. ц.

Такое явление продолжаться дальше не может; независимо от схем, уже сейчас надо решать вопрос об ограничении до предела добычи рыбы на Северном Каспии. Двухвершинный паводок нас не устраивает, однако будет очень плохо, если в дельту Волги не пойдут воды.

В ноябре и начале декабря прошлого года в дельте началось неожиданное понижение уровня. Возникла явная угроза гибели рыбы. На протест и просьбу помочь сообщили, что в условиях зарегулированного стока это явление неизбежно. Но этого не должно быть. Гидроэлектростанции должны считаться с интересами рыбного хозяйства.

В. Ф. П а л ю т к и н (Астраханский филиал Росгипроводхоза). За последнее 20-летие Лиманский и Каспийский районы Астраханской области оказались в чрезвычайно тяжелом положении: многие населенные пункты, колхозы, совхозы остались без воды. В настоящее время проведено частичное обводнение и выборочное орошение в этих районах, осуществляется устройство обводнительных каналов с механическим подъемом воды из рукава Волги в районе Оля. Это мероприятие следует рассматривать как временное, — до коренного решения вопроса об обводнении безводных районов Астраханской области из Терско-Кумского канала и Волн с забором воды в районе Сталинграда на базе строящейся Сталинградской ГЭС.

За последние 4—5 лет различными проектными организациями был составлен ряд схем обводнения безводных районов Астраханской области; однако ни одна из них не была утверждена, и на сегодня этот вопрос остался неясным.

К. М. Зубрик в своем сообщении об Астраханском водохранилище также обошел молчанием вопрос о том, как решается проблема обводнения и орошения в Астраханской области в связи с проектированием Астраханского водохранилища; на заседании секции сельского хозяйства этот пробел должен был подвергнуться конкретному обсуждению, однако этого не случилось.

А. А. К в и р а й я (Махачкалинский порт). Прежде чем говорить о целесообразности того или иного порта, необходимо хорошо знать экономику данного порта. Говорят о том, что значение Махачкалинского порта отпадает. А кто занимался экономикой этого порта? Из архивных документов видно, что до революции Махачкалинский порт перерабатывал 1200 тыс. одних только сухогрузов, т. е. значительно больше, чем Бакинский, Красноводский и Астраханский порты.

В Махачкале имеется прекрасный бутовый камень, который может пойти на сооружения, особенно для фундаментов. Его хватит минимум на 2000 лет. Потребность Астрахани и Гурьева в этом камне составит до миллиона тонн в год. Практически в 1956 г. порт приступил к массовой перевалке камня.

Двадцать лет назад у нас появился новый груз — лес; порт не может его перерабатывать нормально, потому что нет складских помещений. Поэтому при наличии груза до 3 млн. т только 16% идет морем, все же остальное — железной дорогой. Поскольку порт в Астрахани замерзает, лес нужно быстро доставлять и выгружать. Решить вопрос может усиление плотоперевозок. Леса набирается очень много: только при грубых подсчетах грузопоток леса по Махачкалинскому порту составляет величину порядка 800 тыс. т в навигацию. Практически порт с 1955 г. приступил к массовой расплотировке плотов южнее порта.

Е. К. В о р о н о в (Союзморпроект ММФ СССР). По вопросу о Махачкалинском порте выявились две точки зрения. Согласно одной, Махачкалинский порт не нужен, — его нужно лишь поддерживать, пока не будут проложены магистральный трубопровод и вторая линия железной дороги. Другая точка зрения сводится к тому, что, поскольку Махачкалинский порт еще до революции занимал большое место, ему надо вернуть его прежний удельный вес. С одной стороны, нельзя согласиться с предложением перекинуть все перевозки на магистральные нефтепроводы и железную дорогу, — это экономически нецелесообразно. Если идти по этому пути, то морскому транспорту во всем Каспийском бассейне придется свернуть свою работу, а флот вывести в другие бассейны и закрыть порты. С другой стороны, нельзя также согласиться и с предложениями резко увеличить перевалочный пункт нефти и лесогрузов. Перевалка хлебных грузов будет иметь сравнительно небольшие размеры. Нельзя также рассчитывать на ведение перевозок через Махачкалинский порт на Астрахань строительного камня в таких количествах, какие здесь назывались: 800 тыс. т.

Значительно возрастает удельный вес Красноводского и Бакинского портов. Это и понятно в связи с развитием транспортных связей районов Волго-Каспийского бассейна, центра и юга с районами Средней Азии и Закавказья.

Если падение уровня моря будет таким, как указывает Б. А. Аполлов, то грузопотоки будут переключаться на железную дорогу и перевозки

ракушечника из района Баутино окажутся рациональными с перевалкой на железную дорогу не в Гурьева, а в Астрахани.

О. Ю. О м а р о в (Махачкалинский порт). Тов. Халилов утверждал, что в связи с постройкой парома в Бакинском порту и увеличением направления груза на этот поток нужна в сухогрузном порте Махачкала отпадает. С точки зрения экономики такое решение вопроса неправильно. Грузы, идущие по линии Красноводск — Махачкала, Красноводск — Баку и обратно, это в основном хлопок, сульфат, зерно; большая доля их в портах Махачкала и Баку переваливается на железную дорогу и направляется на север. Целесообразно освободить железнодорожный транспорт на участке Баку — Махачкала и переключить их на порт Махачкала. Поэтому строительство парома более экономично не в Бакинском порту, а в Махачкалинском. Проектом расширения и реконструкции Махачкалинского порта предусматривается строительство паромного причала, что и получило в свое время одобрение техсовета Министерства морского флота.

Что же касается замены перевозки нефти из Баку в Махачкалу морем, прокладкой нефтепровода и транспортировкой нефти по нему, то этот вопрос не нов. Предложения по прокладке нефтепровода Баку — Грозный обсуждались еще до революции. На участке Изберг — Грозный нефтепровод уложен в советское время.

Неправ М. В. Волков, защищающий конструкцию части волнолома на рязевом основании, которая была построена без учета понижения уровня моря. Это обстоятельство привело к обвалению значительного количества венцов ряжей по всей длине волнолома, вызвало их гниение и разрушение. Видимо, проектировщики из Союзморпроекта несерьезно подошли к выбору конструкции элементов волнолома. Этот участок волнолома пришлось восстановить и усилить путем укладки с морской стороны бетонных массивов, на что было затрачено более 13 млн. руб.

С. Д. Я в л е н с к и й (Министерство морского флота СССР). До недавнего времени были лишь неопределенные перспективы в отношении уровня Каспийского моря. Раньше перед нами рисовали перспективу гораздо большего падения уровня моря на небольшой отрезок времени. В связи с этим несколько лет тому назад Б. А. Аполлов предложил ту же схему, которую предлагает и сейчас, как избавляющую от всех бед на Каспийском море. Тяжелая перспектива, которая якобы ожидалась, не позволяла правильно решить вопрос о работе на Каспии и задерживала проведение необходимых текущих работ, что отразилось на состоянии Красноводского и Бакинского портов и ряда заводов. Только в 1954 и 1955 гг. мы получили от Института океанологии прогноз с новыми, более реальными данными, по которым можно было принимать конкретные решения. Тогда перед Министерством морского флота стала задача: по какому пути идти, как строить транспортный план в Каспийском бассейне? Один путь, который предложил Б. А. Аполлов, — строительство Каспийского водохранилища с перегораживанием моря и созданием каналов для пропуска судов, шлюзованием Бакинского и Красноводского портов. В то же время здесь на совещании говорили, что прогноз очень неопределенный, и в докладе профессора Львовского университета Эйгенсона деленный, так же как и согласно другим источникам, что через несколько лет уровень моря должен стабилизироваться и даже возможна тенденция к его повышению¹. Таких же соображений придерживался до последнего времени и Центральный институт прогнозов. В свете неопре-

¹ Без учета деятельности человека. — Ред.

деленности дальнейшей перспективы колебаний уровня моря можно ли идти на миллиардные затраты?

Создание дамбы улучшает условия работы нефтяников тем, что дамба «запирает» лед. Но это же приводит к сокращению сроков навигации и к увеличению длины пути судов; поэтому с точки зрения транспорта эта дамба принесет лишь вред. На какой же путь должно встать Министерство морского флота? Было принято решение прежде всего об активном приспособлении к уровню моря. В основном это означает переход на постройку новых судов с меньшей осадкой и сквозным плаванием, которые призваны по-новому решать вопрос транспорта, и на придание водному транспорту значительно большей зоны тяготения. Это относится к хлопко-лесовозам и новому танкерному флоту, которые могут проходить и при осадке 3,2 м. Это же относится и к паромным перевозкам, к постройке новых мелкосидящих пассажирских судов. Гидротехнические сооружения в портах решено строить свайные, а глубину забивки свай принимать (по прогнозу Института океанологии) с запасом 2 м. Дноуглубление пока не проводится, к нему будет приступлено по мере падения уровня, что позволит растянуть расходы, связанные с падением уровня, на все время этого падения.

В своем докладе Б. А. Аполлов говорил о необходимости координации всех вопросов, связанных с проблемой Каспийского моря. Это правильно; но здесь Академия наук СССР сама пошла по не совсем правильному пути. Необходимо разработать твердые и четкие прогнозы уровня Каспийского моря. Детализация теперешних прогнозов должна стать основной задачей Института океанологии. Многие факторы, из которых по прогнозу складывается падение уровня моря, приняты очень условно, например, безвозвратные потери воды по пути к Каспийскому морю. Наконец, за этот большой промежуток времени Институту океанологии в целом нужно было проработать принципиальную схему комплексных мероприятий всех отраслей народного хозяйства на Каспии. Если бы схема была согласована с министерством, тогда не получилось бы (после многолетней работы) того, что нам предлагают решение, которое никого не устраивает.

А. И. Х а л л о в (Каспморпуть, Баку). В части морского транспорта задачу нашего совещания следует понимать так: надо выяснить возможность работы морского транспорта в связи с изменениями уровня Каспийского моря, перспективу на 20—50 лет и решение задач ближайшего времени.

Говоря о перспективах развития Махачкалинского порта, об улучшении его эксплуатации в современных условиях, необходимо выяснить и связи его, в частности, с развитием такой прогрессивной идеи, как паромные перевозки. Известно, что с внедрением паромов объем сухогрузных перевозок на Махачкалинском узле почти отпадет, за исключением перевозок местного значения, в частности суперфосфата; хлопок можно будет переключить на паромные перевозки. Пропускная способность железнодорожных путей будет настолько высока, что станет возможным пропускать поезда до Баку и далее на паром.

В 1970—1975 гг. после широкого внедрения паромных перевозок останется единственная проблема: перевозка нефтепродуктов. Для того чтобы не сооружать каналы большой длины, протяженность которых будет обуславливаться дальнейшим понижением уровня Каспийского моря, пришли к выводу: надо принять меры для упразднения необходимости возить нефтепродукты морем из Баку на Махачкалу. Но эта нефть идет на север, в районы центральной части страны и на Украину. Постройка

нефтепровода между Баку и Северным Кавказом до Батайска явится наиболее удачным способом транспортирования сырой нефти. Наиболее целесообразна постройка в Батайске нефтеперегонного завода, продукцию которого можно будет направлять и в страны народной демократии, на Украину и на Север по железной дороге, а также в северокавказские районы. Строительство нефтепровода с точки зрения народного хозяйства вполне себя оправдывает, так как себестоимость 1 тонно-километра составит 1—2 коп. Между тем перевозка морским транспортом связана с издержками на дноуглубительные работы, что по сравнению с транспортировкой нефти по трубопроводу на много дороже, и Махачкалинский порт освободится от переброски нефти из Баку. Если бы тов. Омаров углязал все эти вопросы, его выводы были бы более правильными. Ни сейчас, ни в перспективе не предусмотрена крупная реконструкция этого порта.

До полного освоения паромных перевозок и переключения сухогрузов на паромы, до усиления перекачки нефти между Баку и Батуми, прокладки нового нефтепровода Баку — Северный Кавказ нужно как-то приспособиться к существующему падению уровня моря со всеми вытекающими отсюда условиями. Издержки на содержание морских путей только по Махачкале составляют около 7 млн. руб. в год, т. е. на перевозку тонны груза тратится 2—3 рубля; с этим согласиться нельзя.

Для сокращения расходов на содержание морских путей нужно прежде всего уменьшить длину каналов и их заносимость. Летом 1952 г. был прорыт канал Старого порта до проектной глубины, но уже в ноябре 1952 г. в течение 2—3 недель глубина была потеряна на 3 м по оси канала. Флот стоял на рейде, что вызвало излишние и большие затраты, составившие около 2 млн. руб. По мере уменьшения падения уровня и глубин зона перемещения грунта будет увеличиваться далее к морю и заносимость удлиненных каналов также будет сильно расти.

Необходимо построить дамбу; проект ее был утвержден в 1950 г. Стоимость дамбы — 1,5 млн. руб.; постройка надводной дамбы намечается у головы южного мола, длиной 400 м. Надо изменить трассу канала Старого порта с азимута 321° на 340° (т. е. на 20°); это позволит отделить канал Старого порта от канала нефтегавани, и тогда судоводители избежат от крутых поворотов, длина канала сократится на 2 км, условия судоходства резко улучшатся, значительно сократится заносимость водного пути (она составит не больше 10—15 тыс. м³). При отрыве двух каналов друг от друга можно будет использовать северный выход из нефтегавани; при этом укоротится канал, сократится заносимость, улучшатся условия судоходства. Расходы по содержанию морских путей в Махачкале с 6 млн. руб. в год можно будет довести до 2—1,5 млн. руб.

От строительства нефтепристаней № 3 надо отказаться. Если будут улучшены условия судоходства, построен ряд сооружений, то не надо будет строить новые причалы. Дамбу возводить надо, — это улучшит условия стоянки и обработки судов, уменьшит время стоянки, так как позволит придерживаться нормы обработки судов.

О. Ю. Омаров указал, что увеличение объемов дноуглубительных работ объясняется падением уровня. Это неверно. 20 лет тому назад рыли канал на ту же абсолютную отметку, что и теперь. Другое дело, что зона перемещения наносов и их интенсивность увеличивается, за счет чего растут объемы ежегодных дноуглубительных работ.

М. В. В о л к о в (Каспморпроект, Баку). Проект реконструкции порта Махачкала составлен уже давно и устарел. Сейчас он требует корректирования, главным образом в отношении размещения лесной га-

вани. В этой связи совершенно правильны предложения тов. Халилова о претворении в жизнь давнишних предложений Каспморпроекта об устройстве северного входа в нефтегавань и шпору на южном молу сухогрузной гавани.

Нельзя согласиться с тов. Черным по вопросу о Карабогазском заливе. По докладу тов. Дзюнс-Литовского, из недр залива может быть извлечено огромное количество ценного химического сырья и без подачи воды в залив. Залив надо закрыть, подавая в него через плотину лишь минимальное количество воды, которое смогут освоить химики. Тов. Черный поддерживал предложенную Аполловым схему плужования и закрытия Красноводского залива. Однако элементарные инженерные расчеты доказывают абсолютную неэффективность этого мероприятия. Достаточно упомянуть лишь о необходимости поддержания на высокой отметке большого по площади зеркала залива и о колоссальных в связи с этим эксплуатационных затратах по накачке воды, о чрезвычайно большой фильтрации через тело дамб и их большой стоимости.

Что касается намечаемой реконструкции Бакинского порта, то можно сказать, что вопросом полной реконструкции Бакинского порта никто не занимается; имеются лишь частные задания по реконструкции отдельных объектов в пределах порта; предполагается реконструировать причальные стенки широкого пирса № 1 с учетом возможного дальнейшего падения уровня моря. Намечено строительство и уже закончено проектное задание пассажирского района Бакинского порта, в состав которого входят пассажирские причалы и морской вокзал. С пассажирским районом тесно связано строительство паромного причала, предварительные проработки по которому определили место его строительства — в районе между 28-й пристанью и широким пирсом № 1. Составлен также проект новой городской набережной, так как за существующей набережной сейчас уже не море, а суша. Серьезно стоит вопрос о судоподъемных сооружениях (особенно для крупных танкеров).

Необходимо поручить Академии наук СССР координировать действия всех министерств, ведомств и научных институтов, работающих в области проблемы Каспия. Всем министерствам и ведомствам необходимо определить величину потерь от падения уровня моря (как прошлых, так и предстоящих в связи с возможным дальнейшим падением уровня моря). Только тогда можно будет доказать экономическую эффективность тех или иных намечаемых мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

- Аксенов А. А. Предстоящие изменения в гидрологическом режиме Азовского моря. Тр. ГОИН, 1955, вып. 20.
- Александров А. И. Судак и берш. Матер. к познанию русского рыболовства, т. IV, вып. 10.
- Алифанова Т. И. Влияние полевых культур на водный режим почв, 1949.
- Алекси О. А. Гидрохимия рек СССР, ч. II и III. Тр. ГГИ, вып. 10 (1948) и вып. 15 (1949).
- Алекси О. А. Водный сток и средний состав речной воды для территории СССР. Тр. ГГИ, 1951, вып. 33.
- Аполлов Б. А. Влияние золотой аккумуляции на обмеление северной части Каспийского моря. Изв. центр. гидромет. бюро, 1927, вып. 7.
- Аполлов Б. А. Водный баланс Каспийского моря и возможные его изменения. Тр. ЦИЭГМ, 1935, вып. 2 (44).
- Аполлов Б. А. Влияние хозяйственной деятельности человека на сток рек Каспийского бассейна. Рукопись. МГУ, 1941.
- Аполлов Б. А. Прогноз уровней Каспийского моря и дельты р. Волги, ч. II, 1938.
- Аполлов Б. А. и Самойлов И. В. Исследования уровней Каспийского моря. «Вопросы географии», 1946, сб. № 1.
- Аполлов Б. А. Расчет основных элементов волн в районе морского бурения. Фондовые материалы ИОАН СССР 1949 г.
- Аполлов Б. А. Проект локального регулирования Каспийского моря. Фондовые материалы ИОАН СССР 1950 г.
- Аполлов Б. А. Доказательства прошлых низких стояний уровня Каспийского моря. «Вопросы географии», 1951, сб. XXIV.
- Аполлов Б. А. Советские сверхдолгосрочные предсказания уровней Каспийского моря. Изв. АН СССР, 1952, № 5.
- Аполлов Б. А. Учение о реках. Изд. МГУ, 1952.
- Аполлов Б. А. Будущее Каспийского моря. Сб. работ, II. Изд. АН СССР, 1954.
- Аполлов Б. А. Схема реконструкции Каспийского моря. Сб. работ «Колебания уровня Каспийского моря», т. II, ИОАН СССР, 1954.
- Аполлов Б. А. Схема реконструкции Каспийского моря. Тр. совещания 1951 г. Сб. работ ИОАН СССР, т. II. Изд. АН СССР, 1954.
- Аполлов Б. А. Каспийское море и его бассейны. М., 1956.
- Аполлов Б. А., Федорова Е. И., Федоров П. В. Исследования колебания уровня Каспийского моря. Тр. ИОАН СССР, 1956, вып. 15.
- Аполлов Б. А. Советские предсказания уровня Каспийского моря в Астрахани 3—8 сентября 1956 г. Тезисы докладов. Москва — Астрахань, 1956.
- Аполлов Б. А., Бобров С. П. Проблема Каспия и ее решение. Астрахань, 1958.
- Алпатов А. М. Испаряемость как приближенный показатель потребности с/х культур в воде. «Метеорология и гидрология», 1952, № 5.
- Архипова Е. Г. Термический режим Северного Каспия и его возможные изменения в связи с падением уровня Каспия. Тр. ГОИН, 1955, вып. 20.
- Архипова Е. Г. Тепловой баланс Каспийского моря. Тр. ГОИН, 1957, вып. 35.
- Архипова Е. Г. Тепловой баланс Каспия 1946—1949 гг. Ин-т географии АН СССР, Архив Каспийской комиссии АН СССР 1946—1949 гг. Ин-т географии АН СССР, 1957.
- Бартольд В. К вопросу о впадении Аму-Дарья в Каспийское море. Зап. Вост.-отд. русск. геогр. о-ва, 1901, т. 14, вып. 1.
- Байдин С. С., Либерберг Ф. Н., Самойлов И. В. Основные черты гидрологического режима дельты р. Волги. Тр. ГОИН, 1955, вып. 28 (40).

- Берг Л. С. О прежнем впадении Аму-Дарья в Каспийское море. «Землеведение», 1902, кн. 4.
- Берг Л. С. Уровень Каспийского моря за историческое время. «Проблемы физической географии», 1934, т. I, вып. 1.
- Берг Л. С. Первые русские карты Каспийского моря. Изв. АН СССР, сер. геофиз., 1940, № 2.
- Белинский Н. А., Калинин Г. П. О прогнозе колебаний уровня Каспийского моря. Гидрометиздат, 1946.
- Белинский Н. А., Калинин Г. П. Моря, омывающие берега Советского Союза. Воениздат, 1956.
- Басов Г. Ф. Гидрологическая роль лесных полос Каменной степи. «Агробиология», 1949, № 1.
- Басов Г. Ф. О наполнении малых водохранилищ в условиях центральной черноземной полосы. Научн. зап. Воронеж. лесохоз. ин-та, 1953, т. XII.
- Белюсов В. В. Общая геотектоника. Госгеолгиздат, 1948.
- Белавин Г. В., Токарев Н. М. Спасение молоди промысловых рыб. Астрахань, 1949.
- Бервальд Э. А. Особенности нерестовой биологии основных промысловых рыб Аральского моря. «Зоолог. журн.», 1949, т. XXVIII, вып. 4.
- Бетон в море. Тр. Закавказ. ин-та сооружений, 1932, вып. IV.
- Блюмберг Я. Б. Экология состава рапы Карабогазгольского залива и пути промышленного использования минеральных солей Кара-Богаз-Гола. ВНИИГ. Диссертация, 1945.
- Блюмберг Я. Б. и др. Гидрохимический режим Карабогазского залива. Сб. «Залив Кара-Богаз-Гол». Изд. АН СССР, 1940.
- Блюмберг Я. Б. Журн. хим. пром-сти, 1947, № 7, стр. 4.
- Блинов Л. К. О поступлении морских солей в атмосферу и его влияние на солевой состав Каспийского моря. Тр. ГОИН, 1950, вып. 15 (27).
- Блинов Л. К. Труды Гос. океанограф. ин-та, 1950, вып. 15 (27), стр. 67.
- Блинов Л. К. О выносе солей с поверхности Каспийского моря в атмосферу. Сб. работ, т. II. Изд. АН СССР, 1954.
- Бобров С. Н. К гидрологии современного залива Кара-Богаз-Гол. Сб. работ, т. II. Изд. АН СССР, 1950.
- Бобров С. Н. Дельта Волги и ее будущее. География в школе. № 3, 1957.
- Борисов П. Г., Богданов А. С. Сырьевая база рыбной промышленности СССР. Пищепромиздат, 1955.
- Борисов А. А. Климаты СССР. Учгедгиз, 1948, стр. 131—135.
- Борзенко М. П. Состояние запасов и условия размножения осетровых в р. Куре после осуществления строительства Мингечаурского гидроузла. Тр. конф. по вопросу воспроизводства рыбных запасов р. Куры. АН АзССР, Баку, 1954.
- Бочков А. П. Влияние леса и агролесомелиоративных мероприятий на водность рек лесостепной зоны Европейской части СССР. Гидрометиздат, Л., 1954.
- Блум А. Г. Проект соединения Азовского и Каспийского морей по долинам Маныча и Кумы. Изв. русск. геогр. о-ва, 1871, т. 7, вып. 1.
- Борищев В. В., Киселевич К. А., Минеев А. Ф. Общая характеристика 1923 г. в гидрологическом, биологическом и промышленном отношениях. Тр. Астрах. ихтиол. лабор., 1924, т. VI, вып. 1.
- Брегман Г. Р. Колебания уровня Каспийского моря. «Исследования морей СССР». Л., 1936, вып. 24.
- Брегман Г. Р., Кузин П. С. Преобразование гидрологического процесса полезащитными лесонасаждениями. «Метеорология и гидрология», 1949, № 1.
- Бруевич С. В. Гидрохимия Среднего и Южного Каспия. Изд. АН СССР, 1937.
- Бруевич С. В. Карбонаты в осадках Каспийского моря. ДАН СССР, 1946, т. IV, № 2.
- Бруевич С. В., Виноградова Е. Г. Осадкообразование в Каспийском море. Тр. Ин-та океанологии АН СССР, 1949, т. III.
- Бруевич С. В., Гудков М. П. Атмосферная пыль над Каспийским морем. Изв. АН СССР, сер. геогр., 1954, № 4.
- Браславский А. П. Расчет ветровых волн. Тр. ГГИ, 1952, вып. 35.
- Будков Я. В. Конспект проекта углубления Азовского и Гнилого морей. Зап. Харьк. русск. техн. о-ва, 1892.
- Бушмакин И. В. Исследования для устройства дополнительного водоснабжения Верхней Волги. СПб., 1902—1904, т. 1—3.
- Букштейн В. М., Гаркави М. Ю., Гаркави Н. С. О метаморфизации рапы Карабогазского залива. «Журн. прикл. химии», 1952, 25, № 8, стр. 826—837.
- Бялый А. М. Использование твердых осадков на юго-востоке. «Соц. зерновое хозяйство». Саратов, 1939, № 6.
- Бар К. М. Несколько слов о проекте соединить Черное море с Каспийским посредством канала в Кумо-Манычской излучине и о полемике, возникшей по этому предмету. Зап. Русск. геогр. о-ва, 1863, кн. 1.
- Вангенгейм А. Ф. Падение уровня Каспийского моря в 1910 г. в связи с колебанием его в 1900—1904 гг. по наблюдениям в Петровском порте. Тр. отд. торг. порта, 1914, вып. XVIII.
- Валедицкий В. В., Аполлов Б. А. Дельта р. Волги. Тр. отд. портов и упр. внутр. водн. путей. Тифлис, 1928, т. I, вып. V.
- Валедицкий В. В., Аполлов Б. А. Дельта р. Волги. ВУ, т. I. Тифлис, 1930.
- Варданьянц Л. А. Постпалеоценовая история Кавказско-Черноморской области. Ереван, 1948.
- Вахрамеева В. А. О генезисе глауберита соляных отложений залива Кара-Богаз-Гол. ДАН СССР, 1954, т. XCIX, № 2.
- Вахрамеева В. А. О минералогии и петрографии соляных отложений залива Кара-Богаз-Гол. Тр. ВНИИГ. Л., 1956, вып. XXXII.
- Васильев В. В. Опыт исследования поведения полупроходных рыб на нерестилищах. Тр. Астрах. заповедника, 1956, т. IV.
- Веселова Л. Е. Прогнозы ледовых явлений на Каспийском море и их значение для различных отраслей народного хозяйства. Тезисы совещания по проблеме уровня Каспийского моря 3—8 сентября 1956 г.
- Визе В. Ю. Тр. юбил. сессии Арктического ин-та, 1945.
- Вознесенский А. В. О новейших данных по изменению уровня Каспийского моря. Изв. Центр. гидрометеор. бюро, Л., 1926, вып. VI.
- Войков А. И. Климаты земного шара. СПб., 1884.
- Войков А. И. Черноморско-Каспийский канал. «Экономист», 1911, № 14.
- Войков А. И. Соединение Каспийского и Азовского морей. «Экономист», 1911, № 19, 20.
- Водный баланс Каспийского моря. Сб. работ. под ред. Б. Д. Зайкова. Тр. НИУ ГУГМС СССР, 1941, вып. 8, сер. 4.
- Воинов И. К., Танасийчук В. С. Нерест судака в низовьях дельты Волги. ДАН СССР, 1955, т. 100, № 6.
- Влияние морской воды на бетон. Тр. ЦНИИВТ, 1935, вып. 115.
- Высоцкий Г. М. Биологические, почвенные и фенологические наблюдения и исследования в Велико-Анадоле в 1892—1893 гг. Тр. оп. лесничеств. СПб., 1901.
- Высоцкий Г. М. О гидрологическом и метеорологическом влиянии лесов, 1938.
- Гарюгин Г. А. Весенний сток в зависимости от состояния поверхности почвы. «Метеорология и гидрология», 1955, № 3.
- Герасимов И. П. Каспийское море в четвертичный период. Тр. советской секции Международной ассоциации по изучению четвертичного периода, 1937, вып. 3.
- Гельман. Материалы к вопросу о пропуске воды из Аму-Дарья в Каспий. «Туркестанские ведомости», 1891, № 4.
- Геллер С. Ю. К вопросу о колебаниях и регулировании уровня Каспийского моря. «Вопросы географии», 1949, сб. 15.
- Гидрометеорологический архив. Гидрометиздат, 1955.
- Глубшев К. С., Козырев В. С. Водные ресурсы. Сб. «Водное хозяйство Дагестана». Махачкала, 1948.
- Глуховский А. И. Аму-Дарьянско-Каспийский водный путь и его значение для России. СПб., 1889.
- Глуховский А. И. Пропуск вод Аму-Дарья по старому ее руслу в Каспийское море и образование непрерывного водного Аму-Дарьянского пути от границ Афганистана по Аму-Дарье, Каспию, Волге и Мариинской системе до Петербурга и Балтийского моря. СПб., 1893.
- Горин В. А. Современные тектонические движения в Каспийской впадине. Тр. конф. по вопросу региональной геологии Закавказья. АН АзССР, 1952.
- Горшенин Н. М. Гидрологическое значение системы полезащитных лесных полос. Научн. зап. Львовск. с/х ин-та, 1952, т. III.
- Гримм Р. А. Каспийское море и его фауна. СПб., 1876.
- Григоренко Г. А. Производство и применение магния в капиталистических странах. Центр. ин-т информации Мин. цветн. металлургии СССР, Техн. упр. 1956.
- Гросс С. А. Понижение уровня Каспийского моря и задачи нефтяного хозяйства Азербайджана. «Нефтяная промышленность СССР», М., 1942, № 1.
- Гробштейн С. Р. Перспективы развития добычи нефти на морских месторождениях. «Пути изучения гидрометеор. режима Каспийского моря». Баку, 1956.
- Гурьева З. И., Шарков В. В., Шульд С. С. Опыт геологического картирования мелководных участков морского дна с использованием аэрофотоснимков. «Советская геология», 1955, сб. 42.

- Гюль К. К. Проблема реконструкции Каспийского моря. «Пути изучения гидрометеор. режима Каспийского моря». Баку, 1956.
- Гюль К. К. Каспийское море. Баку, 1956.
- Гюль К. К., Жило П. В. Кара-Богаз-Гол. Уч. зап. Азерб. гос. ун-та. Баку, 1956, № 4.
- Гюль К. К. Гидрология районов морских нефтяных месторождений западного побережья Каспийского моря. АГУ, 1956, т. I.
- Давыдов М. М. Обь будет впадать в Каспийское море. «Сибирские огни», 1949, № 2.
- Давыдов М. М. Обь — Арал-Каспийское водное соединение. «Гидротехническое строительство», 1949, № 3.
- Давыдов М. М. Преобразование речной сети Советской страны. «География в школе», 1949, № 3.
- Давыдов Л. К. Гидрография СССР. Л., 1953.
- Данилов М. А. Проект судоходно-ирригационного канала между морями Каспийским, Черным и Азовским. Зап. Кавк. отд. техн. о-ва, 1882, т. 14.
- Данные наблюдений над уровнем моря у г. Баку за период 1946—1957 гг. Арх. Ин-та геогр. АН СССР, 1957.
- Демченко Я. О наводнении Арало-Каспийской низменности для улучшения климата прилегающих стран. Киев, 1871.
- Директивы XX съезда КПСС, 1956.
- Джунковский Н. Н. Действие ветровых волн на гидротехнические сооружения. Стройиздат, 1940.
- Дзенис-Литовский А. И. Первая садка поваренной соли в Кара-Богаз-Голе. «Природа», 1940, № 11.
- Дзенис-Литовский А. И. Ветровой вынос солей и соляные бури. Тр. лабор. озероведения. Изд. АН СССР, 1954, т. III.
- Дзенис-Литовский А. И. Геологическое прошлое и настоящее Кара-Богаз-Гола. Берговские чтения. Л., 1956.
- Дзенис-Литовский А. И., Гаркави М. Ю., Еловская Л. В. Геология донных отложений и гидрохимический режим Кургузвильской бухты и Сартацкого залива Кара-Богаз-Гола. Тр. Ин-та геол. наук АН Туркм. ССР. Ашхабад, 1956, вып. 1.
- Дзенис-Литовский А. И. Основные типы месторождений сульфата натрия СССР. Тр. ВНИИГ. Л., 1956, вып. XXXII.
- Дзенис-Литовский А. И. Геология и гидрогеологические условия новых видов сульфатного сырья залива Кара-Богаз-Гол. Тезисы докладов. Москва — Астрахань, 1956.
- Дмитриев Г. В. Тр. совещания по проблеме уровня Каспийского моря 3—8 сентября 1956 г. Тезисы докладов. Астрахань, 1956.
- Дубах А. Д. Лес как гидрологический фактор, 1951.
- Дубах А. Д. Очерки по гидрологии болот, 1936.
- Дубах А. Д. Сток с речных бассейнов и вырубка лесов. «Лесное хозяйство», 1935, № 5.
- Дундук М. Д. Баланс Каспия и мероприятия, необходимые для его сохранения. Нижневолгопроект. 1934, вып. 1.
- Докторовский В. С. Торфяные болота. Происхождение, природа и особенности болот СССР, 1935.
- Дыкова Е. А. Определение размеров волны Куйбышевского водохранилища. Транспортные проблемы Большой Волги. М., 1940.
- Жило П. В. О хозяйственном значении предстоящего понижения уровня Каспийского моря и положение вопроса для нефтяной промышленности АзССР. «Пути изучения гидрометеор. режима Каспийского моря». Баку, 1956.
- Жигалов И. И. Влияние характера обработки почвы на склоновый сток талых вод. «Почвоведение», 1955, № 10.
- Журнал совещания по рассмотрению и проверке проекта Волго-Сибирского водного пути между Камою и Иртышом, 1914, ч. I—II.
- Журавлев М. З. К вопросу о коэффициенте водопотребления пшеницей в условиях Омска. «Метеорология и гидрология», 1938, № 9—10.
- Залив Кара-Богаз-Гол. Состояние залива и его промышленное значение. Тр. по комплексному изучению Каспийского моря, вып. XI—Карабогазский сектор. Изд. АН СССР, 1940.
- Зайков Б. Д. О количестве вод, поступающих в залив Кара-Богаз-Гол. «Метеорология и гидрология», 1946, № 4.
- Зайков Б. Д. Водный баланс Каспийского моря в связи с причинами понижения его уровня. Тр. НИУ ГУГМС, 1946, сер. IV, вып. 88.

- Зайков Б. Д. «Метеорология и гидрология», 1947, № 2.
- Зайков Б. Д. Средний сток и его распределение в году на территории СССР. ГУГМС. Тр. научно-исслед. учрежд., 1946, сер. IV, вып. 24.
- Зайцев Г. Н. Возможные изменения гидрологического режима северной части Каспийского моря в связи с падением уровня моря. Тр. ГОИН. Сб. работ по гидрологическому режиму южных морей, 1953.
- Зенкович В. П. Динамика и морфология морских берегов, ч. I — Волновые процессы, 1946.
- Зенкович В. П. Методы определения вертикальных движений по морфологии берегов. Тр. совещания по методам изучения движения и деформации земной коры, 1948.
- Зенкович В. П. Изучение морских берегов. Справочник путешественника и краеведа, 1950.
- Зенин В. А. Материалы по гидрологии Каспийского моря. Л., 1945.
- Зданович В. Г. и Шарков Ю. Д. Некоторые задачи изучения морского волнения по аэроснимкам. Сб. статей лаб. аэрометодов АН СССР, 1954.
- Зубенко Ф. С. Применение аэрофотосъемки для изучения процесса формирования рельефа морского дна. Сб. статей лаб. аэрометодов АН СССР, 1953.
- Иванов К. И. Основные черты гидрохимического режима предустьевое пространство р. Волги и северной части Каспийского моря. Тр. ГОИН, 1948, вып. 4 (16).
- Иванов К. И. Гидрология болот, 1953.
- Иванов К. И. Расчет изменения средней солёности Каспийского моря в связи с изъятием части речного стока. Тр. ГОИН. Сб. работ по режиму южных морей, 1953.
- Иванов К. И. Расчет изменения средней солёности Каспийского моря в связи с изъятием части речного стока. Тр. ГОИН, 1955, вып. 20.
- Иванов А. А. Основы геологии и методики поисков, разведки и оценки месторождений минеральных солей. Госгеолгиздат, 1953.
- Кабанов П. Г. О поверхностном стоке талых вод в Поволжье. «Соц. зерновое хозяйство», Саратов, 1938, № 2.
- Каврайский Ф. Ф. Материалы по пересту рыбы в дельте р. Волги в 1910 и 1911 гг. Тр. Волго-Касп. науч. рыбохоз. станции, 1912, т. II, вып. 4.
- Казанова И. И., Халдинова Н. А. Места и условия переста каспийских сельдей в дельте Волги (по распределению икры и личинок). Тр. ВНИРО, 1940, т. XIV.
- Касаткин И. И. и Коростелев Н. А. Некоторые соображения о возможности влияния реконструкции Волги и орошения Заволжья на климат юго-востока Европейской части СССР и на режим Каспия. Метеорологический вестник, 1933, № 3—4.
- Кара-Богаз-Гол и его промышленное значение. Материалы Комиссии по изучению естественных производительных сил Союза, изд. 3-е. АН СССР, Л., 1930.
- Кара-Богаз-Гол. Сборник статей. Изд. АН СССР, 1940.
- Каминский А. А. К вопросу о влиянии на колебания уровня Каспийского моря осадков в его бассейне. Изв. Центр. гидрометеобюро, 1926, вып. VI.
- Кан С. И. Метод краткосрочного прогноза уровня северной части Каспийского моря. Тр. ЦИП, вып. 3 (30). Гидрометиздат, 1948.
- Карандеева М. В. О новой трансгрессии Каспийского моря. Вопросы географии. М., 1951.
- Карелин Г. С. Путешествие по Каспийскому морю. Зап. Русск. геогр. о-ва по общей географии, 1883, т. X.
- Кайзер Б. Г. Рыбы второстепенного значения. Матер. к позн. русск. рыболовства, 1915, т. IV, вып. 10.
- Кашкаров О. Д. Тр. Всес. научно-исслед. ин-та гальургии, вып. XXIV. Госхимиздат, 1952.
- Квид В. В. Коррозия цемента и бетона в гидротехнических сооружениях. Госиздат, 1955.
- Квид В. В. Методика ускоренного определения стойкости цемента в отношении минерализованных вод. Тр. Комиссии по добавкам 1936.
- Кленова М. В., Белевич Е. Ф., Гершанович Д. Е., Гудков М. П., Пахомова А. С. Тенденция изменений геологических условий дельты Волги и северной части Каспийского моря. Тр. ГОИН, вып. 28 (40). Гидрометиздат, 1955.
- Климатический и гидрологический атлас Каспийского моря. Центр. научно-исслед. гидрометеор. архив. М., 1955.
- Книпович Н. М. Гидрологические исследования в Каспийском море в 1914—1915 гг. Тр. Каспийской экспедиции 1914—1915 гг., 1921.
- Клочко М. А. Влияние залива Кара-Богаз-Гол на изменение солевого баланса Каспийского моря. ДАН СССР, 1952, т. XXXII, № 1.

- Клыков А. А. Материалы по исследованию приморских ильменей в северо-западной части Каспийского моря. Тр. Астрах. ихтиол. лаб., 1912, т. III, вып. 1.
- Ковалевский С. А. Лик Каспия. ОНТИ, Азнефтеиздат, 1938.
- Колесник В. П. Развитие впадины Каспийского моря. ДАН СССР, 1941, т. 32, № 3.
- Кондрашов В. Д. Гидрология плоскостного Дагестана. Махачкала, 1947.
- Коррозия металлоконструкций в море. Тр. Ин-та Гипроморнефть, вып. 1. Азнефтеиздат, 1954.
- Константинов А. Р. Расчет испарения с с/х полей с учетом влияния лесных полей. Тр. ГГИ, 1952, вып. 34 (88).
- Костяков А. Н. Основы мелиорации. Сельхозгиз, 1933.
- Крицкий С. Н., Менкель М. Ф. Расчеты речного стока. 1934.
- Крицкий С. Н., Менкель М. Ф. Водохозяйственные расчеты, 1952.
- Крыжановский С. Г., Дислер Н. Н., Смирнова Е. Н. Эколого-морфологические закономерности развития окуневидных рыб. Тр. Ин-та морфологии животных АН СССР, 1953, вып. 10.
- Кузичев П. С. Влияние агротехнических мероприятий на сток р. Волги. «Метеорология и гидрология», 1946, № 5.
- Кузичев П. С. О влиянии вырубки леса на сток р. Волги. Тр. ГГИ, 1947, вып. 1 (55).
- Кузичев И. А. Количество изымаемой воды в бассейне Каспийского моря при осуществлении мероприятий по проблеме ирригации Заволжья, Терек, Мингечаур и Большой Волги. Рукопись, ИОАН, Каспийская комиссия, 1946.
- Кузичев И. А. Влияние зяблевой вспашки на сток. «Соц. зерновое хоз-во». Саратов, 1939, № 6.
- Кузичев И. А. Особенности расчета стока с малых водосборов в Заволжье. «Гидротехника и мелиорация», 1952, № 8.
- Кузичев И. А. Сток с разных с/х угодий и предварительные соображения о современной величине стока в Поволжье. «Метеорология и гидрология», 1954, № 2.
- Кулиев И. П. и Сафаров Ю. А. Строительство нефтяных скважин на море. Азнефтеиздат, 1956.
- Лебединцев А. А. Некоторые данные по химии Каспийского моря. Записки по гидрографии, 1901, вып. 23.
- Леднев В. А. Изменение гидрологического режима южных морей СССР. «Гидрология и метеорология», 1955, № 4.
- Леднев В. А. и Зайцев Г. Н. Волный баланс Каспийского моря и возможные его изменения на разных этапах понижения уровня моря. Тр. ГОИН, 1955, вып. 20.
- Леонтьев О. К., Федоров П. В. К истории Каспийского моря в поздние и послехвалыские время. Изв. АН СССР, сер. геогр., 1953, № 4.
- Летичевский М. А. Наблюдения мелиорированных перестылей в дельте Волги. «Рыбное хозяйство», 1946, № 12.
- Летичевский М. А. О нерестовом значении авандельты р. Волги. Тр. Волго-Касп. научн. рыбохоз. станции, 1947, т. IX, вып. 1.
- Мальцев Т. С. Новая система обработки почвы и посевов. Курган, 1954.
- Маргуниев Ф. П. Предположения об орошении юго-восточного побережья Каспийского моря зимними и избыточными паводковыми водами Аму-Дарьи. Зап. техн. о-ва, 1915, 47.
- Маркин А. Рассказ об одном проекте. «Техника молодежи», 1949, № 4.
- Марков К. К. Основные проблемы геоморфологии. Географгиз, 1948.
- Материалы для описания русских рек и истории улучшения их судоходных качеств. 1912—1915.
- Материалы Астраханского государственного архива. 1956—1957 гг. Астрахань.
- Материалы (№ 73) — «Карабугаз и его промышленное значение», 3-е доп. изд. под ред. Н. С. Курякова, Н. И. Подкопаева, Б. Л. Ронкина. Изд. АН СССР, Л., 1930.
- Махмудбеков А. А., Дорошков П. К. Сельди Каспия. Баку, 1956.
- Менделеев В. Д. Запруды Азовского моря. СПб., 1889.
- Михалевский А. И. Гидрологический очерк Карабугаза. Записки по гидрологии. Л., 1932, № 3.
- Михалевский А. И., Малиновский Н. В. Климатический очерк Аншеронского полуострова. Тр. АН АзССР, Баку, 1934, вып. VI.
- Михалевский А. И. Течения в Бакинской бухте. Записки по гидрологии, Л., 1937, № 1.
- Михалевский А. И. Об испарении в Бакинской бухте Каспийского моря. Записки по гидрологии, 1930, т. IX.
- Митропольский С. О ходе и нересте сельди в дельте Волги весной 1909 г. «Вестник рыбопромышленности», 1909, т. XXIV

- Монастырский Г. Н. Нерестовый ход, размножение и скат воблы. Тр. ВНИРО, 1940, т. XI.
- Натальчук М. Ф. О коэффициентах полезного действия оросительных систем. «Гидротехника и мелиорация», 1952, № 5.
- Небольсин С. И., Надеев П. П. Элементарный поверхностный сток. Гидрометиздат, 1937.
- Николаев В. И., Качалов А. И. Пути перекристаллизации в астраханит в связи с вопросами о возрасте Карабогазского залива. «Успехи химии», 1940, т. IX, вып. 6.
- Николаев И. И. «Новейшая тектоника СССР». Тр. Комиссии по изучению четвертичного периода. АН СССР, 1949, т. 8.
- Норина А. М. О солености вод северной части Каспийского моря за период 1935—1951 гг. Тр. ГОИН, 1955, вып. 21.
- Обручев В. А., Иогансон В. Вгляд в будущее. «Сибирские огни», 1950, № 1.
- Огневский А. В. Гидрология суши, 1951.
- Огневский А. В. О возможности влияния травопольной системы земледелия на режим рек УССР. Сб. «Вопросы травопольной системы земледелия». Киев, 1952.
- О мерах дальнейшего развития с/х СССР. Постановление Пленума ЦК КПСС, принятое 7 сентября 1953 г. по докладу Н. С. Хрущева.
- Отоцкий П. В. Грунтовые воды, их происхождение, жизнь и распределение. Тр. опытных лесничеств, 1906, вып. IV.
- Отчет по водопользованию по Азербайджанской ССР за 1950 г. Рукопись. Мин. водного хоз-ва РСФСР.
- Отчет по водопользованию по Азербайджанской ССР за 1951 г. Рукопись. Мин. водного хоз-ва РСФСР.
- Отчет по водопользованию по Азербайджанской ССР за 1952 г. Рукопись. Мин. водного хоз-ва РСФСР.
- Отчет по водопользованию по Грузинской ССР за 1950 г. Рукопись. Мин. водного хоз-ва РСФСР.
- Отчет по водопользованию по Грузинской ССР за 1951 г. Рукопись. Мин. водного хоз-ва РСФСР.
- Павловский М. А. Влияние углубленной вспашки на запас почвенной влаги. «Почвоведение», 1953, № 8.
- Пазухин П. Н. Гидрологический очерк рек Южного Дагестана. Махачкала, 1956.
- Пахомова А. С. К осадкообразованию в северной части Каспийского моря. Тр. ГОИН, 1956, вып. 31 (43).
- Пахомова А. С. Тезисы докладов совещания по проблеме уровня Каспийского моря. Астрахань, 1956.
- Пельш А. Д. Тр. Всес. научно-исслед. ин-та галургии, 1952, вып. 23, стр. 118—130.
- Пельш А. Д. Тр. Всес. научно-исслед. ин-та галургии, 1952, вып. 24, стр. 86—98.
- Пельш А. Д. Состав рапы и кристаллизация астраханита в заливе Кара-Богаз-Гол в 1943—1945 гг. Тр. Всес. научно-исслед. ин-та галургии, 1952, вып. 23.
- Пельш А. Д. Искусственное обессульфачивание концентрированных карабугазских магнийхлоридных рассолов. Тр. ВНИИГ, 1955, вып. XXIV, стр. 99.
- Подворное обследование (перенес) ловеских хозяйств Астраханской губ. в 1926 г. Под ред. Киселевича. Астрахань, 1928.
- Подкопаев Н. И. Научная Карабогазская экспедиция 1921—1923 гг. Изв. Ин-та физ.-хим. анализа. Л., 1927, т. III, вып. 2.
- Поликов Б. В. Влияние агротехнических мероприятий на сток. «Метеорология и гидрология», 1934, № 4 и 1939, № 4.
- Поликов Б. В. Гидрологический анализ и расчеты. Л., 1946.
- Поликов В. Д. и Федоров А. А. Опыты получения рубидия и цезия путем восстановления хлоридов. Журн. прикл. химии, 1940, т. XIII, № 12, стр. 1833.
- Потапов О. А. Исследование влияния агролесомелиоративных мероприятий на среднегодовой сток крупных рек (бассейна Дона, Оки, Волги и Днестра). Автореф. М., 1955.
- Православлев П. А. Каспийские осадки в низовьях р. Волги. Отчет о работах 1925 г. Изв. Центр. гидрометбюро, 1926, т. V.
- Проблема Волго-Каспия. Тр. ноябрьской сессии АН СССР. Изд. АН СССР, Л., 1933—1934, ч. 1—3.
- Разумова Л. А. Основные итоги агрогидрологических исследований. Гидрометиздат. Тр. ЦИП. Л., 1949, вып. 18 (45).
- Революция XIX съезда КПСС. Госполитиздат, 1952.

- Решетников А. И. К вопросу о влиянии агротехнических мероприятий на величину поверхностного стока в условиях Валдайской гидрологической станции. «Метеорология и гидрология», 1940, № 9.
- Розен М. Ф. Материалы по изучению волнения на Астраханском 12-футовом рейде по наблюдениям 1926—1927 гг. Изв. центр. гидрометбюро, 1929, вып. VIII.
- Романов А. А. Влажность почво-грунтов в полевых насаждениях. «Почвоведение», 1951, № 4.
- Рудовиц Л. Ф. О величине испарения на Каспийском море. «Метеорол. вестник», 1927, № 2.
- Рутковский В. И. Климатическая и гидрологическая роль леса. Тр. II Всес. геогр. съезда, 1948, т. II.
- Рыболовецкая колхозная система в цифрах. М., 1936.
- Танасийчук Н. П. О нересте проходных сельдей. «Рыбное хозяйство», 1938, № 11.
- Танасийчук Н. П. Влияние изменений гидрологического режима Северного Каспия и понижения уровня моря на распределение и запасы полупроходных рыб. «Рыбное хозяйство», 1948, № 3.
- Танасийчук Н. П. Нерестовые миграции волжской многотычинковой сельди (*Caspialosa kesleri volgensis* Berg). Тр. Волго-Касп. науч. рыбохоз. станции, 1948, т. X.
- Танасийчук Н. П. Миграции мальков воблы и леща через култужную зону и авандельту Волги. Тр. Касп. фил. ВНИРО, 1950, т. XI.
- Танасийчук Н. П. Изменение состава и распределения ихтиофауны Северного Каспия в связи с уменьшением речного стока и понижением уровня моря. Тр. III эколог. конф. Тезисы докладов, ч. II. Киев, 1954.
- Танасийчук Н. П. Тезисы докладов совещания по проблеме уровня Каспийского моря. Астрахань, 1956.
- Тарасюк Б. Ф. Охрана рыбных запасов. М., 1956.
- Терещенко К. К. Нерест рыб в дельте р. Волги в 1909 г. Тр. Волго-Касп. науч. рыбохоз. станции (б. Ихтиол. лаб.), 1912, т. II, вып. 4.
- Терещенко К. К. Лещ Каспийско-Волжского района, его промысел и биология. Тр. Астрах. ихтиол. лаб., 1917, т. IV, вып. 2.
- Труды Карабогазской экспедиции 1897 г. Отчет Мин. земледелия и гос. имуществ. СПб., 1902.
- Туголесов Д. А. О причинах трансгрессий и регрессий Каспийского моря. Изв. АН СССР, сер. геол., 1914, № 6.
- Тунейц Т. С. Изменение стока р. Дон в связи с влиянием деятельности человека. Диссертация. МГУ, 1948.
- Сабанеев Л. Рыбы России. 1892.
- Самойленко В. С. Ближайшее будущее Азовского моря. Тр. ГОИН, 1947, вып. 3 (5).
- Самойленко В. С. Признаки изменений в климате Каспийского моря в связи с понижением его уровня. Сб. работ «Колебания уровня Каспийского моря». Тр. совещания 1951 г. Изд. АН СССР, 1954, стр. 108—109.
- Сверхдолгосрочные прогнозы уровня Каспийского моря. Ин-т океанологии АН СССР, 1957.
- Семихатов А. Н. Роль грунтовых вод в комплексе Докучаева — Костычева — Вильямса. «Гидротехника и мелиорация», 1949, № 2.
- Сергеев В. А. К геологии Карабогазской котловины. Вестн. Лен. гос. ун-та, 1948.
- Серебряков Л. К. О транспирации дуба и клена остролиственного в каштановой зоне юго-востока. «Лесное хозяйство», 1951, № 11.
- Скопичев В. А. Об осадении паводочных взвесей р. Волги в морской воде. «Метеорология и гидрология», 1947, № 1.
- «Советский флот», от 10 ноября 1957 г.
- Соколов А. П. Обзор Карабогазского залива Каспийского моря. Зап. гидрогр. департамента Морского министерства. 1848., вып. 6.
- Соколовский Д. Л. Речной сток. Гидрометеозадат, 1952.
- Соловьев В. Ф. О некоторых карбонатных осадках Каспийского моря. Современные осадки Каспийского моря. Изд. АН СССР, 1955.
- Столяров Я. В. Теория железобетона на экспериментальной основе. Гостехиздат, 1934.
- Страхов Н. М. Образование осадков в современных водоемах. Изд. АН СССР, 1954.
- Струйский Н. Н. Связь между действующим ветром и поверхностным течением. Записки по гидрографии. 1930, т. 63.
- Сукачев В. Н. Болота, их образование, развитие и свойства, 1926.

- Схема комплексного использования водных ресурсов бассейна р. Сулак (Ирригационная часть). Водосъемки на ирригацию. Южгипроводхоз, Ростов и Д. 1956.
- Уразов Г. Г., Лепешков И. Н., Седелъников Г. С., Соловьев В. К., Греков П. А. Отчет о работе Карабогазского отряда за 1950—1951 г. Фонд ИОНХ АН СССР. М., 1952.
- Уразов Г. Г., Лепешков И. Н., Седелъников Г. С., Буйневич Д. В., Соловьев В. К., Ефименко Л. С. Отчет о работе Карабогазского отряда за 1952 г. Фонд ИОНХ АН СССР. М., 1953.
- Уразов Г. Г. и Поляков В. Д. Гидрохимическое изучение залива Кара-Богаз-Гол. Сб. работ, т. II — Колебания уровня Каспийского моря. Труды совещания ИОНХ АН СССР, Изд. АН СССР, 1954, стр. 182.
- Уразов Г. Г., Поляков В. Д., Кириченко Н. Е. Новый непрерывный (заводской) способ получения сульфата натрия из карабогазских рассолов зоны смешения. Фонд ИОНХ АН СССР, 1955.
- Уразов Г. Г., Поляков В. Д. Исследование Кара-Богаз-Гола. «Природа», 1956, № 9.
- Уразов Г. Г., Лепешков И. Н., Седелъников Г. С., Буйневич Д. В., Соловьев В. К. Отчет о работе Карабогазской экспедиции за 1955 г. Фонд ИОНХ АН СССР. М., 1956.
- Урмываев П. А. Влияние зыблевой вспашки на сток талых вод. «Метеорология и гидрология», 1953, № 7.
- Урмываев П. А. Влияние осеннего увлажнения почвы на потери талого стока со склона. «Метеорология и гидрология», 1954, № 5.
- Фалесов В. М. Определение коэффициентов стока путем искусственного дождевания. «Метеорология и гидрология», 1939, № 3.
- Фельзенбаум А. И. и Линейкин П. С. Теория и расчет ветровых течений Северного Каспия. Тр. ГОИН, 1955, вып. 20.
- Фельзенбаум А. И. Метод полных потоков в теории течений мелкого моря. «Метеорология и гидрология», 1955, № 3.
- Фельзенбаум А. И. Связь ветра с уровнем и установившимися течениями мелкого моря. ДАН СССР, 1956, т. 109, № 1.
- Ферсман А. Е. Избр. труды, т. II, Изд. АН СССР, 1955, стр. 725, 750 и 758—759.
- Федоров П. В. О четвертичной истории Каспийского моря. Изв. Всес. геогр.-ова, 1946, т. 78, № 4.
- Федоров П. В. Морские террасы восточного побережья Каспия. ДАН СССР, 1948, т. 59, № 9.
- Федоров П. В. Об абсолютном возрасте новокаспийской трансгрессии. ДАН СССР, 1951, т. 78, вып. 5.
- Федоров П. В. Некоторые новые данные по новейшей истории Каспийского моря. Памяти акад. Л. С. Берга. 1955.
- Федоров П. В. Причины колебания уровня Каспийского моря в четвертичном периоде. Тр. ИОНХ АН СССР, 1956, вып. 15.
- Филиппова А. К. Просачивание талых и дождевых вод по наблюдениям 1950 г. в Каменной степи. Тр. ГГИ, 1952, вып. 34 (88).
- Фортунатова К. Р. Результаты изучения биологии рыб Астраханского заповедника. Научно-метод. зап. Гл. упр. по заповеди., 1949, вып. XIII.
- Харитонов Г. А. Водорегулирующая и противозводная роль леса в условиях лесостепей. Гослесбуиздат, 1950.
- Ханыков Н. О. О перемежающихся изменениях уровня Каспийского моря. Зап. Кавк. отд. РГОП, 1853.
- Цинзерлинг В. В. Орошение на Аму-Дарье. М., 1927.
- Цветков М. А. Динамика лесистости Европейской России в XVIII, XIX и начале XX столетий. Диссертация. Ин-т леса АН СССР, 1954.
- Цветков М. А. Лесистость губерний Европейской части России со времени генерального межевания по 1914 г. Тр. Ин-та леса АН СССР, 1950, т. V.
- Чалышева Н. И. Изменение гидрологического режима Азовского моря в случае полного перекрытия Керченского пролива. Тр. ГОИН, 1952, вып. 11.
- Черкасов А. А. Мелиорация и сельскохозяйственное водоснабжение. 1950.
- Черников Ф. С. Водный режим светлокаштановой почвы в поле и под лесными полосами. «Лесное хозяйство», 1951, № 11.
- Шариков Ю. Д. Изучение морского волнения по аэроснимкам. Диссертация, 1956.
- Шарков В. В. и Гурьева З. И. Применение аэрометодов при изучении геологического строения мелководных частей морского дна. Сб. статей аэрометодов АН СССР, 1954.
- Шестоперов С. В. Долговечность бетона, 1955.
- Ширшов П. П., Чаплыгин А. В. Каспийская проблема. Рукопись. Ин-т географии АН СССР, 1949.

- Шкляев А. С. Влияние хозяйственной деятельности человека на сток бассейна р. Оки до г. Калуги. МГУ. Диссертация. 1951.
- Шлепнев Н. И. О понижении уровня Каспийского моря. Изв. АН АзССР, 1946, ч. II.
- Шитников А. В. Изменчивость общей увлажненности Евразии. Л., 1955.
- Шитников А. В. Ритмы Каспия в послевалдайское время — эпоха постюрма. Доклады на ежегодных чтениях памяти Л. С. Берга. Изд. АН СССР, 1956.
- Шитников А. В. Закономерные колебания уровня Каспия в связи с изменчивостью увлажненности материков северного полушария.
- Шпидлер И. Б. и Лебединцев А. А. Труды Карабогазской экспедиции, ч. 1. Матер. по гидрологии Кара-Богаз-Гола и средней части Каспийского моря; ч. 2 — физико-химическая. Отчет Министерству земледелия и государственных имуществ. Департамент земледелия. СПб., 1902.
- Шокальский Ю. М. Заметка о колебании уровня Каспийского моря. Метеор. вестн. отд. матем. и физич. географии Русского геогр. о-ва, 1916, т. XXVI, № 6.
- Шулейкии В. В. Физика моря. Гидрометиздат, 1941.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Б. А. Аполлов. Каспийская проблема и пути ее разрешения	5
С. Н. Бобров. Гидрометеорологическая характеристика заливов восточного побережья Каспия и их будущее	23
Г. В. Дмитриев. Схема переброски стока северных рек в бассейн рек Камы и Волги	37
Р. В. Николаева. Краткий обзор схем и предложений по стабилизации и регулированию уровня Каспийского моря	50
Б. А. Аполлов, К. И. Алексеева. Прогноз уровня Каспийского моря	63
Е. Г. Архипова. Возможные изменения термического режима Каспийского моря в связи с понижением его уровня	79
С. С. Байдин. Возможное перераспределение водного стока в дельте Волги в связи с гидростроительством	86
Н. А. Белинский, Г. П. Калинин. Предварительные сведения о перспективах изменения уровня Каспийского моря на 1956—1970 гг.	92
Л. К. Блинов. Солевой баланс Каспийского моря и его изменения в связи с падением уровня	96
С. Н. Бобров. Гидрометеорологическая характеристика Каспийского моря	102
Л. Е. Веселова. Прогнозы ледовых явлений Каспийского моря и их значение для различных отраслей народного хозяйства	111
Н. И. Винедкая. Изменение уровня Каспийского моря и режим солености его северной части за последнее двадцатилетие	118
Д. А. Дрогайцев. Прогноз годового стока Волги	125
В. М. Жирнов. Стоно-нагонные колебания уровня у западных берегов Среднего Каспия и их связь с атмосферными процессами	134
А. А. Мадаг-Заде. Основные типы атмосферных процессов, обуславливающие поле ветра на Каспийском море	140
Н. Я. Миронова. Сток в залив Кара-Богаз-Гол и изменение гидрологического режима пролива и залива	146
А. С. Пахомова. Изменение грунтов Северного Каспия в связи с падением уровня моря	151
В. А. Рутковская. Изменение объема речного стока в Каспийское море под влиянием хозяйственной деятельности человека	160
Н. А. Скриптунов. Течения предустьевое взморья дельты Волги	186
И. Б. Цеханский. Характеристика климата районов проектируемого Северо-Каспийского водохранилища	192
В. В. Шарков. Применение аэрометодов при решении некоторых проблем, возникающих в связи с падением уровня Каспия	202
Б. А. Шлямин. О «постоянных» течениях в Каспийском море	208
Б. А. Шлямин. О прогнозировании ледовых условий на Каспийском море и возможности их регулирования	214
Б. А. Шлямин. Некоторые данные о волнении на Каспийском море	220
А. Н. Балухев. Схема рыбохозяйственных мероприятий в Волго-Каспийском районе в связи со строительством волжских гидроэлектростанций	222

Л. Г. Виноградов. Возможные изменения кормовой базы каспийских рыб в условиях зарегулированного стока Волги	229
А. Ф. Коблицкая. К вопросу о смещении перестилей в низовьях дельты Волги	236
А. Н. Державин. Рыбное хозяйство Куры и перспективы его развития	243
Н. И. Кожин. Воспроизводство рыбных запасов Каспия в связи с гидро-строительством	251
В. Г. Крючков. География рыболовства в дельте Волги в связи с падением уровня Каспийского моря	257
Е. Н. Куделина. Зоопланктон Среднего и Южного Каспия в период падения уровня южной части моря	264
В. И. Рутковский. Биогидрологические исследования водохранилищ	270
Н. П. Танасийчук. Состояние запасов промысловых рыб Волго-Каспия в связи с падением уровня моря	279
О. Ю. Омаров. О трудностях эксплуатации Махачкалинского порта в связи с падением уровня Каспийского моря	286
Ф. И. Черный. О положении в Красноводском порту в связи с понижением уровня Каспийского моря	288
Я. Б. Блюмберг. Вода Каспийского моря как сырьевая база для организации производства сульфата натрия	290
С. Р. Гробштейн. Перспективы развития морских нефтепромыслов на Каспии в 1956—1960 гг. в связи с падением уровня моря и ледоходом	295
К. К. Гюль. Влияние понижения уровня Каспия на Азербайджанское побережье в связи с задачами нефтяной промышленности	300
А. И. Дзенс-Литовский. Геология и гидрогеологические условия новых видов сульфатного сырья залива Кара-Богаз-Гол	305
О. Д. Кашкаров. Изменение гидрохимического режима залива Кара-Богаз-Гол в условиях отшнурования его от Каспийского моря	314
И. П. Кулиев. Колебание уровня Каспийского моря и его влияние на разработку морских нефтяных месторождений	320
В. Д. Поляков, Г. Г. Уразов. Соляное комплексное сульфатно-хлоридное сырье залива Кара-Богаз-Гол	323
Г. Г. Уразов, Г. С. Седелников. Гидрохимический режим залива Кара-Богаз-Гол и перспективы его промышленного использования	328
Н. А. Волконский. Потребность обводнения северо-западного Прикаспия в связи с понижением уровня моря	333
С. А. Губайдулин. Проблемы использования тростника дельты Волги в качестве сырья для целлюлозно-бумажной промышленности	339
И. В. Жило. Влияние понижения уровня Каспийского моря на экономику Азербайджанской ССР	340
В. Д. Кондрашов. Водные ресурсы Дагестанской АССР и их использование в настоящее время и в перспективе	346
О. Н. Мамедиязов. Влияние снижения уровня Каспийского моря на народное хозяйство Туркменской ССР	350
Б. А. Шумаков. Развитие водохозяйственных мероприятий на Северном Кавказе	353
К. М. Зубрик. Влияние зарегулирования Волги на ее низовья	358
Н. В. Котлова. Бакинская бухта и ее реконструкция	362
В. А. Сабир. Состояние заливов им. Кирова и Аграханского в связи с их мелiorацией при падении уровня моря	376
И. С. Семенов. Нижне-Волжская гидроэлектростанция и ее народнохозяйственное значение	381
В. В. Галаиц. Обзор работы совещания	383
Выступления по докладам	385
Литература	423

Проблемы Каспийского моря

Труды Океанографической комиссии при Президиуме Академии наук СССР, том V

Утверждено к печати Океанографической комиссией при Президиуме АН СССР

Редактор издательства В. И. Павлов
Технический редактор Т. В. Палкова

РИСО АН СССР № 15—III. Сдано в набор 17/XI 1958 г.
Подписано к печати 4/VIII 1959 г. - формат 70×109 см.
Печ. л. 27,25—27,33 усл. печ. л. + 5 вкл.—34,65 уч.-вкл. л.
Тираж 1500 экз. Т-00149 Изд. № 3101. Тип. зан. № 1166

Цена 24 р.

Издательство Академии наук СССР.
Москва, Б-62, Подсосенский пер., 21
[2-я типография издательства АН СССР.
Москва, Г-09, Шубинский пер., 10

ИСПРАВЛЕНИЯ И ОПЕЧАТКИ

Стр.	Страна	Напечатано	Должно быть
33	2 св.	Бихайловский	Михайловский
47	21 св.	(стр. 57)	(стр. 48)
77	2 св.	($r = 0,72$)	($r = -0,72$)
108	10 св.	14%	14‰
149	12 св.	8 км. 550 м.	550 м.
189	23 св.	1,25 см/сек.	1,25 м/сек
208	5 св.	цилиндрическая	циклоническая
221	1 св.	P	P
223	10 св.	10—12%	10—12‰
229	8 св.	257 см ³	257 км ³
255	25 св.	одновременную	одновременную
268	18 св.	перемещение	перемешивание
284	4 св.	сузанок	пузанок
292	28 св.	1386 м.	1386 мм.
401	25 св.	28 км ³ /год (а с учетом осадко на 230 км ³)	28 км ³ /год.
413	9 св.	антициклонический	антициклонический
418	16 св.	тыс.	тыс. т.
421	28 св.	уменьшения падения уровня и глубин	уменьшения глубин и падения уровня
427	22 св.	Иванов К. И.	Иванов К. Е.

Труды Океанографической комиссии АН СССР, том V

