П-137/12а ск
2

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФИЛИАЛ им. В. Л. КОМАРОВА

ПРИАМУРСКИЙ (ХАБАРОВСКИЙ) ФИЛИАЛ
ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
СОЮЗА ССР

АМУРСКИЙ СБОРНИК

II

ХАБАРОВСК
1960

П-137

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФИЛИАЛ им. В. Л. КОМАРОВА

ПРИАМУРСКИЙ (ХАБАРОВСКИЙ) ФИЛИАЛ
ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
СОЮЗА ССР

АМУРСКИЙ СБОРНИК

II

П-137

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФИЛИАЛ им. В. Л. КОМАРОВА

ПРИАМУРСКИЙ (ХАБАРОВСКИЙ) ФИЛИАЛ
ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
СОЮЗА ССР

АМУРСКИЙ СБОРНИК

II

ХАБАРОВСК
1960

551.4 (218)

Редакционная коллегия:
И. А. Соловьев, А. А. Степанов, А. В. Стоценко (ответственный редактор).

195100
Центральная научная
БИБЛИОТЕКА
Академии наук Киргизской ССР

Быстрое и всестороннее развитие производительных сил советского Приамурья является важной составной частью, осуществляемой Коммунистической партией величественной программы мощного подъема восточных районов СССР.

В приамурских районах Хабаровского и Приморского краев, Амурской области сосредоточена значительная часть огромных природных богатств Дальнего Востока, имеющих, как это неоднократно отмечал Н. С. Хрущев, важное значение для коммунистического строительства.

Настоящий второй том «Амурского сборника» содержит статьи исследователей — научных работников и практиков, посвященные разработке вопросов режима рек, физической географии Амурского бассейна, а также путей использования природных богатств района.

Сборник подготовлен к печати межведомственным Советом по координации изыскательских работ в бассейне Амура при Дальневосточном Филиале Сибирского отделения Академии наук Союза ССР и Приамурским (Хабаровским) филиалом Географического общества Союза ССР.

ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ НА НИЖНЕМ АМУРЕ

И. А. СОЛОВЬЕВ,
действительный член Географического общества СССР,
научный сотрудник ДВФ СО АН СССР

На протяжении более чем столетия р. Амур являлась и является одной из важнейших дальневосточных транспортных артерий. Вдоль нее, как вдоль естественной оси, расположены наиболее крупные населенные пункты юго-западной части Дальнего Востока, для которых река служит средством внутренней связи. Но значение амурского водного пути выходит далеко за пределы Приамурья. Простой взгляд на географическую карту сразу же убеждает, что Амур является кратчайшей линией связи с о. Сахалином, Охотским побережьем, Камчаткой и северной частью Японского моря. Даже наиболее северный железнодорожный выход на Тихий океан — линия Волочаевка — Комсомольск — Советская Гавань — намного удлиняет, по сравнению с Амуром, путь в названные районы, не говоря уже о значительном превышении себестоимости железнодорожной перевозки грузов по сравнению с водными перевозками. В одном из июньских номеров «Экономической газеты» за 1960 г. (13) правильно писалось:

«С ростом производительных сил все большее значение приобретают транспортные проблемы Дальнего Востока. Уже теперь мы сталкиваемся с различными неувязками в распределении грузов по портам и видам транспорта. Так, Хабаровский совнархоз отправляет лес в Магаданский и Сахалинский экономические районы, на Камчатку, в Японию. Древесина несколько раз перегружается в портах Нижнего Амура, Ванино, Находка. Между тем есть реальная возможность перевозить много леса прямо к пунктам назначения специальными судами, которые ходили бы по Амуру и морем».

Необходимо подчеркнуть два важнейших обстоятельства, при которых р. Амур может наиболее эффективно и экономично выполнять свою функцию по поддержанию транспортных связей с приокеанскими районами Дальнего Востока.

1. Обеспечение бесперевалочной связи советского Тихоокеанского побережья с такими амурскими портами и железнодорожными узлами, как Комсомольск, а еще лучше и непосредственно с Хабаровском.

2. Максимальное продление сроков навигации.

Нет нужды подробно писать о важности первого из этих условий. Наличие в низовьях Амура (Николаевск, Маго) морских и речных портов, а следовательно перегрузочных баз и сейчас позволяет производить транспортировку грузов в обоих направлениях. Однако для этого требуются перевалочные работы: выгрузка, складирование, хранение и новая погрузка. Для таких скоропортящихся товаров, как свежая и малосольная рыбопродукция, такой порядок транспортировки грозит потерей качества и в конечном счете порчей. Но и другие грузы уже не из-за своих физических свойств, а по экономическим соображениям (крупное удорожание транспортных расходов, значительная задержка доставки, а следовательно замораживание на месяцы крупных средств) не выдерживают такого вида транспортировки, и грузоотправители поэтому избегают пользоваться Амурским путем.

Естественным выходом из этого положения является создание специального флота, могущего выполнять морские и речные перевозки, минуя какие-либо перевалочные работы. Но здесь сразу же возникает возражение: не обойдется ли это слишком дорого? Относительно короткие сроки навигации в Амурском лимане неизбежно будут держать этот флот в бездействии по полгода и более (при современном состоянии техники зимняя проводка судов ледоколами пока что маловероятна). Следовательно остается единственный путь — работать на Амуре морскими судами (пусть даже не всех классов) и при том максимальное время.

Отсюда возникают три стороны транспортной проблемы:

1. Обеспечение надежной проходимости морских судов в Амур.

2. Обеспечение необходимых глубин на Нижнем Амуре.

3. Изыскание возможностей продления навигации.

То обстоятельство, что сейчас вплотную встал вопрос об использовании огромной лесосырьевой базы Нижнего Амура для лесохимии (проекты постройки в низовьях Амура четырех крупнейших целлюлозно-бумажных комбинатов) и лесоэкспорта означает для транспорта Нижнего Амура в недалеком будущем многократное расширение объема его работы. И, конечно, на массовых перевозках лесоматериалов ни железнодорожный, ни тем более автомобильный транспорт в условиях района не

смогут соперничать с водным транспортом. Разумеется, в ближайшей перспективе при благоприятном разрешении проблемы водного транспорта произойдет перемещение в пользу Амура и таких массовых грузов, как рыбопродукция, топливо, продукты питания, промоборудование и т. д., а также и пассажирских перевозок.

В свете задач по значительному повышению транспортной роли Амура следует напомнить о тех мерах и проектах, которые разрабатывались в этом отношении в период, предшествовавший Великой Отечественной войне, а частично и в самом ее начале.

Создание глубоководного пути по Амуру в Охотское море и Татарский пролив. Резко враждебная политика империалистической Японии в отношении СССР уже в первой половине тридцатых годов создала исключительные трудности для поддержания мореходства между Владивостоком и другими тихоокеанскими советскими портами. Поскольку глубоководный выход в океан через пролив Лаперуза в тот период полностью находился в руках Японии, то для связи Приамурья и Приморья с Охотским побережьем и Камчаткой единственным путем по отечественным водам оставался Амурский лиман. Поэтому создание глубоководного пути через него, естественно, являлось важной государственной задачей. На организации, которым поручалось выполнение этой задачи, возлагались в первую очередь работы по составлению проектов углубления русла Амура и главнейших фарватеров в Амурском лимане.

Для этой цели в 1936 г. под руководством инженера В. Д. Журина была создана комиссия, организовавшая техническое бюро, Нижнеамурскую и Лиманскую изыскательские партии.

К июлю 1937 года были разработаны схематические проекты всех возможных вариантов выхода из Амура в Охотское и Японское моря и прохода между ними. Объем дноуглубительных работ по принятому варианту (без учета заносимости) должен был составить по фарватерам — 39,2 млн. $м^3$, а длина прорезей — 153,4 км.

Дальнейшие исследования в Амурском лимане, которыми руководил автор данной статьи, позволили проектировщикам скорректировать указанные цифры и значительно уменьшить объем дноуглубительных работ. Новые изыскательские партии: Софийская и Верхнетамбовская на Амуре и Лиманская с базой в устье Амура на мысе Пронге работали с 1937 г. до конца 1942 г.

Объем выполненных изыскательских работ в Амурском лимане и перечень их приводится в таблице 1. Промеры, прочи-

веденные после дноуглубительных работ, и обстановка дноуглубительных прорезей в таблицу не включены.

Таблица 1

Периоды работ	Виды работ: промеры (М-1: 1000 км²)	гидрометрические наблюдения (вертикалей/суток)	мареографические наблюдения (мареографо/суток)	буровые работы: количество скважин, общая длина бурения (м)	Примечание
Зима 1937/38 г.	341	47/164	4/359	—	Водпостов 8/231 суток
Лето 1938 г.	—	30/30	8/1030		
Зима 1938/39 г.	418	25/75	12/1200	27/104	
Зима 1939/40 г.	423,5		14/1470		
Навигация 1940 г. (промер прорезей)	10,2	8/8	8/1080		
Зима 1940/41 г.	90	50/50	8/1155		
Зима 1941/42 г.	69	239/239	15/1440	34/392	

В августе 1942 г. дноуглубительные работы были закончены.

Новые изыскательские работы в Амурском лимане, включая пробное дноуглубление и изучение заносимости прорезей, проводились уже в послевоенные годы. С 1951 г. по результатам исследований Морпроектом был подготовлен технико-экономический доклад, в котором предусматривалось углубление одного из фарватеров лимана.

Поддержание необходимых глубин на подходах к устью Амура при современном состоянии техники — задача вполне разрешимая. Экономичнсть этих работ зависит, однако, от качественного составления проектов на устройство прорезей с тем, чтобы предупредить или во всяком случае максимально сократить их заносимость.

Более подробно надо остановиться на вопросах судоходного состояния Нижнего Амура. Для речного пароходства там сейчас нет или почти нет лимитирующих перекатов. Несколько иначе обстоит дело с проводкой глубокосидящих судов, к которым, в частности, относится морской флот. Те же техническое бюро и комиссия, возглавлявшиеся в 1936—1937 гг. В. Д. Журивым, собрали материалы, характеризующие режим Нижнего Амура, и провели промеры по длине основных перекатов, а также контрольное геологическое бурение на них.

В результате исследований было предложено три варианта углубления перекатов Нижнего Амура на плесе Комсомольск—Николаевск-на-Амуре. Всего было рассмотрено 12 перекатов, с объемами работ, указанными в таблице 2.

Таблица 2

№ п. п.	Перекаты	Различные назначения глубин прорезей: Наибольшая из требуемых: выемка грунта (тыс. м³)	Наибольшая из требуемых: фашинная кладка (м)	Средняя: выемка грунта (тыс. м³)	Средняя: фашинная кладка (м)	Средняя: крепление откоса вала (м²)	Меньшая: выемка грунта (тыс. м³)	Меньшая: фашинная кладка (м)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Бельговский: вариант I	(1 624)²	Правый рукав	—	—	—	—	—
	вариант II	501	195	—	—	—	—	—
2.	Кайдановский: вариант I	(5 675)	Левый рукав	(5 488)	(1 259)	—	—	—
	вариант II	(8 845)	(1 259)	—	—	—	—	—
	вариант III	16 526	1 047	1 047	1 765	1 765	—	—
	Итого по верхней группе перекатов	17 027	1 242	1 047	1 765	1 765	410	—
3.	У с. Ново-Ильиновка	89	—	19	—	—	—	—
4.	У с. Циммермановка	256	—	7	—	—	—	—
5.	Циммермановский: Вариант I: правый рукав	2 999	123	42	—	—	410	—
	Вариант II: левый рукав	(1 256)	(347)	1 518	123	—	—	—
6.	Калиновский	204	—	233	—	—	138	—
7.	Софийский	358	—	(491) 0³	—	—	—	—
8.	Халабабацкие	133	108					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9.	Уданские	594	—	—	182	—	—	15	—
10.	Савинский	46	—	—	—	—	—	—	—
11.	Покровский	165	—	—	(532) 18[3]	—	—	—	—
12.	Воскресенский	99	—	—	46	—	—	—	—
	Итого по нижней группе	4 943	231	—	2 065	123	—	334	—
	Всего:	21 970	1 473	1 765	14 565	1 170	1 765	744	—

[1] Объемы работ давались без учета заносимости.
[2] Здесь и дальше цифры, стоящие в скобках, при подсчете итогов не суммировались, т. к. указанные варианты не были приняты.
[3] Уменьшение запроектированных по данному варианту объемов землечерпательных работ на Халабабацких (с 491 тыс. м³ до 0) и на Покровском (с 532 тыс. м³ до 18 тыс. м³) перекатах произошло в результате размыва русла, а также подсчетов по наиболее точному промеру.

Наибольшая длина одной сплошной прорези на Кайдановских перекатах намечалась 27,5 км, а общая длина прорезей при достижении наибольших из требующихся глубин 31,2 км. Длина прорезей на всех 12 перекатах по первой группе составила 75 км.

Работавшие позднее Софийская и Верхнетамбовская изыскательские партии в числе других исследований провели несколько серий гидробатометрических наблюдений на основных перекатах: Кайдановских, Циммермановских, Халабабацких и др. (таблица 3).

Таблица 3

Время выполнения работ	Отметка среднего серийного уровня воды, при котором выполнены работы (м)	Серийный расход воды, при котором выполнены работы[1] (м³/сек.)	Количество створов	Количество гидрологических вертикалей[2]
Верхний участок Кайдановского переката				
Зима 1940 г.	11,30	650	8	86
Лето 1940 г.	12,32	1 700	8	86
Нижний участок Кайдановского переката				
Лето 1939 г.	13,89	7 900	7	73
Зима 1940 г.	11,03	570	7	67
Лето 1940 г.	17,07	13 990	7	83
Лето 1940 г.	13,55	6 730	7	79
Лето 1941 г.	14,65	10 070	7	81
Верхний участок Циммермановского переката				
Лето 1940 г.	10,20	23 480	11	172
Лето 1941 г.	9,52	17 600	12	—
Зима 1940 г.	4,22	1 560	11	130
Зима 1941 г.	4,44	2 080	11	97
Зима 1941 г.	3,39	796	11	86
Нижний участок Циммермановского переката				
Зима 1940 г.	4,22	1 560		
Халабабацкий перекат				
Лето 1938 г.	7,26	10 100	6	75
Лето 1938 г.	8,94	13 180	6	75
Зима 1940 г.	2,32	614	7	85

[1] По Кайдановскому перекату расход воды показан только в главной протоке между левобережной поймой и островом Труд.
[2] Отдельно заданные вертикали здесь не указаны.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9.	Уданские	594	—	—	182	—	—	15	—
10.	Савинский	46	—	—	—	—	—	—	—
11.	Покровский	165	—	—	(532) 18[3]	—	—	—	—
12.	Воскресенский	99	—	—	46	—	—	—	—
	Итого по нижней группе	4 943	231	1	2 065	123	—	334	—
	Всего:	21 970	1 473	1 765	14 565	1 170	1 765	744	—

[1] Объемы работ давались без учета заносимости.
[2] Здесь и дальше цифры, стоящие в скобках, при подсчете итогов не суммировались, т. к. указанные варианты не были приняты.
[3] Уменьшение запроектированных по данному варианту объемов землечерпательных работ на Халабабацких (с 491 тыс. м³ до 0) и на Покровском (с 532 тыс. м³ до 18 тыс. м³) перекатах произошло в результате размыва русла, а также подсчетов по наиболее точному промеру.

Наибольшая длина одной сплошной прорези на Кайдановских перекатах намечалась 27,5 км, а общая длина прорезей при достижении наибольших из требующихся глубин 31,2 км. Длина прорезей на всех 12 перекатах по первой группе составила 75 км.

Работавшие позднее Софийская и Верхнетамбовская изыскательские партии в числе других исследований провели несколько серий гидробатометрических наблюдений на основных перекатах: Кайдановских, Циммермановских, Халабабацких и др. (таблица 3).

Таблица 3

Время выполнения работ	Отметка среднего серийного уровня воды, при котором выполнены работы (м)	Серийный расход воды, при котором выполнены работы[1] (м³/сек.)	Количество створов	Количество гидрологических вертикалей[2]
Верхний участок Кайдановского переката				
Зима 1940 г.	11,30	650	8	86
Лето 1940 г.	12,32	1 700	8	86
Нижний участок Кайдановского переката				
Лето 1939 г.	13,89	7 900	7	73
Зима 1940 г.	11,03	570	7	67
Лето 1940 г.	17,07	13 990	7	83
Лето 1940 г.	13,55	6 730	7	79
Лето 1941 г.	14,65	10 070	7	81
Верхний участок Циммермановского переката				
Лето 1940 г.	10,20	23 480	11	172
Лето 1941 г.	9,52	17 600	12	—
Зима 1940 г.	4,22	1 560	11	130
Зима 1941 г.	4,44	2 080	11	97
Зима 1941 г.	3,39	796	11	86
Нижний участок Циммермановского переката				
Зима 1940 г.	4,22	1 560		
Халабабацкий перекат				
Лето 1938 г.	7,26	10 100	6	75
Лето 1938 г.	8,94	13 180	6	75
Зима 1940 г.	2,32	614	7	85

[1] По Кайдановскому перекату расход воды показан только в главной протоке между левобережной поймой и островом Труд.
[2] Отдельно заданные вертикали здесь не указаны.

В комплекс работ каждой серии наблюдений входили: а) сплошной промер глубин между урезами по всей длине каждого переката; б) замер скорости течения на нескольких вертикалях по гидрометрическим створам; в) измерение направления течений бифилярными подвесами на всех гидрометрических вертикалях в тех же точках, где определялись скорости течения или с некоторыми отклонениями, в зависимости от конструкции прибора; г) взятие проб взвешенных наносов посредством трехлитровых батометров Жуковского мгновенного наполнения; д) взятие проб донных отложений щупом Б. А. Аполлова на каждой гидрологической вертикали; е) наблюдения за уровнями воды на водомерных постах, расположенных по обоим берегам, и по длине каждого переката; ж) геологические работы на перекатах.

Топографические работы осуществлялись в объемах, обеспечивающих выполнение основных заданий. По остальным, не указанным в таблице 3, перекатам на плесе Комсомольск — Николаевск были произведены сплошные промеры. Дополнительно в зиму 1941/42 г. по всем перекатам для контроля объемов работ проводились зимние промеры 300-метровой полосой по оси судового хода и осям предполагаемых дноуглубительных прорезей.

Исследования на перекатах позволили проектировщикам наиболее рационально наметить прорези, значительно уменьшить объемы земляных работ и длину прорезей против первоначального проекта. При этом на большинстве перекатов потребность в дноуглублении полностью исключалась. Вместе с тем выяснилась целесообразность более частого повторения промеров на лимитирующих перекатах, т. к. своевременный перенос судового хода на наибольшие глубины часто исключает необходимость дноуглубительных работ. В то же время исследования показали крайнюю неустойчивость глубин и направления судового хода на перекатах и почти полную заносимость прорезей в течение года.

К сожалению, материалы изысканий этого строительства не были обобщены. Значительная часть их, относящаяся к Амуру и Амурскому лиману, к настоящему времени оказалась утраченной, а некоторая часть со временем потеряла практическую ценность. Оставшаяся часть материалов, собранных автором данной статьи, в настоящее время находится в Дальневосточном филиале СО АН СССР.

Проект углубления Кайдановского переката был окончательно утвержден в феврале 1942 г., а работы по нему начались в августе того же года.

Как нам представляется, материалы наблюдений и выводы, сделанные во время изысканий 1937 и 1941 гг., не потеряли своего значения и по сие время.

При проектировании улучшения водных путей на перекатах Нижнего Амура в 1936—1937 гг. большинство гидравлических параметров и коэффициентов брались по справочникам и по аналогии с рр. Волгой, Камой и др. Такой путь, конечно, не гарантировал точность расчетов.

Для установления возможной величины ошибок для Амура нами сделано сравнение отдельных параметров и коэффициентов, взятых из справочников и вычисленных по формулам с аналогичными коэффициентами и параметрами, полученными или вычисленными по непосредственным гидрометрическим измерениям на Кайдановском перекате[1]. Оказалось, что между гидравлическими параметрами и коэффициентами, вычисленными по формулам или взятыми из справочников, и аналогичными величинами, вычисленными по данным измерений, на гидрометрических створах существуют весьма значительные расхождения, достигающие по уклонам до 35%, коэффициенту шероховатости — до 77%, по скоростным коэффициентам — до 43% и по средним скоростям — до 47%.

Это еще раз подчеркивает значение изучения гидравлики потока, его гидравлических и морфометрических характеристик, получения гидробатометрическими измерениями параметров.

Изыскания возможностей продления навигации и улучшения связей Амура с Японским морем. Эта проблема имеет большую давность. На основании физико-географических исследований Амура, выполненных членом Русского Географического общества Аносовым, П. Семенов писал в 1855 г.: «Расстояние восточной оконечности озера Кизи, так удобно сообщающегося с Амуром, от морского залива Кастриес составляет только 15 верст; но оно все выполнено горным массивом берегового хребта. Это — замечательный пример сближения реки с морем, не встречаемый ни в каком другом пункте земного шара». (1).

Несколько позднее в 1857 г., обследуя возможность улучшения сообщения между р. Амур и Татарским проливом через оз. Кизи, исследователь района, член Русского Географического общества Д. Романов составил карту и даже наметил ориентировочную трассу железной дороги между с. Софийском на Амуре

[1] Подробнее об этом см. статью автора «О координации изыскательских работ в бассейне р. Амур», «Амурский сборник», 1, 1959, стр. 11—12.

В комплекс работ каждой серии наблюдений входили: а) сплошной промер глубин между урезами по всей длине каждого переката; б) замер скорости течения на нескольких вертикалях по гидрометрическим створам; в) измерение направления течений бифилярными подвесами на всех гидрометрических вертикалях в тех же точках, где определялись скорости течения или с некоторыми отклонениями, в зависимости от конструкции прибора; г) взятие проб взвешенных наносов посредством трехлитровых батометров Жуковского мгновенного наполнения; д) взятие проб донных отложений щупом Б. А. Аполлова на каждой гидрологической вертикали; е) наблюдения за уровнями воды на водомерных постах, расположенных по обоим берегам, и по длине каждого переката; ж) геологические работы на перекатах.

Топографические работы осуществлялись в объемах, обеспечивающих выполнение основных заданий. По остальным, не указанным в таблице 3, перекатам на плесе Комсомольск — Николаевск были произведены сплошные промеры. Дополнительно в зиму 1941/42 г. по всем перекатам для контроля объемов работ проводились зимние промеры 300-метровой полосой по оси судового хода и осям предполагаемых дноуглубительных прорезей.

Исследования на перекатах позволили проектировщикам наиболее рационально наметить прорези, значительно уменьшить объемы земляных работ и длину прорезей против первоначального проекта. При этом на большинстве перекатов потребность в дноуглублении полностью исключалась. Вместе с тем выяснилась целесообразность более частого повторения промеров на лимитирующих перекатах, т. к. своевременный перенос судового хода на наибольшие глубины часто исключает необходимость дноуглубительных работ. В то же время исследования показали крайнюю неустойчивость глубин и направления судового хода на перекатах и почти полную запосимость прорезей в течение года.

К сожалению, материалы изысканий этого строительства не были обобщены. Значительная часть их, относящаяся к Амуру и Амурскому лиману, к настоящему времени оказалась утраченной, а некоторая часть со временем потеряла практическую ценность. Оставшаяся часть материалов, собранных автором данной статьи, в настоящее время находится в Дальневосточном филиале СО АН СССР.

Проект углубления Кайдановского переката был окончательно утвержден в феврале 1942 г., а работы по нему начались в августе того же года.

Как нам представляется, материалы наблюдений и выводы, сделанные во время изысканий 1937 и 1941 гг., не потеряли своего значения и по сие время.

При проектировании улучшения водных путей на перекатах Нижнего Амура в 1936—1937 гг. большинство гидравлических параметров и коэффициентов брались по справочникам и по аналогии с рр. Волгой, Камой и др. Такой путь, конечно, не гарантировал точность расчетов.

Для установления возможной величины ошибок для Амура нами сделано сравнение отдельных параметров и коэффициентов, взятых из справочников и вычисленных по формулам с аналогичными коэффициентами и параметрами, полученными или вычисленными по непосредственным гидрометрическим измерениям на Кайдановском перекате[1]. Оказалось, что между гидравлическими параметрами и коэффициентами, вычисленными по формулам или взятыми из справочников, и аналогичными величинами, вычисленными по данным измерений, на гидрометрических створах существуют весьма значительные расхождения, достигающие по уклонам до 35%, коэффициенту шероховатости — до 77%, по скоростным коэффициентам — до 43% и по средним скоростям — до 47%.

Это еще раз подчеркивает значение изучения гидравлики потока, его гидравлических и морфометрических характеристик, получения гидробатометрическими измерениями параметров.

Изыскания возможностей продления навигации и улучшения связей Амура с Японским морем. Эта проблема имеет большую давность. На основании физико-географических исследований Амура, выполненных членом Русского Географического общества Аносовым, П. Семенов писал в 1855 г.: «Расстояние восточной оконечности озера Кизи, так удобно сообщающегося с Амуром, от морского залива Кастриес составляет только 15 верст; но оно все выполнено горным массивом берегового хребта. Это — замечательный пример сближения реки с морем, не встречаемый ни в каком другом пункте земного шара». (1).

Несколько позднее в 1857 г., обследуя возможность улучшения сообщения между р. Амур и Татарским проливом через оз. Кизи, исследователь района, член Русского Географического общества Д. Романов составил карту и даже наметил ориентировочную трассу железной дороги между с. Софийском на Амуре

[1] Подробнее об этом см. статью автора «О координации изыскательских работ в бассейне р. Амур», «Амурский сборник», 1, 1959, стр. 11—12.

и заливом Де-Кастри, по направлению которой впоследствии была проложена грунтовая дорога. В своей работе (2) он писал: «Остается перешеек до 10 верст, отделивший воды Амура от моря, — низкий разлог р. Табы, разрезавший в этом месте хребет Сихотэ-Алинь по всей его ширине, как бы указывая путь, по которому Амур может устремиться в море».

В 1901 г. Управление водных путей Амурского бассейна решило определить возможности сооружения канала между оз. Кизи и Татарским проливом. По окончании (1909 г.) этих изысканий инженер Чубинский пришел к выводу: «Такая близость оз. Кизи, а следовательно и Амура, в связи с препятствием, которое представляет для судоходства бар Амура, уже давно породила мысль о возможности легкого сообщения Амура с морем, при помощи канала, прорытого из оз. Кизи в Татарский пролив. Но исследования, проведенные в 1901—1909 гг. Управлением водных путей, разрушили иллюзию легкого осуществления непрерывного водного соединения» (3). Причины, заставившие прийти к такому выводу, заключались в том, что перевал из оз. Кизи к морю, по данным Чубинского, сложен прочными андезитобазальтовыми породами и потребуется, чтобы прорыть сплошной канал даже при минимальных глубинах, извлечь 33—35 млн. м^3 скальных и земляных пород. Конечно, в условиях царской России для Управления водных путей Амурского бассейна такие работы были не по плечу. Однако мысль о водном соединении Амура с Татарским проливом не оставлялась и тогда. В 1916 г. инженер Фаерман провел изыскания порта в заливе Де-Кастри с производством съемки береговой полосы, промеров залива, бурения дна и берегов.

В советские годы в связи с необходимостью совершенствования путей транспортировки лесной продукции Амурского бассейна на внешний рынок вопрос о соединении р. Амура с Татарским проливом через оз. Кизи встал снова. В 1924 г. Дальлесом были проведены рекогносцировочные речные, железнодорожные и морские изыскания и составлен проект смешанного водно-железнодорожного соединения на этом участке.

По одному из вариантов проекта, водное сообщение предполагалось осуществить по протокам Мариинской, Борозда и далее в оз. Большое Кизи до пролива, соединяющего его с оз. Малое Кизи. Оттуда была запроектирована железнодорожная линия протяжением 42,5 км до полуострова Клыкова в заливе Де-Кастри. Согласно второму варианту, водное сообщение продолжалось до оз. Малое Кизи, а длина железнодорожной линии к мысу Клыкова сокращалась до 28 км. В процессе изысканий были выполнены съемки и промеры проток, соединяю-

щих р. Амур с оз. Кизи, частичные промеры оз. Большое и Малое Кизи, съемка полуострова Клыкова и промеры залива Де-Кастри. Эти работы продолжались до 1926 г.

В 1927 г. по заданию Дальлеса Управление водных путей произвело топографические работы по амурским протокам, озерам Большое и Малое Кизи и в том числе нивелировочную связку от оз. Малое Кизи до залива Де-Кастри. В дополнение к проекту 1924 г. было выдвинуто предложение о подпоре оз. Кизи путем устройства на нем плотины на створе мыс Ливанова — мыс Толстого.

В период 1927—1930 гг. появляется предложение инженера А. В. Горохова [illegible], в котором рассматривались возможности бесплотинного соединения р. Амура с Татарским проливом через оз. Кизи в бухту Табо и с подпором посредством строительства плотины ниже села Богородское.

В 1928 г. управлением Древстроя по заданию треста Дальлес проводились дополнительные изыскания для проектирования железнодорожного соединения Амура от с. Мариинского с южным берегом оз. Малое Кизи и далее до полуострова Клыкова при общей длине пути 72—78 км. В том же году Управлением портовых изысканий на Тихом океане Министерства морского флота были выполнены изыскания для сооружения порта в бухте Табо и устройства канала по долине р. Табо и через перевал к Кизинским озерам.

В 1929—1930 гг. подробные изыскания для разработки варианта железнодорожного соединения р. Амура с заливом Де-Кастри производились Трансстроем НКПС. Трасса железной дороги, помимо основного направления от с. Мариинское-на-Амуре на бухту Северную в заливе Де-Кастри, рассматривалась по вариантам: с. Софийское-на-Амуре — Северная бухта; с. Софийское — Южная бухта залива Де-Кастри; с. Софийское — бухта Масолова; оз. Кади — бухта Табо; оз. Кади — бухта Чихачева (Дуан).

В 1928—1929 гг. Управлением портовых изысканий морского флота осуществлялись крупные изыскания для прокладки канала в бухту Табо и строительства в ней и в заливе Де-Кастри морских портов. Портовые изыскания в заливе Де-Кастри включали съемку береговой полосы, промеры северной части залива Де-Кастри, съемку островов Базальтового и Обсерватория, бурение по берегам и на всей площади этой части залива (свыше 300 скважин), обследование запасов строительных материалов, наблюдения за уровнями воды и течениями.

В 1932 г. Государственным Гидрологическим институтом Главного Управления гидрометеорологической службы допол-

нительно исследовалось оз. Кизи. Посредством серии шурфов было отпределено геологическое строение берегов и перевала к бухте Табо и собраны гидрологические характеристики.

В 1934 г. Нижне-Амурская экспедиция Геологического института Академии наук СССР под руководством геолога В. А. Мелиоранского произвела геологическую съемку района оз. Кизи.

Составляя единый комплексный проект улучшения амурских водных путей, в 1935—1936 гг. Гипроводтранс произвел съемки продольных профилей водного пути р. Амур — оз. Кизи — бухта Табо в двух предположениях: при наличии подпора оз. Кизи плотиной в створе мыс Кирпичный — мыс Каменный и путем устройства сплошной прорези. Весьма ориентировочно были подсчитаны объемы и стоимости работ.

Как видно из этого краткого перечня, к 1936 г. появилось несколько предложений отдельных специалистов или ведомств по вопросам реконструкции амурских водных путей. С 1936 г. эта проблема начала разрабатываться в комплексе с вопросами углубления русла Нижнего Амура и главнейших фарватеров в Амурском лимане. Вновь развернулись на этот раз капитальные изыскания. Специальная Кизинская изыскательская партия произвела съемку всей местности по намечаемым трассам канала в масштабе 1 : 10 000. Ею были выполнены съемки в том же масштабе по р. Табо, через перевал до бухты Табо, по р. Дульды через перевал, затем по р. Северная до залива Де-Кастри. Экспедиция засняла мысы Ливанова, Толстого, Каменный и прибрежную часть горловины между озерами Большое и Малое Кизи. Был сделан промер между обоими озерами и по трассе подходного канала от. с. Софийское до оз. Кизи, а также выполнены большие объемы геологических работ. Скважиной № 11 впервые была пробурена на глубину 84 м толща пород на пике перевала из оз. Кизи в бухту Табо. Бурение проводилось по оси судового хода и по створам предполагаемых плотин и шлюзов.

Намечалось два варианта выходов из р. Амур в Татарский пролив через оз. Кизи. Первое направление — из оз. Малое Кизи по р. Табо в бухту Табо, второе — из оз. Малое Кизи по рр. Дульды и Северная в залив Де-Кастри.

По направлению выхода в бухту Табо было рассмотрено семь вариантов с 10 решениями: два решения при водораздельном бьефе в 15 м, четыре решения при водораздельном бьефе в 30 м, три решения с водораздельным бьефом в 45 м и одно решение (седьмой вариант) — сплошной прорезью от Софийского-на-Амуре до бухты Табо, со шлюзом в конце канала.

Седьмой вариант, как самый удобный для водного транспорта, был одобрен воднотранспортными организациями и заслуживает самого внимательного рассмотрения при решении вопроса о строительстве.

Вариант прокладки сплошного канала от р. Амур до бухты Табо имел три решения подходного канала от р. Амур до оз. Кизи.

1. От Софийска трасса подходного канала на протяжении 15 км идет сплошной прорезью по Горной протоке к Айскому заливу и по нему длиной до 15 км. Общая длина канала по этому решению составляла 33,5 км с объемом земляных работ[1] в 27 млн. м^3.

2. От с. Софийска по р. Амур и Мариинской протоке на протяжении 21,5 км вдоль судового хода с рядом прорезей и далее через остров длиною около 5 км с выходом в оз. Кизи у о-ва Башмак и по озеру, прорезью длиной 9,5 км. Общая длина этого подходного канала равна 31,6 км с объемом земляных работ 17 млн. м^3.

3. Трасса до 15 км совпадает с трассой второго варианта, затем идет на север по Щучинской протоке, на 21 км у с. Мариинское снова круто поворачивает к югу по Мариинской протоке и на 34 км выходит в оз. Кизи. По озеру трасса проходит прорезью длиной в 11 км. Длина канала этого варианта составляет 44,9 км с объемом земляных работ 15 млн. м^3.

В дополнение к подходному каналу от р. Амур по озерам Большое и Малое Кизи требовалось выполнить на протяжении 35 км прорезь в объеме 29 млн. м^3 земляных работ. При уменьшении глубины выемки указанные объемы резко снижаются.

По второму направлению соединения р. Амур с Татарским проливом через оз. Кизи — залив Де-Кастри предложено 10 решений при шести вариантах: три решения при водораздельном бьефе в 30 м, четыре решения при водораздельном бьефе в 60 м и три решения при водораздельном бьефе в 90 м.

Кроме того, были рассмотрены и варианты соединения р. Амура с морем через оз. Кизи при условии подпора р. Амур. Один из них предусматривал строительство гидроузла на р. Амур в районе г. Николаевска, с отметкой верхнего бьефа 15—16 м над нулем Тихого океана. Строительством этого гидроузла решалась бы транспортная проблема от устья р. Амура до г. Комсомольска, где на самом тяжелом Кайдановском перекате без дноуглубления в самую малую воду, соответствующую минимальному уровню 1921 г., гарантировались бы достаточные глубины при 100% обеспеченности всей навигации.

[1] Объемы даны на максимальную глубину.

195100
Центральная научная библиотека Академии наук Киргизской ССР

Этот вариант, предусматривавший подпор воды Амура в районе с. Мариинского до 15 м, значительно облегчал бы и удешевлял решение задачи выхода из р. Амура в Татарский пролив через оз. Кизи. В этом случае полностью исключались бы дноуглубительные работы по устройству подходного канала из р. Амура до оз. Кизи и вдоль него. Не требовалось бы строительства плотины со шлюзом в оз. Кизи на створе мыс Ливанова — мыс Толстого, а также насосной станции для подачи воды в верхний бьеф для шлюзования судов. Кроме того, строительство гидроузла на р. Амур создавало бы возможность получения дешевой электроэнергии. В этом случае наиболее рентабельным явилось бы строительство канала через перевал из оз. Кизи в бухту Табо при водораздельном бьефе в 15 м. Объем земляных и скальных работ по этому каналу через перевал против 35 млн. м^3 при сплошной прорези составили бы всего 17,7 млн. м^3, причем почти весь объем слагался бы выемки насухо.

Однако этот вариант был сразу же отвергнут, поскольку строительство плотины на Нижнем Амуре приведет, по существу, к уничтожению целой отрасли промышленности края — добычи лососевых рыб, а также к затоплению больших площадей пойменных земель и лесных массивов.

Нападение гитлеровской Германии на СССР и последовавшая Великая Отечественная война надолго оттянули решение вопроса о водном соединении Амура с Японским морем. С новой силой эта народно-хозяйственная проблема встала в наши дни. Одним из главных выигрышей, который сулит устройство канала Амур — Кизи — Татарский пролив, является значительное расширение сроков навигации на Амуре. Вместе с возможностью захода в Амур морских судов и сокращения транспортных расстояний продление навигации на Амуре принесет огромный экономический выигрыш. По этим причинам решение вопроса о постройке канала не может не быть включенным в перспективный план развития народного хозяйства Дальнего Востока.

По поручению СОПС АН СССР в разработку этой важной для края темы включился Гидроэнергопроект.

На основании маршрутного обследования трассы по оз. Кизи через перевал в бухту Табо, а также на основании предшествующих изысканий и проработок Гидроэнергопроект предложил новые глубины каналов и габариты шлюзов при бесплотинном варианте сплошного канала. В его работе указывается, что дополнительные рекогносцировочные обследования трассы судоходного соединения выявили возможность соединения

р. Амура с Татарским проливом без строительства подпорного гидроузла на Нижнем Амуре.

Стремясь удешевить стоимость строительства и дальнейшего содержания судоходного состояния сплошного канала, Гидроэнергопроект принял глубины канала, удовлетворяющие транспортным условиям при минимальном объеме эксплуатационного землечерпания.

Современная изученность вопроса о коренном улучшении Амурских речных путей сообщения уже позволяет, по нашему мнению, вносить в перспективный народнохозяйственный план работы по соединению Амура с Татарским проливом.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Семенов** П. Обозрение Амура в физико-географическом отношении. Вестник Русского Географического Общества за 1855 г., кн. VI; 2. Статья Д. **Романова.** Там же, ч. 25; 3. **Чубинский П.** Общий отчет дорожного отряда, т. 1. Водные пути. Труды Амурской экспедиции вып. XII, СПб., 1913; 4. **Мокринский А.** За комплексное развитие экономики Дальнего Востока. «Экономическая газета» за 21 июня 1960 г., № 18 (610).

Этот вариант, предусматривавший подпор воды Амура в районе с. Мариинского до 15 м, значительно облегчал бы и удешевлял решение задачи выхода из р. Амура в Татарский пролив через оз. Кизи. В этом случае полностью исключались бы дноуглубительные работы по устройству подходного канала из р. Амура до оз. Кизи и вдоль него. Не требовалось бы строительства плотины со шлюзом в оз. Кизи на створе мыс Ливанова — мыс Толстого, а также насосной станции для подачи воды в верхний бьеф для шлюзования судов. Кроме того, строительство гидроузла на р. Амур создавало бы возможность получения дешевой электроэнергии. В этом случае наиболее рентабельным явилось бы строительство канала через перевал из оз. Кизи в бухту Табо при водораздельном бьефе в 15 м. Объем земляных и скальных работ по этому каналу через перевал против 35 млн. м³ при сплошной прорези составил бы всего 17,7 млн. м³, причем почти весь объем слагался бы выемки насухо.

Однако этот вариант был сразу же отвергнут, поскольку строительство плотины на Нижнем Амуре приведет, по существу, к уничтожению целой отрасли промышленности края — добычи лососевых рыб, а также к затоплению больших площадей пойменных земель и лесных массивов.

Нападение гитлеровской Германии на СССР и последовавшая Великая Отечественная война надолго оттянули решение вопроса о водном соединении Амура с Японским морем. С новой силой эта народно-хозяйственная проблема встала в наши дни. Одним из главных выигрышей, который сулит устройство канала Амур — Кизи — Татарский пролив, является значительное расширение сроков навигации на Амуре. Вместе с возможностью захода в Амур морских судов и сокращения транспортных расстояний продление навигации на Амуре принесет огромный экономический выигрыш. По этим причинам решение вопроса о постройке канала не может не быть включенным в перспективный план развития народного хозяйства Дальнего Востока.

По поручению СОПС АН СССР в разработку этой важной для края темы включился Гидроэнергопроект.

На основании маршрутного обследования трассы по оз. Кизи через перевал в бухту Табо, а также на основании предшествующих изысканий и проработок Гидроэнергопроект предложил новые глубины каналов и габариты шлюзов при бесплотинном варианте сплошного канала. В его работе указывается, что дополнительные рекогносцировочные обследования трассы судоходного соединения выявили возможность соединения

р. Амура с Татарским проливом без строительства подпорного гидроузла на Нижнем Амуре.

Стремясь удешевить стоимость строительства и дальнейшего содержания судоходного состояния сплошного канала, Гидроэнергопроект принял глубины канала, удовлетворяющие транспортным условиям при минимальном объеме эксплуатационного землечерпания.

Современная изученность вопроса о коренном улучшении Амурских речных путей сообщения уже позволяет, по нашему мнению, вносить в перспективный народнохозяйственный план работы по соединению Амура с Татарским проливом.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Семенов** П. Обозрение Амура в физико-географическом отношении. Вестник Русского Географического Общества за 1855 г., кн. VI; 2. Статья **Д. Романова.** Там же, ч. 25; **З. Чубинский П.** Общий отчет дорожного отряда, т. 1. Водные пути. Труды Амурской экспедиции вып. XII, СПб., 1913; 4. **Мокринский А.** За комплексное развитие экономики Дальнего Востока. «Экономическая газета» за 21 июня 1960 г., № 18 (610).

КРАТКИЙ ОБЗОР ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В БАССЕЙНЕ РЕКИ УССУРИ

А. В. СТОЦЕНКО,
профессор, доктор географических наук,

В. Г. ЧЕРНЕНКО,
кандидат технических наук

В условиях быстрого развития народного хозяйства советского Дальнего Востока все более актуальное значение приобретают вопросы использования водных ресурсов и ликвидации наводнений в бассейне р. Уссури. Территория этого бассейна, особенно его равнинная часть, представляет наиболее обжитый район, где расположено значительное число населенных пунктов и промышленных объектов, а также крупные земельные фонды сельскохозяйственного значения. С проблемами устранения здесь частых, захватывающих обширные площади затоплений и освоения водноэнергетических ресурсов ныне сталкиваются многие центральные и местные научно-исследовательские и проектные учреждения. Для всех них крайне важно знать о результатах ранее проведенных изысканий и о разработанных предложениях по водохозяйственному устройству.

Авторы статьи, занимаясь ряд лет исследованиями в указанной области, дают по архивным документам и опубликованным трудам краткий обзор всех известных им водохозяйственных изысканий в бассейне р. Уссури.

Первые сведения о частых, длительных и мощных наводнениях на р. Уссури стали проникать в русскую, а затем и западно-европейскую научную литературу с самого начала заселения края русскими переселенцами. Позволительно даже предположить, что сам факт крайне слабого в прошлом заселения этого района, столь обильного дарами природы, связан в какой-то мере и с наводнениями, приходящимися к тому же на период уборки урожая. Во всяком случае русские поселенцы не застали здесь оседлого населения.

Краткие упоминания о наводнениях на р. Уссури и других реках Приуссурья встречаются в работах ранних исследователей края — М. И. Венюкова, К. И. Максимовича, Р. К. Маака и др. С затоплением обширных площадей сразу же столкнулись первые переселенцы — казаки Уссурийского пешего батальона Амурского казачьего войска, основавшие в 1858—1862 гг. 28 станиц вдоль реки от ее низовья до устья р. Сунгачи. Бедственное положение этих станиц ярко описано Н. М. Пржевальским в его труде «Путешествие в Уссурийском крае, 1867—1869».

Подробные материалы о наводнениях приводятся А. Ф. Будищевым, возглавлявшим экспедицию, направленную в Приморский край специально для обследования лесов и подыскания мест, удобных для русских поселений. В работе «Леса Приамурского края», написанной Будищевым и его сотрудниками, дается гидрографическое описание рек бассейнов Уссури, Ханки и залива Петра Великого. Рассматривая эти реки главным образом с точки зрения возможности их использования для лесосплава и судоходства, исследователь не только касается вопроса о наводнениях, но и классифицирует их, подразделяя на периодические и чрезвычайные. Им же даны объяснения, хотя и слишком упрощенные, причин различных наводнений.

Пржевальский, посетивший Уссурийский край позднее Будищева, не только указал на тяжелые последствия наводнений, но и рекомендовал меры борьбы с ними. Это были исключительно пассивные меры. По мнению путешественника, следовало отказаться от освоения большинства речных пойм и перенести первые русские поселения в ханкайские степи, а также в наименее подверженные затоплениям долины рек, в частности, Сучана, Лифудзина, Улахэ и др.

С началом заселения внутренним водным путем в Уссурийском крае стала линия Уссури — Сунгача — Ханка. Даже в межень по этому пути могли проходить пароходы с осадкой 0,9 м, так как перекатов с глубинами менее 1 м на реках не было. Некоторое затруднение для нормального судоходства представляло крайне неспокойное озеро Ханка. В непогоду пароходы, холодившие озером, вынуждены были отстаиваться у истока р. Сунгачи. Заболоченность побережья Ханки препятствовала его заселению. Исключение составляли небольшие участки, имев-

шиеся по западному берегу, где и расположились поселения русских крестьян — села Турий Рог, Троицкое, Астраханка.

Крупным недостатком водного пути Уссури — Сунгача — Ханка являлась большая извилистость русел Уссури и в особенности Сунгачи. Лишь во время наводнений, по свидетельству первых исследователей, особенно частых и затяжных, этот путь резко сокращался. Так, Будищев пишет, что в 1861 г. в течение двух месяцев пароходы и лодки ходили вдоль русла Сунгачи прямо по степи.

В конце 80-х годов прошлого столетия в результате непрерывного обмеления оз. Ханка произошло сильное уменьшение глубин в истоке Сунгачи. На баре, образованном здесь нагоном господствующих летом юго-западных ветров, они уменьшились с 1,05—1,35 м до 0,30—0,45 м (1889 г.). В результате пришлось отказаться от сквозного движения Хабаровск — Астраханка, завезти на оз. Ханка специальный пароход и организовать перевалку грузов и перевозку пассажиров через бар на лодках и баржах.

Для выяснения причин обмеления бара и разработки мероприятий по ликвидации препятствия была направлена экспедиция под руководством инженера Юргенсона. Обследовав берега, последний убедился прежде всего в том, что уменьшение глубин на баре связано с общим обмелением озера, а не с повышением бара. Экспедиция обследовала притоки оз. Ханка и установила, что общий сток, поступающий в озеро, составляет 77,6 м³/сек., а расход из озера по р. Сунгаче — 43,3 м³/сек. Разница между этими величинами Юргенсоном отнесена на потери от испарения.

В результате исследований экспедиция пришла к выводу о невозможности поднять уровень воды в озере до высоты, при которой суда могли бы беспрепятственно проходить через бар. Пришлось впоследствии установить здесь постоянно функционирующую землечерпалку. Попутно Юргенсон впервые поставил вопрос об осушении Уссурийско-Сунгачинской низменности путем спрямления и углубления рр. Уссури и Сунгачи и дальнейшего понижения горизонта воды в оз. Ханка. К этому же выводу пришел и другой исследователь — капитан саперных войск Львов, специально обследовавший в 1896 г. заболоченные пространства по среднему течению р. Сунгачи в целях их мелиорации и заселения. Он установил, что основной причиной заболоченности Приханкайской низменности являются наводнения. Львов также занимался водным балансом оз. Ханка и отметил, что в зависимости от водности предшествующих лет

уровни в Ханке колеблются в диапазоне 1,4 м. В дальнейшем оказалось, что этот диапазон гораздо больше.

В 1896 г. только что созданное Министерством путей сообщения Управление работ по улучшению судоходных условий рек Шилки, Амура и Уссури открыло на этих реках первые семь водомерных постов, в том числе посты у станиц Козловской и Графской на р. Уссури. Незадолго до их появления были начаты на Приханкайской равнине непрерывные метеорологические наблюдения: открылись метеорологические станции и посты в Астраханке (1885 г.), Атамановской (1890 г.), Анучино (1893 г.) и др. До этого ближайшие метеорологические станции располагались на побережье Японского моря — в Константиновском посту (ныне Советская Гавань, открыта в 1855 г.), Ольге (1858 г.) и Владивостоке (1860 г.). На станциях и постах, расположенных в бассейне Уссури, наряду с другими погодными явлениями изучались и осадки.

Серьезный толчок к усилению исследований бассейна р. Уссури дало строительство Великого Сибирского пути. С 1891 г., когда началась прокладка Уссурийской железной дороги, наряду с другими работами осуществлялись и водные изыскания.

Ввиду особого значения водных путей для сооружения и эксплуатации Транссибирской магистрали надо было изучить эти пути в Приамурском крае и исследовать возможность улучшения их судоходных качеств. Эти исследования велись под руководством выдающегося русского инженера-путейца и гидротехника, профессора В. Е. Тимонова. Он провел обследование наиболее крупных водных артерий бассейна Амура и в том числе р. Уссури с ее притоками.

В своем отчете В. Е. Тимонов писал:

«По естественным богатствам и сравнительно благоприятным климатическим условиям долина Уссури представляла бы удобства для колонизации, если бы эти удобства в значительной степени не парализовались периодически повторяющимися наводнениями, во время которых вода поднимается до 5 саж. выше обыкновенного уровня и затопляет не только пашни и сенокосы, но даже и самые дома, построенные на более или менее возвышенных местах, как, например, было во время наводнений 1861, 1863, 1872, 1879 и др. годов. Вследствие этого бассейн Уссури пока еще колонизируется слабо, и кроме казаков, поселенных администрацией в конце 50-х и начале 60-х годов, манз, гольдов и орочонов — других жителей в нем еще мало».

С именем В. Е. Тимонова связано избрание г. Владивостока в качестве основного коммерческого порта России на Ти-

хоокеанском побережье, что в свою очередь предопределило прокладку концевого участка Сибирской магистрали по долинам рр. Уссури и Суйфуна. Ввод в действие пролегшей здесь железной дороги между Владивостоком и Хабаровском привел к резкому падению роли рр. Уссури и Сунгачи как водных путей сообщения, поскольку большую часть грузов и почти весь поток пассажиров приняла на себя новая дорога. Это, однако, ни в коей мере не сняло важнейшей проблемы — борьбы с наводнениями.

Установление прямой железнодорожной связи с Дальним Востоком значительно усилило колонизацию края. Новая волна переселенцев, занимавших преимущественно низменные плодородные и пахотноспособные земли, вновь столкнулась с особо грозной на Дальнем Востоке водной стихией. Это понудило правительство направить сюда экспедицию под руководством инженера П. П. Чубинского для разрешения ряда гидротехнических вопросов, в том числе и проблемы борьбы с наводнениями в Уссурийском крае. Проработав два года (1908—1910), экспедиция внесла ряд предложений: по улучшению фарватера Амура и Уссури; по соединению Амура с Татарским проливом через оз. Кизи; по соединению оз. Ханка шлюзованным судоходным каналом с Амурским заливом; по регулированию стока р. Иман для борьбы с наводнениями и для получения дешевой электроэнергии.

Последнюю задачу экспедиция предлагала решить с помощью постройки на р. Иман у впадения в нее р. Вакумбэ плотины высотой в 23 м и длиной 760 м. Плотина образовала бы водохранилище емкостью в 350 млн. м^3, полезная мощность ГЭС должна была достигнуть 44 тыс. квт. По второму варианту, разработанному экспедицией, мощность станции с помощью двадцатикилометрового деривационного канала могла быть доведена до 110 тыс. квт.

Большое место в работе экспедиции заняла разработка вопроса о соединении Амура с Амурским заливом, создания прямого водного пути из Хабаровска во Владивосток по трассе Уссури — Сунгача — оз. Ханка — Лефу — Осиновка — шлюзованный судоходный канал — Раковка — Суйфун. При этом предлагалось спрямить и углубить русла Уссури и Сунгача, расчистить вход в оз. Ханка и выход из него, спрямить и углубить русла рр. Лефу и Осиновки, преодолеть перевал между Осиновкой и Раковкой высотой в 145 м над уровнем Амурского залива и 75 м над уровнем оз. Ханка, спрямить и углубить русла Раковки и Суйфуна. Ширина судоходного канала по дну намечалась 20—25 м, шлюзовая лестница со стороны Ханки

должна была состоять из 18 шлюзов, а со стороны моря — из 36. Общее протяжение нового водного пути, не считая эксплуатировавшегося в то время участка его Уссури — Ханка, составило бы 180 км, а стоимость всех работ определялась в 80 млн. руб.

Изменения горизонта Ханки заставили заниматься ханкайской проблемой и Переселенческое управление. С 1906 года уровень воды в озере начал повышаться, следствием чего явилось постепенное затопление приозерных пространств и части поймы р. Сунгачи. В 1912 г. были залиты многие луга, пашни и ряд селений (так оказалось затопленным с. Ново-Михайловка, располагавшееся у истока Сунгачи, причем жители его были вынуждены выселиться). В общей сложности озеро затопило 200 тыс. десятин хорошей земли.

Для выяснения причины затопления и разработки мероприятий по ликвидации последствий его Переселенческое управление в 1912 г. организовало экспедицию естественника Пиотровского, которая установила, что дно оз. Ханка расположено необычно высоко по отношению к руслу рр. Сунгачи и Сантахезы и что ранее существовавший в истоке Сунгачи песчаный бар почти совсем исчез. Пиотровский высказал предположение, что дно озера находится в стадии медленного подъема, и для борьбы с затоплением предложил увеличить сброс озерной воды через Сунгачу.

Незадолго до начала первой мировой войны развернула деятельность в Уссурийском крае гидротехническая партия под руководством инженера А. И. Булгакова, имевшая задачей изучение водного режима рек бассейна Уссури для борьбы с наводнениями, а также для использования водных ресурсов. Партия эта проработала с 1914 г. по 1916 г. Особое внимание она уделила р. Иман, на которой наводки мешали прочному водворению переселенцев. Было предложено в целях борьбы с наводками создать в створе у Вакумбэ водохранилище с тем, чтобы его воды использовать на орошение до 85 тыс. десятин рисовых плантаций в низовьях Имана и на прилегающих участках долины Уссури. Кроме того, предполагалось использовать зарегулированный сток р. Иман для гидроэлектростанции и для улучшения лесосплава.

Это был первый проект комплексного использования водно-энергетических ресурсов одной из рек Дальнего Востока. Но, как и все предшествовавшие проекты подобного рода, он не был осуществлен в условиях царской России.

Важным следствием деятельности последних экспедиций явилось создание с 1910 по 1916 г. в бассейне Уссури двадца-

ти постоянно действующих гидрометрических станций и в том числе трех расходных створов.

Начавшаяся вскоре после Великой Октябрьской социалистической революции американо-японская вооруженная интервенция на Дальнем Востоке привела к полному расстройству работы этой сети, к прекращению наблюдений почти на всех водомерных постах и метеорологических станциях. Лишь после изгнания интервентов гидрометеорологическая сеть была восстановлена, притом очень быстро.

Восстановление Советской власти на Дальнем Востоке (1922 г.) поставило на очередь вопрос о планомерном развитии всего народного хозяйства и в числе других первоочередных проблем выдвинуло задачу использования богатейших пойменных земель нынешнего Приморского края для рисовых плантаций. С этой целью в 1923—1924 гг. был создан специальный трест «Дальрис» (с 1929 г. Рисотрест НКЗ СССР), который на протяжении ряда лет осуществлял крупные изыскательские работы, преимущественно на Приханкайской равнине, по выявлению земель, пригодных для рисосеяния.

Деятельность «Дальриса», однако, закончилась крупной неудачей, принесшей государству многомиллионные убытки. Годы его организации совпали с резким понижением уровня оз. Ханка. Этот процесс начался с 1915 г. и продолжался почти непрерывно до 1926 г. В общей сложности уровень озера понизился на 1,8 м, в результате чего освободились из-под воды сотни тысяч га пригодных для рисосеяния земель, а ранее заболоченные площади подверглись самоосушению. Отсюда возник проект использовать эти земли для создания сплошного рисового массива.

К несчастью, 1927 и последующие годы, когда начиналось строительство больших рисовых хозяйств, оказались по всему бассейну оз. Ханка весьма дождливыми, что привело к подъему уровня озера. К 1932 г. вода в озере поднялась на 1,5 м против среднего уровня 1923—1925 гг. и вновь затопила большую часть ранее «освобожденных» земель. Были залиты и земли, намеченные под рисосеяние по проекту «Дальриса», а также часть земель, уже освоенных. Это тяжелое бедствие настолько повлияло на развитие рисосеяния по краю, что последующие 25 лет посевная площадь под этой культурой в бассейне оз. Ханка почти не увеличивалась.

Параллельно с «Дальрисом» большую работу по водным исследованиям вела Ханкайская изыскательская гидротехническая партия Дальневосточного районного переселенческого управления. Выявляя фонд сельскохозяйственных земель на Приханкайской равнине, она установила, что Приханкайская низменность и долина р. Сунгачи представляют собой богатейшие возможности для развития сельского хозяйства при условии проведения ряда гидротехнических мероприятий, направленных на регулирование водного режима.

Изыскания развертывались и по линии изучения транспортных связей. В 1930 г. Совет Труда и Обороны предложил Амурскому государственному речному пароходству обратить особое внимание на исследование водных путей Владивостокского округа в связи с бурным ростом там промышленности, развитием лесоэкспортных операций, экспорта маньчжурских бобов и расширением рисосеяния. В результате деятельности экспедиций пароходства появилось несколько вариантов соединения через оз. Ханка р. Амура с Амурским заливом путем устройства шлюзованного канала между рр. Лефу и Суйфун.

Почти одновременно с упомянутыми выше тремя различными организациями большие работы по водным исследованиям производил и Дальневосточный геофизический институт. Им была организована в 1930 г. Ханкайская экспедиция, возглавлявшаяся инженером Л. Б. Чарнецким.

Эта экспедиция подошла к решению проблемы оз. Ханка всесторонне, разработала, не потерявшую своего значения и сейчас, принципиальную комплексную схему по ликвидации наводнений и по использованию водных ресурсов бассейна оз. Ханка. Схема предусматривает регулирование стока всех более или менее крупных рек, впадающих в оз. Ханка в комплексе с устройством канала от оз. Ханка до Амурского залива. В отличие от всех предыдущих проектов вариант Дальневосточного геофизического института, предложенный П. И. Колосковым и Л. Б. Чарнецким, намечал производить сброс части вод оз. Ханка в Амурский залив по самотечному каналу. Общее протяжение водного пути определялось в 177 км. За водоразделом предусматривалось поставить две гидроэлектростанции средней мощности в 25 тыс. л. с.

С 1932 г. в изучении водноэнергетических ресурсов Дальнего Востока принимает участие Гидроэнергопроект. Первые три года его деятельности были посвящены в основном трем крупнейшим рекам Среднего Амура — Зее, Селемдже и Бурее. Начиная с 1935 г. эта организация приступила к изысканию возможных объектов гидроэнергетики и на других реках Дальнего Востока, в том числе в бассейне р. Уссури, организовав с этой целью свой филиал в г. Хабаровске (Дальгидеп и затем Дальгидеп). Экспедиция малых ГЭС Дальгидепа на протяжении 1935—1940 гг. обследовала впадающие в Ханку и Уссури

р.р. Мо, Лефу, Даубихэ и реки бассейна Японского моря — Суйфун, Сучан, Аввакумовку и др.

Исследованиями Дальгидепа заканчивается довоенная история водных исследований в бассейне р. Уссури, поэтому следует остановиться на их итогах. Они оказались далеко не достаточными, несмотря на большие затраты средств, не было создано единой комплексной схемы, предусматривающей ликвидацию наводнений и одновременное освоение водноэнергетических ресурсов в бассейне Уссури. Каждая организация решала, как правило, одну задачу: либо транспортную, либо инженерно-мелиоративную, либо энергетическую. Исключение составляла работа Дальневосточного геофизического института, закончившаяся представлением комплексной схемы по водному хозяйству Приханкайской низменности. Но и она в силу своей территориальной ограниченности (недостаток, свойственный и работам других экспедиций) представляла лишь частичное решение проблемы.

Внимание едва ли не всех исследователей приковывалось к оз. Ханка, а регулирование стока р. Уссури или хотя бы ее крупнейших притоков отодвигалось на задний план. Между тем, с нашей точки зрения, нельзя осуществить понижение уровня оз. Ханка и тем более его осушение без регулирования стока самой р. Уссури до впадения в нее р. Сунгачи. Известно, что во время больших наводнений на Уссури р. Сунгача начинает течь вспять в сторону оз. Ханка. И, если раньше можно было сомневаться в том, доходят ли воды р. Уссури до оз. Ханка во время высокого подъема уровня у г. Лесозаводска или нет, то после наводнения 1950 г. стало ясно, что такая возможность не исключается.

В июле 1950 г. отметка максимального уровня воды на р. Уссури у Лесозаводска была на 1,5 м выше уровня оз. Ханка. Кроме того, во время больших подъемов уровня на р. Уссури отмечались выходы ее вод на Приханкайскую равнину и выше Лесозаводска через весьма невысокий водораздел между Уссури и притоками Сунгачи. Следовательно, пока не зарегулирован сток верхней Уссури, не будет никакой гарантии против возможности затопления освобожденных из-под вод и осушенных вокруг озера земель, со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Большой толчок исследовательским работам в области водного хозяйства дало наводнение 1950 г., принесшее огромные невиданные ранее убытки. Для разработки схем и проектов по борьбе с наводнениями были привлечены центральные проектные организации — Гипрогор и Роснижпроект. Одновремен-

но при Дальневосточном филиале Академии наук СССР создается вначале сектор, а затем отдел гидроэнергетики и водохозяйственных проблем, которому было поручено составить схему инженерных мероприятий по борьбе с наводнениями. В том же 1950 г. во Владивостоке организуется Дальневосточный гидрометеорологический институт, гидрологическому отделу которого было предложено в первую очередь решить вопрос о долгосрочных и краткосрочных прогнозах наводнений, а также приступить к описанию крупнейших наводнений прошлого.

Одновременно развернулась деятельность других центральных и местных организаций по исследованию, составлению схем и даже проектов по отдельным отраслям и объектам народного хозяйства. Министерство совхозов разработало проект расширения и реконструкции оросительных систем, существующих рисосовхозов Сантахезского и Ханкайского. Росгипроводхоз создает Приморскую экспедицию для составления схемы развития рисосеяния в южных районах Приморского края, Ленинградское и Иркутское отделения Гипросельэлектро проектируют ряд малых ГЭС на реках бассейна р. Уссури, Министерство речного флота организует экспедицию для выяснения вопроса о развитии малого судоходства, Далькин и Московское отделение Гидепа составляют технико-экономический доклад по использованию гидроэнергоресурсов р. Иман, «Дальэнерго» вносит ряд предложений по исследованию гидроэнергетических ресурсов многих рек Дальнего Востока, в том числе и р. Уссури и т. д.

Положительным итогом деятельности упомянутых выше организаций является обработка накопленных стационарной сетью Гидрометслужбы гидрологических и метеорологических материалов, а также приближенное инженерно-геологическое обследование некоторых створов на реках, удобных для сооружения на них плотин. Многие из перечисленных работ не закончены и представлены в виде схем, технико-экономических докладов и проектных заданий. К тому же они направлены на решение отдельных задач водного хозяйства в отдельных частях бассейна р. Уссури, не связаны друг с другом и, более того, подчас выполняются без учета интересов народного хозяйства в целом.

Что же касается основного недостатка деятельности названных организаций — отсутствия комплексного подхода, то он мог быть ликвидирован только путем создания организации, которая координировала бы действия всех научных проектных институтов и контор, занимающихся водным хозяйством Даль-

р.р. Мо, Лефу, Даубихэ и реки бассейна Японского моря — Суйфун, Сучан, Аввакумовку и др.

Исследованиями Дальгидепа заканчивается довоенная история водных исследований в бассейне р. Уссури, поэтому следует остановиться на их итогах. Они оказались далеко не достаточными, несмотря на большие затраты средств, не было создано единой комплексной схемы, предусматривающей ликвидацию наводнений и одновременное освоение водноэнергетических ресурсов в бассейне Уссури. Каждая организация решала, как правило, одну задачу: либо транспортную, либо инженерно-мелиоративную, либо энергетическую. Исключение составляла работа Дальневосточного геофизического института, закончившаяся представлением комплексной схемы по водному хозяйству Приханкайской низменности. Но и она в силу своей территориальной ограниченности (недостаток, свойственный и работам других экспедиций) представляла лишь частичное решение проблемы.

Внимание едва ли не всех исследователей приковывалось к оз. Ханка, а регулирование стока р. Уссури или хотя бы ее крупнейших притоков отодвигалось на задний план. Между тем, с нашей точки зрения, нельзя осуществить понижение уровня оз. Ханка и тем более его осушение без регулирования стока самой р. Уссури до впадения в нее р. Сунгачи. Известно, что во время больших наводнений на Уссури р. Сунгача начинает течь вспять в сторону оз. Ханка. И, если раньше можно было сомневаться в том, доходят ли воды р. Уссури до оз. Ханка во время высокого подъема уровня у г. Лесозаводска или нет, то после наводнения 1950 г. стало ясно, что такая возможность не исключается.

В июле 1950 г. отметка максимального уровня воды на р. Уссури у Лесозаводска была на 1,5 м выше уровня оз. Ханка. Кроме того, во время больших подъемов уровня на р. Уссури отмечались выходы ее вод на Приханкайскую равнину и выше Лесозаводска через весьма невысокий водораздел между Уссури и притоками Сунгачи. Следовательно, пока не зарегулирован сток верхней Уссури, не будет никакой гарантии против возможности затопления освобожденных из-под вод и осушенных вокруг озера земель со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Большой толчок исследовательским работам в области водного хозяйства дало наводнение 1950 г., принесшее огромные невиданные ранее убытки. Для разработки схем и проектов по борьбе с наводнениями были привлечены центральные проектные организации — Гипрогор и Росгипроект. Одновременно при Дальневосточном филиале Академии наук СССР создается вначале сектор, а затем отдел гидроэнергетики и водохозяйственных проблем, которому было поручено составить схему инженерных мероприятий по борьбе с наводнениями. В том же 1950 г. во Владивостоке организуется Дальневосточный гидрометеорологический институт, гидрологическому отделу которого было предложено в первую очередь решить вопрос о долгосрочных и краткосрочных прогнозах наводнений, а также приступить к описанию крупнейших наводнений прошлого.

Одновременно развернулась деятельность других центральных и местных организаций по исследованию, составлению схем и даже проектов по отдельным отраслям и объектам народного хозяйства. Министерство совхозов разработало проект расширения и реконструкции оросительных систем, существующих рисосовхозов Сантахезского и Ханкайского. Росгипроводхоз создает Приморскую экспедицию для составления схемы развития рисосеяния в южных районах Приморского края, Ленинградское и Иркутское отделения Гипросельэлектро проектируют ряд малых ГЭС на реках бассейна р. Уссури, Министерство речного флота организует экспедицию для выяснения вопроса о развитии малого судоходства, Далькин и Московское отделение Гидепа составляют технико-экономический доклад по использованию гидроэнергоресурсов р. Иман, «Дальэнерго» вносит ряд предложений по исследованию гидроэнергетических ресурсов многих рек Дальнего Востока, в том числе и р. Уссури и т. д.

Положительным итогом деятельности упомянутых выше организаций является обработка накопленных стационарной сетью Гидрометслужбы гидрологических и метеорологических материалов, а также приближенное инженерно-геологическое обследование некоторых створов на реках, удобных для сооружения на них плотин. Многие из перечисленных работ не закончены и представлены в виде схем, технико-экономических докладов и проектных заданий. К тому же они направлены на решение отдельных задач водного хозяйства в отдельных частях бассейна р. Уссури, не связаны друг с другом и, более того, подчас выполняются без учета интересов народного хозяйства в целом.

Что же касается основного недостатка деятельности названных организаций — отсутствия комплексного подхода, то он мог быть ликвидирован только путем создания организации, которая координировала бы действия всех научных проектных институтов и контор, занимающихся водным хозяйством Даль-

него Востока, или—еще лучше—сама бы взяла на себя составление комплексных схем и проектов по борьбе с наводнениями и использованию водноэнергетических ресурсов рек Дальнего Востока. Функции такой организации принял на себя Дальневосточный филиал Академии наук СССР, конкретно его отдел гидроэнергетики и водохозяйственных проблем. В течение ряда лет этот отдел занимался изучением водных ресурсов юга Дальнего Востока, имея целью обосновать научные основы борьбы с наводнениями и комплексного использования водных ресурсов.

Исследования были начаты с анализа местных природных условий, определяющих режим стока дальневосточных рек и завершены обоснованием принципов и способов регулирования стока местных рек. Были также выполнены работы по созданию методик водохозяйственных расчетов, специальных гидрологических расчетов, проведен подсчет потенциальных и промышленных водноэнергетических запасов.

На основе всех этих проработок составлена «Схема инженерных мероприятий по борьбе с наводнениями и комплексному использованию водноэнергетических ресурсов бассейнов Уссури и оз. Ханка». При разработке ее, помимо работ научных сотрудников Отдела гидроэнергетики ДВФАН СССР, использовались материалы различных ведомственных учреждений, а также предложения отдельных специалистов. Особенно перспективными в этой области оказались идеи и предложения инженеров М. М. Козика, Л. Б. Чарнецкого и А. И. Булгакова.

Предложенная схема неоднократно обсуждалась во Владивостоке и Москве, корректировалась и дополнялась. В конце 1954 г. она была одобрена Третьим Пленумом Совета по изучению производительных сил Академии наук СССР.

Аналогичная схема для китайской части бассейнов Уссури и оз. Ханка была разработана в 1956 г. Харбинским институтом водного хозяйства Министерства водного хозяйства КНР и Чаньчуньским Гидроэнергопроектом Министерства электростанций КНР.

Осенью 1956 г. составители обеих схем совместно обсудили результаты работ и согласовали необходимые поправки в схемах. Это позволило объединить их в единую советско-китайскую схему водохозяйственных мероприятий в бассейнах Уссури и оз. Ханка. При этом стремились как можно полнее учесть интересы обоих государств в части совместного использования водных ресурсов бассейна для нужд народного хозяйства и избавления от наводнений Приханкайской, Верхне-Уссурийской и Нижне-Уссурийской равнин. Следует отметить, что

в схему включены и водохозяйственные мероприятия по бассейну р. Суйфун, поскольку они оказались тесно связанными с регулированием уровней оз. Ханка.

Схема была рассмотрена и одобрена на Первой сессии Ученого совета комплексной советско-китайской Амурской (Хэйлунцзянской) экспедиции в марте 1957 г. и легла в основу дальнейших проектных работ. Схемой предусматривается создание больших и малых водохранилищ на притоках Уссури как на советской, так и на китайской территории. Эти водохранилища проектируются комплексными в целях задержания паводков и регулирования стока для хозяйственных нужд: орошения, гидроэнергетики, водного транспорта и водоснабжения. Такие водохранилища намечаются на рр. Улахэ, Даубихэ, реках, впадающих в оз. Ханка, рр. Мулинхэ, Имане, Бикине, Хоре.

Для осушения огромных земельных массивов Приханкайской низменности предлагается понизить уровень оз. Ханка либо за счет спрямления русла вытекающей из озера р. Сунгач, либо за счет прорытия специального сбросного канала из озера в р. Уссури. В схеме рассматривается также вариант устройства судоходного канала от Уссури до оз. Ханка и далее по р. Лефу до р. Суйфун, т. е. предлагается проект соединения Амура с Амурским заливом.

В дальнейшем по материалам названной схемы и после проведения полевых изысканий Ленинградское отделение Гидроэнергопроекта составило технико-экономический доклад (ТЭД) по Улахинскому гидроузлу — первоочередному объекту схемы на советской территории. Этот гидроузел является важнейшим с точки зрения борьбы с наводнениями и использования энергетических ресурсов в верхнем течении Уссури. Руководствуясь материалами схемы и проведя дополнительные полевые изыскания, Всесоюзный институт «Гидропроект» им. С. Я. Жук составил технико-экономический доклад «Судоходное соединение р. Амура с Амурским заливом», подтвердивший полностью техническую возможность осуществления указанного искусственного водного пути.

В последние два года Дальневосточным филиалом Сибирского отделения АН СССР совместно с Амурской экспедицией СОПС АН СССР проведены обследования затопляемых территорий в бассейне Уссури, очень актуальные для последующего проектирования гидротехнических сооружений в бассейне р. Уссури.

В настоящее время над водохозяйственными проблемами бассейна Уссури работает ряд крупнейших всесоюзных проект-

него Востока, или—еще лучше—сама бы взяла на себя составление комплексных схем и проектов по борьбе с наводнениями и использованию водноэнергетических ресурсов рек Дальнего Востока. Функции такой организации принял на себя Дальневосточный филиал Академии наук СССР, конкретно его отдел гидроэнергетики и водохозяйственных проблем. В течение ряда лет этот отдел занимался изучением водных ресурсов юга Дальнего Востока, имея целью обосновать научные основы борьбы с наводнениями и комплексного использования водных ресурсов.

Исследования были начаты с анализа местных природных условий, определяющих режим стока дальневосточных рек и завершены обоснованием принципов и способов регулирования стока местных рек. Были также выполнены работы по созданию методик водохозяйственных расчетов, специальных гидрологических расчетов, проведен подсчет потенциальных и промышленных водноэнергетических запасов.

На основе всех этих проработок составлена «Схема инженерных мероприятий по борьбе с наводнениями и комплексному использованию водноэнергетических ресурсов бассейнов Уссури и оз. Ханка». При разработке ее, помимо работ научных сотрудников Отдела гидроэнергетики ДВФАН СССР, использовались материалы различных ведомственных учреждений, а также предложения отдельных специалистов. Особенно перспективными в этой области оказались идеи и предложения инженеров М. М. Козика, Л. Б. Чарнецкого и А. И. Булгакова.

Предложенная схема неоднократно обсуждалась во Владивостоке и Москве, корректировалась и дополнялась. В конце 1954 г. она была одобрена Третьим Пленумом Совета по изучению производительных сил Академии наук СССР.

Аналогичная схема для китайской части бассейнов Уссури и оз. Ханка была разработана в 1956 г. Харбинским институтом водного хозяйства Министерства водного хозяйства КНР и Чаньчуньским Гидроэнергопроектом Министерства электростанций КНР.

Осенью 1956 г. составители обеих схем совместно обсудили результаты работ и согласовали необходимые поправки в схемах. Это позволило объединить их в единую советско-китайскую схему водохозяйственных мероприятий в бассейнах Уссури и оз. Ханка. При этом стремились как можно полнее учесть интересы обоих государств в части совместного использования водных ресурсов бассейна для нужд народного хозяйства и избавления от наводнений Приханкайской, Верхне-Уссурийской и Нижне-Уссурийской равнин. Следует отметить, что

в схему включены и водохозяйственные мероприятия по бассейну р. Суйфун, поскольку они оказались тесно связанными с регулированием уровней оз. Ханка.

Схема была рассмотрена и одобрена на Первой сессии Ученого совета комплексной советско-китайской Амурской (Хэйлунцзянской) экспедиции в марте 1957 г. и легла в основу дальнейших проектных работ. Схемой предусматривается создание больших и малых водохранилищ на притоках Уссури как на советской, так и на китайской территории. Эти водохранилища проектируются комплексными в целях задержания паводков и регулирования стока для хозяйственных нужд: орошения, гидроэнергетики, водного транспорта и водоснабжения. Такие водохранилища намечаются на рр. Улахэ, Даубихэ, реках, впадающих в оз. Ханка, рр. Мулинхэ, Имане, Бикине, Хоре.

Для осушения огромных земельных массивов Приханкайской низменности предлагается понизить уровень оз. Ханка либо за счет спрямления русла вытекающей из озера р. Сунгач, либо за счет прорытия специального сбросного канала из озера в р. Уссури. В схеме рассматривается также вариант устройства судоходного канала от Уссури до оз. Ханка и далее по р. Лефу до р. Суйфун, т. е. предлагается проект соединения Амура с Амурским заливом.

В дальнейшем по материалам названной схемы и после проведения полевых изысканий Ленинградское отделение Гидроэнергопроекта составило технико-экономический доклад (ТЭД) по Улахинскому гидроузлу — первоочередному объекту схемы на советской территории. Этот гидроузел является важнейшим с точки зрения борьбы с паводнениями и использования энергетических ресурсов в верхнем течении Уссури. Руководствуясь материалами схемы и проведя дополнительные полевые изыскания, Всесоюзный институт «Гидропроект» им. С. Я. Жук составил технико-экономический доклад «Судоходное соединение р. Амура с Амурским заливом», подтвердивший полностью техническую возможность осуществления указанного искусственного водного пути.

В последние два года Дальневосточным филиалом Сибирского отделения АН СССР совместно с Амурской экспедицией СОПС АН СССР проведены обследования затопляемых территорий в бассейне Уссури, очень актуальные для последующего проектирования гидротехнических сооружений в бассейне р. Уссури.

В настоящее время над водохозяйственными проблемами бассейна Уссури работает ряд крупнейших всесоюзных проект-

ных институтов, разрабатывающих проекты первоочередных мероприятий. Очевидно, недалеко то время, когда в результате осуществления наиболее эффективных из них, будет навсегда покончено с грозными разливами рек бассейна Уссури, а сами они усмиренные и полноводные будут служить социалистическому обществу.

ЛИТЕРАТУРА

Будищев А. Ф. и др. Описание лесов Приморской области, 1867 г.; **Венюков М. И.** Путешествия по Приамурью, Китаю и Японии. Хабаровск, 1952; **Пржевальский Н. М.** Путешествие в Уссурийском крае в 1867—1869, СПб, 1870; **Стоценко А. В. и Черненко В. Г.** Схема инженерных мероприятий в бассейне р. Уссури. Рукопись. Фонды ДВФ СО АН СССР, 1953; **Стоценко А. В. и Черненко В. Г.** Гидрографическое описание рек Приханкайской равнины. Труды ДВФАН. Физико-географический сборник № 2, Москва, 1958; **Стоценко А. В.** Наводнения в Приморском крае. Труды ДВФАН. Физико-географический сборник № 2. Москва, 1958; **Стоценко А. В.** Проблема Амура и его притоков. Примиздат, 1958; **Стоценко А. В.** Мероприятия по борьбе с наводнениями в бассейне р. Уссури. Сборник «Вопросы экономики сельского хозяйства Дальнего Востока». Благовещенск, 1958; **Тимонов В. Е.** Очерк главнейших водных путей Приамурского края. СПб., 1897. Труды Ханкайской экспедиции Дальгеофизина, 1932. Рукопись. Фонды ДВНИГМИ; **Чубинский П. П.** Общий отчет дорожного отряда. Труды Амурской экспедиции. Вып. XII. СПб., 1913; **Юргенсон Р. О.** О судоходном состоянии Амура с притоками. Зап. Приамурского отд. РГО, вып. 2, 1897.

ФОНОВЫЕ ФАКТОРЫ ОСАДКОВ И РЕЧНОГО СТОКА В БАССЕЙНЕ АМУРА

И. Н. ГАРЦМАН

К ведущим постоянно действующим факторам, определяющим режим осадков и речного стока, относятся: общая атмосферная циркуляция и континентальность изучаемой территории. Эти фоновые факторы действуют непрерывно, определяя особенности как длительных, так и кратковременных явлений (отдельного наводка, вскрытия реки и др.), своеобразие внутригодового распределения осадков и стока и т. д. Однако выявить их в «чистом виде» легче при оперировании с крупными интервалами времени, например годичными; при этом кратковременные (внутри года) влияния прочих условий затушевываются.

Г. Я. Вангенгейм, А. А. Гирс и др. (1, 5, 6, 7, 8) показали, что общая циркуляция атмосферы во внетропических широтах Северной Атлантики и Евразии принимает различные переходящие друг в друга типы (W, C и E). Активизация западного (W), восточного (E) или меридионального (C) переносa в конкретных районах приводит к увеличению или уменьшению осадков и стока. Так, например, показано (7), что водность рек Европейской территории СССР, а также уровень Каспийского моря, как правило, не понижаются при аномально развитых W и C — типах циркуляции и не повышается при E — типе циркуляции.

Для бассейна р. Амур столь тщательно выполненные проработки пока не проведены. Однако на основе имеющихся материалов можно предположить, что к повышению сумм осадков и водности рек ведут те формы циркуляции, при которых преоб-

падает перенос с океана на сушу (восточный перенос, E — тип циркуляции) и, наоборот, маловодные периоды связаны с преобладанием переноса с суши на океан (западный перенос, W — тип циркуляции). Конечно, ослабление восточной циркуляции непосредственно не влечет еще за собой уменьшения суммы осадков и стока за расчетный год. Многое зависит также от состояния океана и суши в данном году, от глубины аномалии в развитости E — типа циркуляции, от развитости переносов других индексов и т. д. Однако поскольку для Амурского бассейна определяющим является развитость восточного переноса, то длительные эпохи в развитии E — типа циркуляции не могут не вызвать соответствующих длительных же тенденций в ходе осадков и стока.

За период с 1901 по 1950 гг. по каталогу, приведенному Г. Я. Вангенгеймом (1), были построены интегральные кривые отклонений от нормы числа дней, занятых формами E и W переноса. Поскольку основная доля осадков и стока (75—90%) формируется в теплую часть года, расчеты выполнены за время с мая по октябрь. Графики обеих интегральных кривых, а также интегральных кривых годовых отклонений от нормы среднегодовых уровней оз. Ханка, среднегодовых расходов по ряду замыкающих створов Амура и его крупнейших притоков и годовых сумм осадков по некоторым метеостанциям, расположенным в соответствующих бассейнах, приведены на рис. 1.

Для анализа режима годового стока использованы сведения по водосборам, расположенным в разных частях бассейна Амура, и достаточно крупным, чтобы сугубо местные факторы не имели возможности проявить себя сколько-нибудь существенно: рр. Шилка (г. Сретенск), Амур (с. Покровка), Зея (ур. Зейские Ворота), Сунгари (г. Харбин), Уссури и Иман (сумма расходов по хут. Степановскому и с. Гоголевке); проанализирован режим стока и по Амуру в целом (г. Комсомольск).

По данным А. А. Гирса (8), с 1900 по 1928 гг. аномально развитым был W — тип циркуляции, с 1929 по 1939 г. — E — тип циркуляции, а с 1940 по 1948 гг. — C — тип циркуляции. Судя по интегральным кривым за теплую часть года, границы отдельных эпох можно было бы несколько сдвинуть. Однако для предварительного сопоставления уточнение в один—два года не представляет особого интереса. Главное заключается в том, что эпохе ослабленного E — типа (1900—1928 гг.) в Амурском бассейне соответствует эпоха преимущественно малой водности, эпохе усиленного E—типа (1929—1939 (41) гг.)— эпоха преимущественно повышенной водности, в эпоху

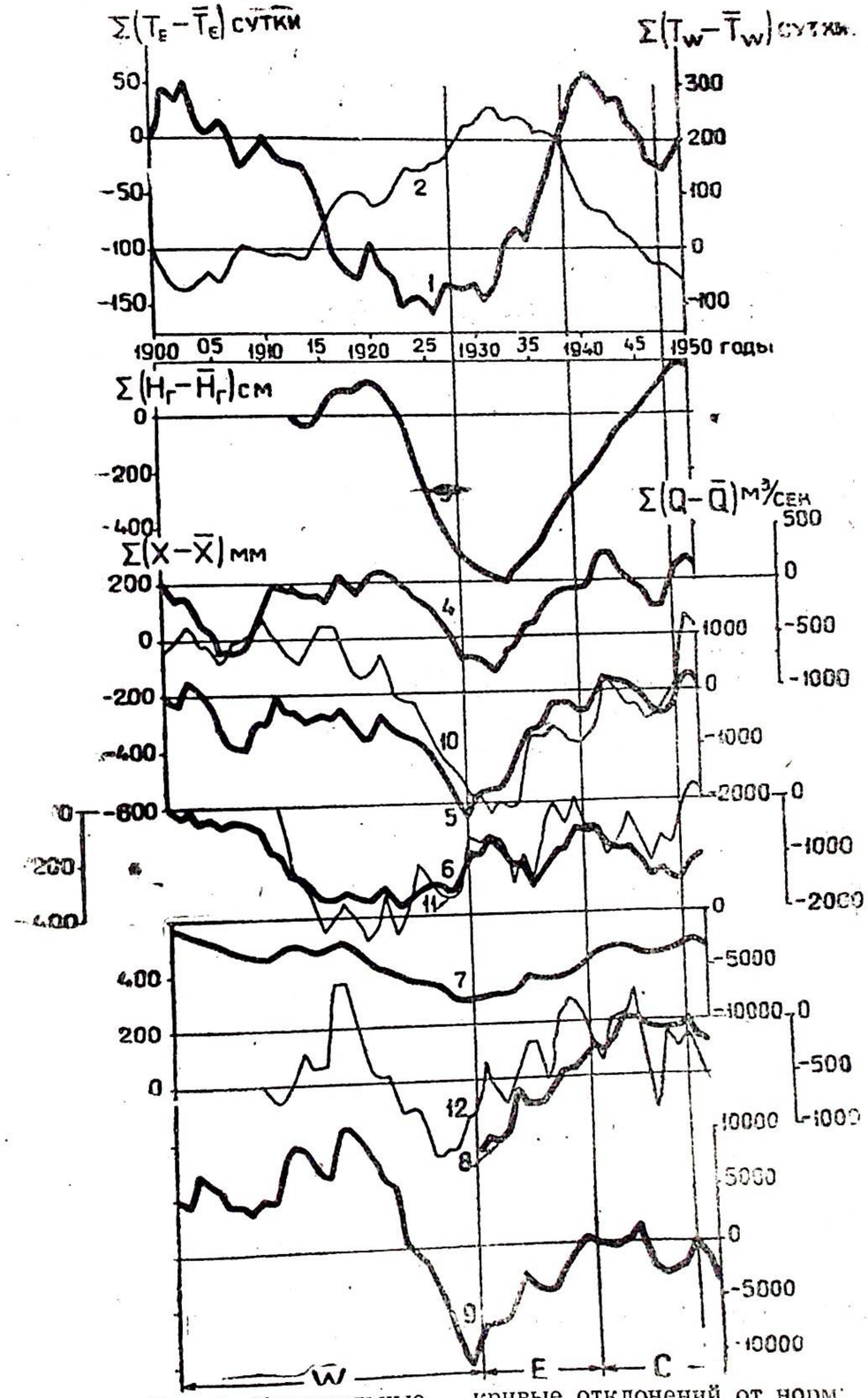


Рис. 1. Интегральные кривые отклонений от норм:
1 — числа дней с E — типом циркуляции; 2 — то же, с W — типом циркуляции; 3 — среднегодовых уровней оз. Ханка; 4 — среднегодовых расходов р. Шилки у г. Сретенска; 5 — то же, р. Амура у с. Покровка; 6 — то же, р. Зеи у Зейских Ворот; 7 — то же, р. Сунгари у г. Харбина; 8 — то же, рр. Уссури и Имана по сумме расходов в створах соответственно у хут. Степановского и с. Гоголевки; 9 — то же, р. Амура у г. Комсомольска; 10 — годовых сумм осадков в г. Сретенске; 11 — то же, в с. Пикан; 12 — то же, на ст. Бикин.

усиленного С — типа циркуляции (1939 (41)—1948 гг.) водность в бассейне Амура была близкой к норме.

Разумеется, речь идет не о буквальном соответствии, которое может быть подкреплено высоким коэффициентом корреляции, а о причинно-следственном совпадении тенденций в режиме общей циркуляции, осадков и стока. В отдельные же годы и по отдельным бассейнам указанное соответствие может в той или иной степени нарушаться. Судя по интегральным кривым стока в верховьях р. Зеи (ур. Зейские Ворота) и осадков по Пикану, несоответствие может достигать значительных размеров. Верховья р. Зеи (а также р. Норы), расположенные несколько в стороне от преобладающего пути переноса, представляют особый очаг формирования стока, почему и отличаются своеобразным водным режимом. Для преобладающей же части бассейна Амура (Верхний Амур, Сунгари, Уссури, частично Зея, Бурея) указанное выше соответствие тенденций соблюдается. Вот почему и для всего Амура (г. Комсомольск) можно отметить сравнительно высокую синхронность в ходе Е — типа циркуляции и водности.

В связи с изложенным следует рассмотреть вопрос о точности расчетов норм осадков и стока. Исходя из того, что в течение 1901—1956 гг.[1] имели место эпохи пониженной, повышенной и близкой к норме водности рек бассейна Амура, можно принять величины, вычисленные по данным за 56 лет, как нормальные. Как показывают подсчеты, 1939—1956 гг. (18 лет) дают величины, близкие к норме. Этот восемнадцатилетний период может быть в свою очередь разбит на два: с 1939 по 1948 гг. и с 1949 по 1956 гг. Средние годовые суммы осадков и стока, вычисленные за указанные 18-, 10- и 8-летние периоды близки к норме, о чем можно судить по рис. 2, на котором сопоставлены средние значения за периоды 1901 (16)—1956 гг., 1939—56 гг. и 1949—56 гг. От линии связи (биссектрисы угла) по указанной выше причине существенно отклоняются лишь точки, соответствующие верховьям Зеи.

Близость к норме средних годовых сумм осадков и стока имеет большое значение для выбора расчетного периода, который не может устанавливаться только по принципу «чем больше, тем лучше». Восстановление рядов от 1939 г. к 1928 (30) г. не приводит к уточнению нормы, а, наоборот, ведет к ее завышению. Дальнейшее же восстановление от 1928 (30) г. до 1916 г. **обеспечивает приближение к норме.** Многие створы, открытые в

[1] В статье учитываются и 1951—1956 гг. Восстановление и упорядочение рядов годовых величин осадков и стока было проведено в ДВНИГМИ, данными которого мы и пользуемся.

1949 г. и работающие поныне, дали уже ценный материал для установления норм стока.

О возможной величине отклонения от нормы стока при неосновательном выборе расчетного периода можно судить на примере р. Уссури (хут. Степановский). По данным наблюде-

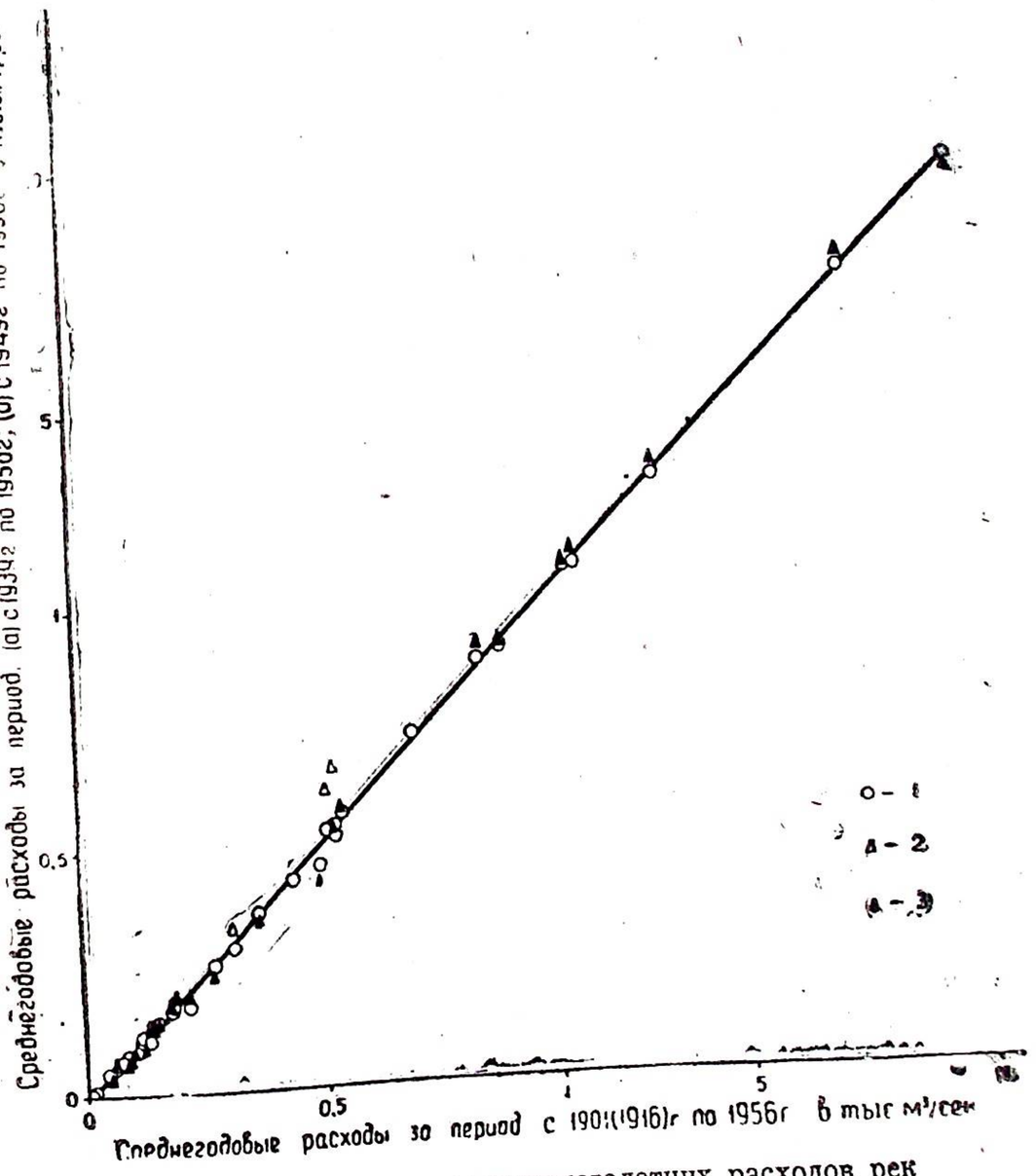


Рис. 2. Сопоставление среднемноголетних расходов рек бассейна Амура, вычисленных за периоды различной длительности.

1. Периоды 1901 (16) — 1956 гг. и 1939 — 56 гг. 2. Периоды 1901 (16) — 1956 гг. и 1949—56 гг. для верховий р. Зеи. 3. Те же периоды для рек остальной части бассейна Амура.

ний с 1928 г. по 1956 г., «норма» стока составляет 197 м³/сек. Расчеты же по периодам 1939—56 гг. и 1949—56 гг. дают соответственно значения 180 м³/сек. и 181 м³/сек.; расхождения, как видно, достигают 9,0—9,5%.

Значительно труднее определить границы короткого периода, по которому расчеты коэффициента изменчивости дали бы число, близкое к рассчитанному за длительный период. Ниже приводятся расчеты коэффициента вариации по периодам различной длительности (таблица 1), которые показывают, что поиски рекомендаций для установления расчетного периода не имеют пока очевидных ориентиров.

Таблица 1

Пункт	Период	Число лет	Водность периода в модульных коэффициентах	Коэффициент вариации	Отклонение, в %
С. Покровка (Амур)	1901—56	56	1,00	0,301	
	1910—28	19	0,89	0,298*	— 1,0
	»	19	0,89	0,310	3,0
	1929—41	12	1,20	0,312*	3,65
	»	12	1,20	0,199	—33,9
	1939—56	18	1,02	0,262*	—13,0
	»	18	1,02	0,254	—15,6
	1949—56	8	1,05	0,276*	— 8,3
	»	8	1,05	0,260	—13,6
Ур. Зейские Ворота (Зея)	1901—56	56	1,00	0,316	
	1901—15	15	0,835	0,244*	—22,8
	»	15	0,835	0,212	—32,9
	1916—27	12	1,03	0,202*	—36,1
	»	12	1,03	0,195	—38,3
	1935—40	6	1,22	0,360*	13,9
	»	6	1,22	0,234	26,0
	1928—50	23	1,03	0,357*	13,0
	»	23	1,03	0,342	8,2
Г. Комсомольск (Амур)	1896—1956	61	1,00	0,206	
	1910—1925	19	0,93	0,232*	12,6
	»	19	0.93	0,242	17,4
	1929—41	12	1,06	0,145*	—29,3
	»	12	1,06	0,122	—40,7
	1939—56	18	1,00	0,203	— 1,45
	1949—56	18	1,00	0,258	25,2

Параметры каждого периода были вычислены для сопоставления по двум средним расходам: соответствующему всему 56—60-летнему ряду наблюдений и соответствующему расчетстока.

* Обозначены коэффициенты вариации, вычисленные по норме

ному периоду. Надо заметить, что параметры вариации, вычисленные по норме стока, ближе к истинным, чем таковые, вычисленные по средним за короткий период; однако и те и другие сильно отклоняются от истинных.

Надежно вычислить коэффициент вариации можно, очевидно, лишь в случаях, когда имеются длительные ряды наблюдений, включающие хотя бы по одному значительному маловодному и многоводному периодам; ряд, охватывающий короткий, хотя и средний по водности период, для таких целей непригоден.

Второй фоновый фактор — континентальность территории, т. е. защищенность ее по отношению к влиянию океана, сочетает в себе одновременно влияние, по крайней мере, трех условий: удаленности от моря, высоты местности над уровнем моря и ориентации долин по отношению к преобладающему направлению переноса влаги.

Односторонний анализ влияния высоты местности, например, на осадки или сток не позволит выявить действительный характер связи: при таком частном подходе высоте местности приписывается и влияние, которое оказывается удалением от моря, а также ориентацией долин. Построение отдельных зависимостей осадков или стока и высоты местности для ограниченных районов в какой-то степени исправляет положение. Но тогда практически получается очень много порайонных зависимостей; чуть ли не каждый более и менее крупный бассейн характеризуется собственным графиком связи. Границы отдельных районов при этом устанавливаются по тому, насколько те или другие точки группируются в полосы. Элементу случайности, по сути дела, не противопоставлены отчетливо сформулированные критерии. А поскольку бассейны, в пределах которых нет стационарных наблюдений, трудно отнести к тому или другому району, в ряде случаев вести расчеты норм осадков или стока для них оказывается невозможным. Дополнения графиков зависимостей норм осадков и стока от высоты местности плановой интерполяцией на картографической основе дают более надежный документ для неизученных водосборов. Однако коль скоро влияние ориентации долин предварительно не изучалось, одной и той же отметке местности в пределах крупных водосборов независимо от ее ориентации необоснованно приписывается одна и та же характеристика.

Таким образом, частный анализ влияния одного из факторов континентальности территории на распределение норм осадков и стока является недостаточным, и его следует заменить общим анализом всех трех факторов одновременно.

Результаты подобного анализа, выполненного для советской части бассейна Амура, приводятся ниже. Но предварительно следует оговорить методику работы.

Одни и те же закономерности формирования осадков или стока проявляются одновременно на огромных пространствах. Следовательно, роль удаленности от океана невозможно обнаружить на каждом новом километре удаления по ощутимым изменениям в сумме осадков или относительной водности территории. В советской части бассейна Амура можно выделить по степени удаленности от океана четыре крупных района (рис. 3), границы которых проходят:

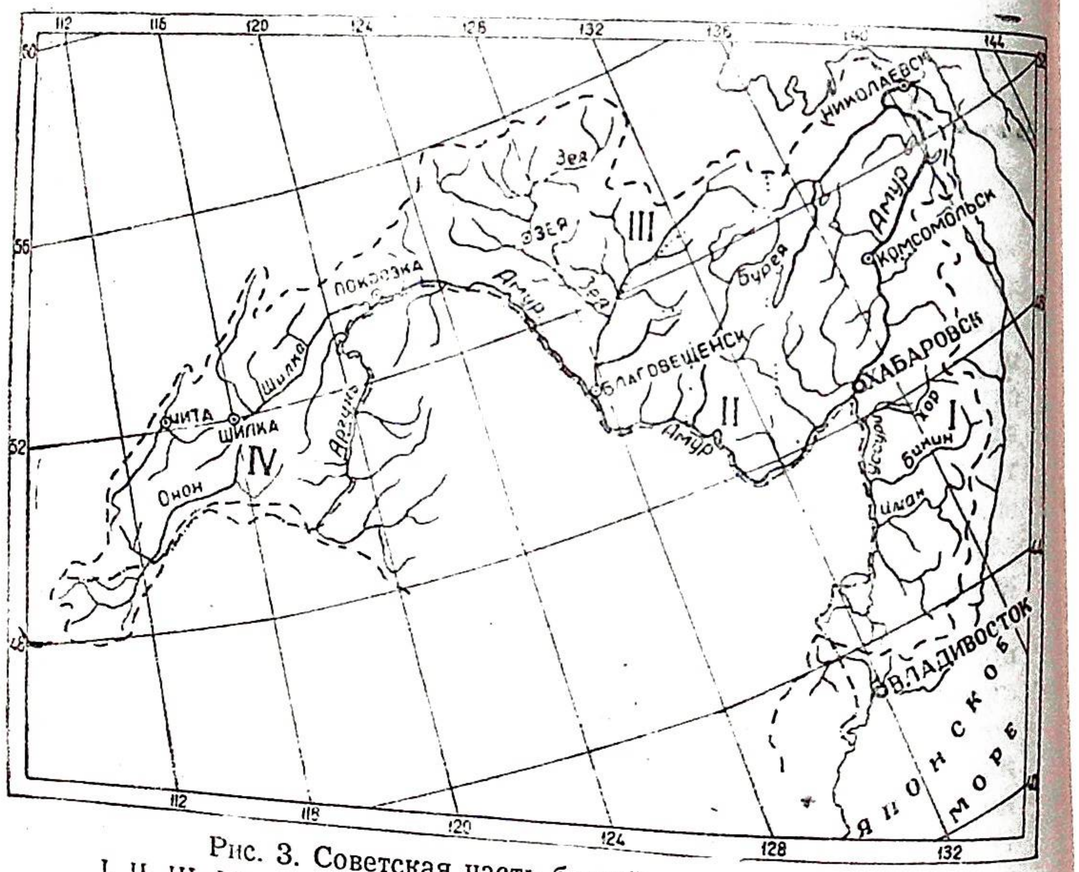


Рис. 3. Советская часть бассейна р. Амур.
I, II, III, IУ — номера районов, в пределах которых фоновые факторы проявляются однотипно. ... — границы районов.

I. По главным водоразделам к западу от системы Сихотэ-Алинь и к юго-востоку от Баджальского хребта (бассейн р. Уссури, примыкающие водосборы Нижнего Амура и др.)[1].

[1] Вне рассмотрения остались бассейн р. Амгуни и территория, примыкающая к предустьевому участку Амура, находящаяся под сильным влиянием Охотского моря.

II. По главным водоразделам к западу от Буреинского хребта, к югу от хребта Эзопа (бассейн р. Буреи и, отчасти, бассейны левых притоков Селемджи — рр. Быссы и Ульмы).

III. По главным водоразделам к юго-западу от хребта Джагды, к западу от хребта Джугдыр, к югу от Станового хребта, к северу-востоку от хребта Тукурингра (бассейн р. Зеи, за исключением упомянутых притоков р. Селемджи и бассейна р. Уркан).

IV. Верховья Амура и часть бассейна Зеи по границе с районом III.

Влияние ориентации долин, определяющей доступность территории для переноса влаги, можно оценить углом расхождения между преобладающим направлением переноса и направлением раструба долины. Такая оценка доступности учитывает необходимость поворота потока и необходимость преодоления им горных преград. Практически в расчетах была принята более грубая оценка доступности территории — по азимуту направления раструба долины. Преобладающее направление раструба долины определялось от устья к вершине. Поскольку полагалось, что зависимости будут получены отдельно для каждого из указанных выше районов, изменения в направлении основного потока решено было не учитывать. Имея в виду допустимую точность расчетов, азимуты направлений долин были разбиты по шестнадцати интервалам через 22,5°.

Высота местности характеризовалась для норм осадков абсолютными отметками пунктов наблюдений и для норм стока — средневзвешенной высотой бассейнов.

Анализ показал, что исходные данные по осадкам и стоку обладают достаточной точностью.

По исходным материалам были построены порайонные зависимости (рис. 4а и 4б).

$$X_0 = f_1\ (A, H)$$

и

$$M_0 = f_2\ (A, H\ ср.),$$

где: X_0 — норма осадков, мм; M_0 — норма стока, л/сек. км^2; A — азимуты долин в номерах интервалов, выделенных через 22,5°; H — отметка пункта наблюдений над осадками, м; H ср. — средневзвешенная высота водосбора, м.

Зависимости получились достаточно отчетливыми и могут быть использованы для установления в первом приближении норм осадков и стока по неизученным районам.

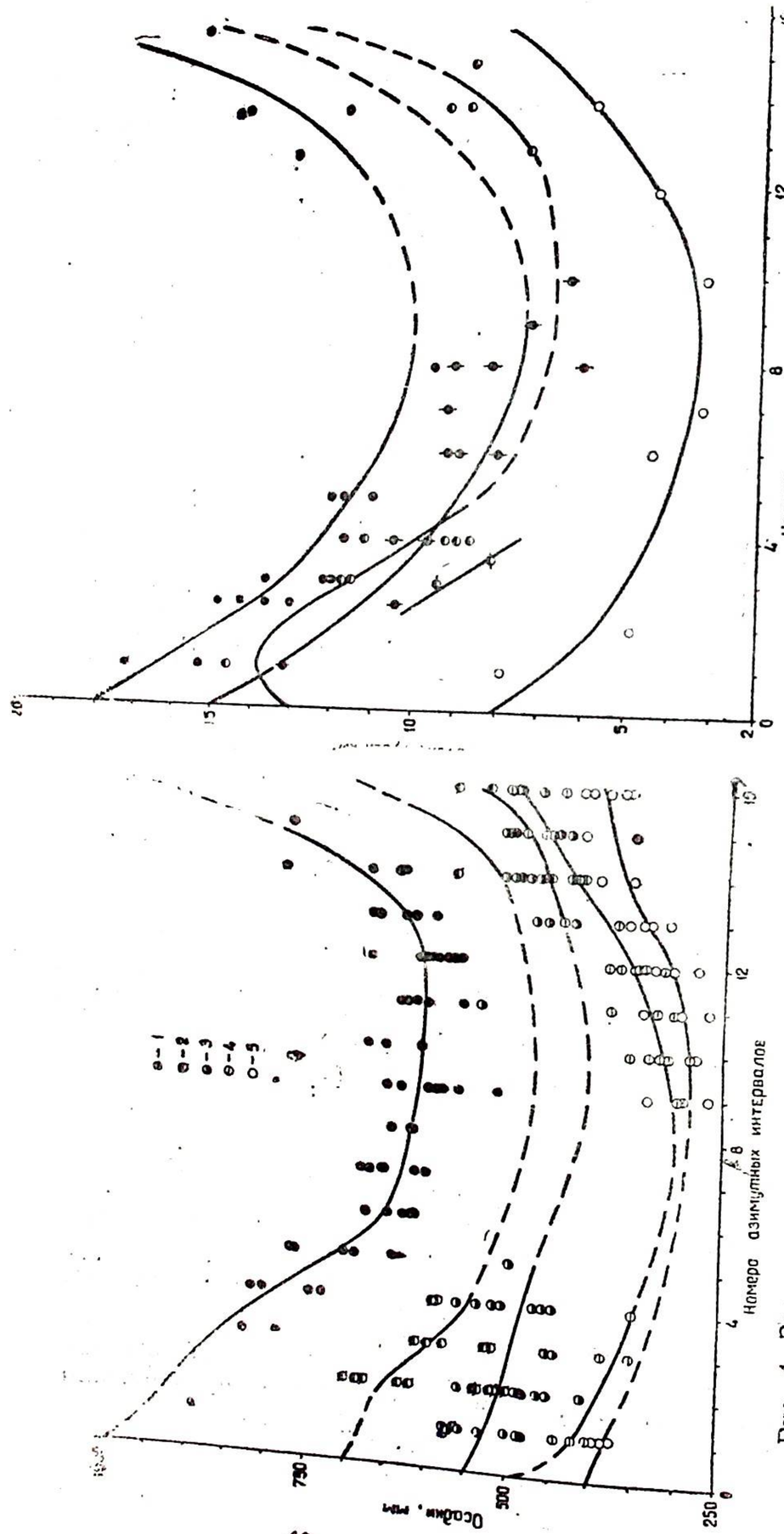


Рис. 4. Зависимость норм осадков (а) и стока (б) от континентальности территории.

а: 1 — район I; 2 — район II; 3 — район III; 4 — район IV при H<500 м; 5 — то же, при H>500 м;
б: 1 — район I—II при Нср.>500 м; 2 — то же, при Нср.<500 м; 3 — то же при Нср.<500 м; 4 — то же при Нср.<500 м; 5 — равнинные значительно заболоченные реки.

Для построения зависимости типа $X_0 = f_1$ (A, H) использованы сведения по 185[1] гидрометстанциям. Сведения об отклонениях точек от принятых линий зависимости помещены в таблице 2.

Таблица 2

Обеспеченность отклонений от линий связи, не превышающих заданные пределы[2]

Районы	Высотные зоны	Отклонения от норм осадков в %				Общее число пунктов
		±5	±10	±15	±20	
		Обеспеченность отклонений				
I	—	38 / 61,4	55 / 88,8	61 / 98,5	62 / 100	62
II	—	7 / 29,1	11 / 45,8	15 / 62,5	18 / 75	24
III	—	14 / 32,6	38 / 88,5	41 / 95,5	43 / 100	43
IV	До 500 м	13 / 52,0	23 / 92,0	24 / 96,0	25 / 100	25
	Свыше 500 м	20 / 64,5	26 / 84,0	31 / 100	31 / 100	31
	Итого	82 / 44,3	153 / 82,8	172 / 93,0	179 / 96,8	185

Проверка точности построений показала, что если не считать данных по II району, в среднем, на 88,3%, отклонения не превышают ±10%. Некоторая расплывчатость связи по II району вызвана недостаточно четким положением границы II и III районов в Селемджинско-Буреинском междуречье. Поэтому ряд точек, отнесенных к II району, тяготеет к III району и наоборот.

Для построения зависимости типа $M_0 = f_1$ (A, Нср.) использованы материалы по 53 гидростворам на разных реках советской части бассейна Амура. Верховья Амура (район IV) не учтены в построениях, поскольку анализ данных не выявил достаточно надежной зависимости для стока; вероятно, ряд неучитываемых факторов ведет здесь к усиленной трансформации стока. Во всяком случае для указанного района необходимы дополнительные исследования.

[1] За недостатком места исходные материалы по осадкам, стоку и ориентации долин не приводятся.

[2] В числителе указано абсолютное число случаев, в знаменателе — в % % от общего числа створов в данном районе.

Сведения об отклонениях точек от принятых линий зависимости помещены в таблице 3.

Таблица 3

Обеспеченность отклонений от линий связи, не превышающих заданные пределы[1]

Районы	Высотные зоны	Отклонения от норм стока в %				Общее число створов
		± 5	± 10	± 15	± 20	
		Обеспеченность отклонений				
I—II	До 500 м	5 / 38,5	7 / 53,8	10 / 76,9	12 / 92,5	13
	Свыше 500 м	8 / 42,1	17 / 89,5	19 / 100	19 / 100	19
III	До 500 м	2 / 100	2 / 100	2 / 100	2 / 100	2
	Свыше 500 м	4 / 36,4	7 / 63,6	11 / 100	11 / 100	11
	Равнинные заболоченные реки	5 / 72,5	5 / 72,5	8 / 100	8 / 100	8
	Итого	24 / 45,4	38 / 71,8	50 / 94,4	52 / 98,1	53

Проверка точности построений показала, что обеспеченность отклонений в ±10% составляет 71,8%, а отклонения, не превышающие ±15%, обеспечены на 94,4%.

По условиям стока для I и II районов можно дать обобщенную кривую связи. В то же время из всех трех изучаемых районов выделяется в особую группу ряд равнинных, значительно заболоченных рек (приханкайские реки, р. Завитая и др.).

В I районе годовые суммы осадков изменяются в среднем: от 600—650 мм для долин, ориентированных на СЗ и СВ, до 900—1000 мм для долин, ориентированных на ЮЗ и ЮВ. Во II районе, соответственно, осадков меньше на 150—200 мм и 250—300 мм. В пределах III района, в зависимости от ориентации, годовые суммы осадков составляют 400—550 мм, в IV районе — 275—550 мм.

Необходимо отметить, что использованные материалы получены по метеорологическим станциям, расположенным в очень узком диапазоне высот (как правило, до 500 м). Поэтому

[1] В числителе указано абсолютное число случаев, в знаменателе — в % % от общего числа створов в данном районе.

достаточно надежно установить влияние высоты местности на норму осадков нельзя. Исключение составляет IV район, для которого имеются сведения по станциям с высотами до 1 160 м. По этому району установлены две линии зависимости ($H < 500$ м и $H > 500$ м): в нижней высотной зоне осадков в среднем выпадает на 50 мм меньше, чем в верхней.

Анализ зависимостей типа $X_0 = f_1$ (A, H) показал, что градиенты норм осадков по ориентации долин (таблица 4) могут достигать значительных величин (до 100 мм/22,5°, в I районе при азимутах от 270 до 360°).

Таблица 4

Градиенты норм осадков по ориентации долин, в мм/22,5°

Районы	Высотные зоны	Интервалы по азимутам		
		1—6	7—12	13—16
I	—	60	7	100
II	—	40	3	52
III	—	16	7	30
IV	до 500	16	2	25
	св. 500	30	8	35

Изменениями в ориентации долин в интервале от 135° до 270° можно практически пренебречь, поскольку они составляют всего 2—8 мм/22,5°. Но в интервале азимутов от 270° до 360° градиенты резко возрастают до 25—100 мм/22,5° (более чем в 10 раз). Другими словами, в этом интервале азимутов осадки чутко реагируют на изменения ориентации долин. Как показывают данные, по мере удаления от океана в любом интервале азимутов годовые суммы осадков становятся все менее чувствительными к изменениям ориентации долин. По IV району повышение местности ведет к повышению зависимости осадков от ориентации долин; во второй высотной зоне градиенты осадков в 1,5—2,0 раза выше градиентов, наблюдающихся в зоне до 500 м.

В объединенном I—II районе нормы стока изменяются в пределах от 10 до 18 л/сек. км^2 для верхней высотной зоны (H ср.> 500 м). При соответствующей ориентации долин реки нижней зоны (H ср.< 500 м) имеют удельную водность на 3 л/сек. км^2 меньше. В III районе водность изменяется от 7 до 14 л/сек. км^2 для верхней высотной зоны (H ср.> 500 м); для более низко расположенных водосборов она, вероятно, также меньше на 3 л/сек. км^2. Равнинные реки всех трех районов отличаются сравнительно низкой водностью (3—8 л/сек. км^2).

Градиенты норм стока по ориентации долин достаточно высокие: для I—III районов — 0,9—1 л/сек. км^2 22,5°

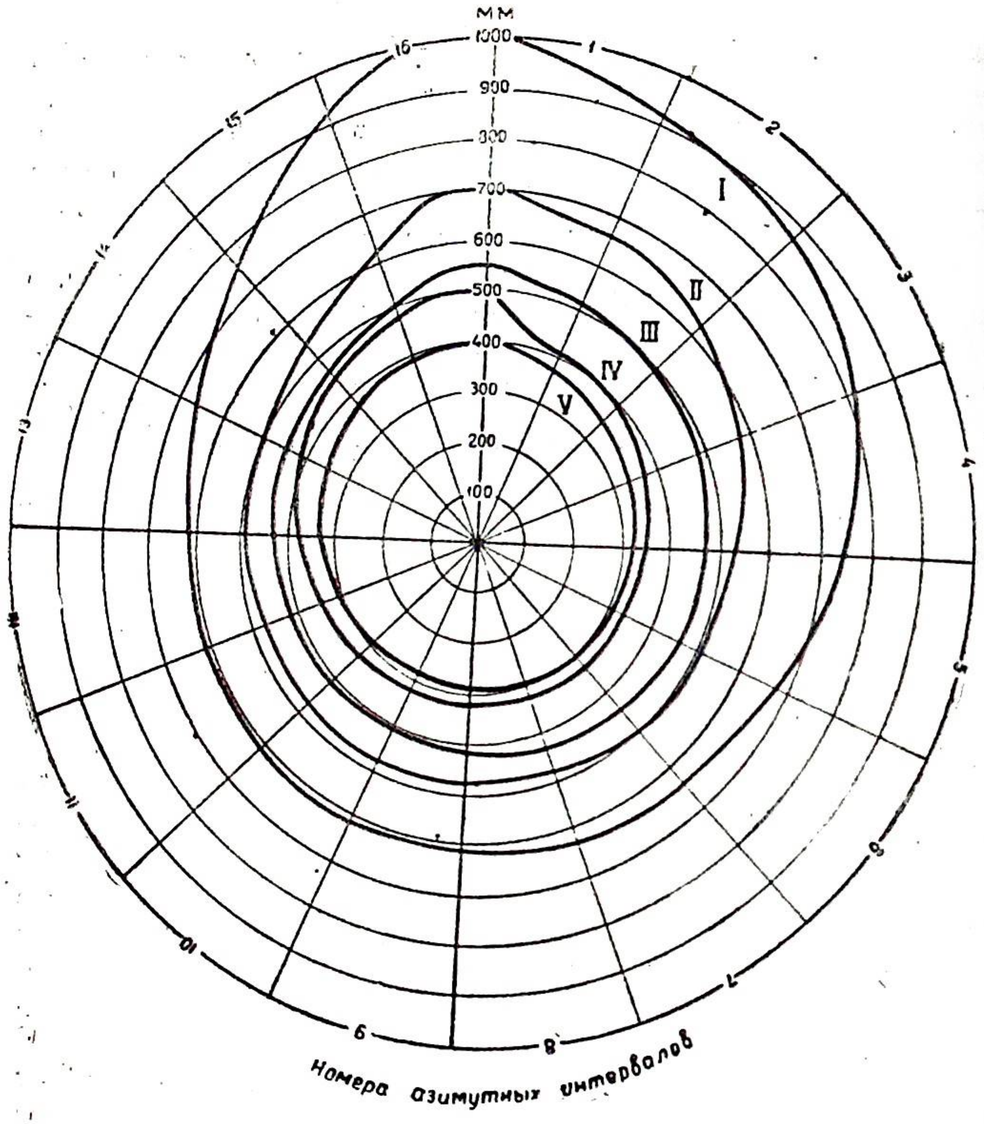
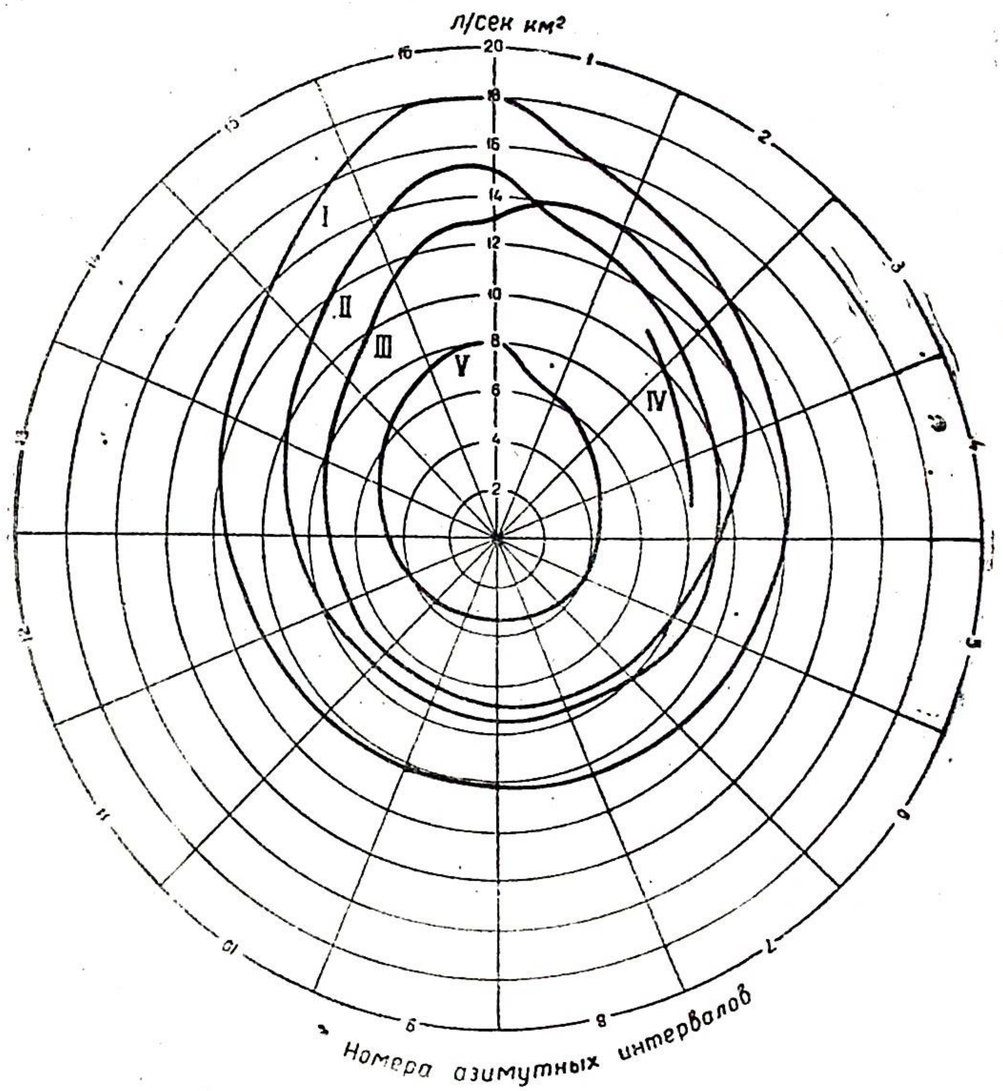


Рис. 5. Зависимости норм осадков (а) и стока (б) от континентальности территории (в полярных координатах)

а: I — первый район; II — второй район; III — третий район; IV — четвертый район при II>500 м; V — то же, при II<500 м.
б: I — первый и второй районы при Нср.>500 м; II — то же, при Нср.<500 м; V — равнинные значительно заболоченные реки.



(28—32 мм/22,5°), а для равнинных значительно заболоченных рек — 0,6 л/сек. км², 22,5° (19—20 мм/22,5°). Они, очевидно, не зависят от высотного положения бассейна.

В то время как предельное расхождение норм стока в двух высотных зонах (при одной и той же ориентации долин), вероятно, не выходит за 3 л/сек. км² (90—95 мм), в пределах одной высотной зоны нормы стока в зависимости от ориентации долин изменяются на 4,5—8,0 л/сек. км² (155—275 мм).

В соответствии с изложенным имеются основания рекомендовать новый способ расчетов норм осадков и стока.

На кальку в полярных координатах (рис. 5а и 5б) наносятся линии связи $X_0 = f_1$ (A, H) и $M_0 = f_2$ (A, H ср.). Для определения же характеристик калька накладывается полюсом на расчетный створ и ориентируется по меридиану. В зависимости от района и высотной зоны, в которой расположен водосбор, по соответствующим линиям связи снимается отсчет. Для отдельных пунктов нормы осадков определяются в соответствии с ориентацией долины, в которой они расположены.

В случаях, когда гидрографическая сеть сильно разветвлена и ориентация долины изменяется по длине, расчетный водосбор разбивается на части с примерно одинаковой ориентацией долин. Для каждой из этих частей норма стока определяется по предлагаемой зависимости. В целом же для расчетного бассейна норма стока определяется как средне-взвешенное из частных значений.

Приведем пример определения нормы стока для р. Зеи у Зейских Ворот. Расчетный бассейн разбивается на пять частных водосборов, характеристики которых (и дальнейшие расчеты) приведены в таблице 5.

Таблица 5

Расчеты нормы стока р. Зеи в створе Зейских Ворот с учетом удаленности от моря (III район), ориентации долин и высоты местности

	Частные водосборы	Высотные зоны	Площадь водосбора (тыс. км²)	Ориентация долин, азимутные интервалы	Модуль стока (л/сек км²)
1.	Бассейн р. Гилюй	св. 500 м	20,0		8,3
		до 500 м	2,0	14—15	5,5
2.	Междуречье от западного водораздела р. Урнаха до восточного водораздела р. Кулури	св. 500 м	30,0		13
		до 500 м	3,0	16—1	10

	Частные водосборы	Высотные зоны	Площадь водосбора (тыс. км²)	Ориентация долин, азимутные интервалы	Модуль стока (л/сек км²)
3.	Бассейн р. Арги и прилегающая местность[1]	до 500 м	10,0	6—7	3,5
4.	Бассейны рр. Уркан, Тымна, Тунгильчин и др.	св. 500 м	10,0		7
		до 500 м	1,0	7—8	4
5.	Прочие водосборы, примыкающие к р. Зее	до 500 м	6,6	Различная	5
	Итого		82,6		8,95

Итак, по расчетам модуль стока р. Зеи в створе Зейских Ворот составляет 8,95 л/сек. км²; по данным же наблюдений за период с 1901 по 1955 г. — 8,4 л/сек. км². Расхождение результатов составляет всего лишь 6,6%. Отметим попутно, что и по другим створам на р. Зее: сс. Инарогда (то же, без бассейна р. Гилюй) и Бомнак (то же, без бассейнов рр. Гилюй, Уханa и ряда других) получаются удовлетворительные результаты. Так, для створа у Инарогды — 9,35 л/сек. км² против 8,6 л/сек. км² (расхождение на 8,6%), для створа у Бомнака — 9,5 л/сек. км² против 10,3 л/сек. км² (расхождение на 7,75%).

Как видно из вышеизложенного, проведение анализа фоновых факторов осадков и стока по годичным интервалам дает возможность не только качественно показать те или другие причинно-следственные связи, но и количественно оценить последние. Анализ фоновых факторов можно довести до разработки методики расчетов. Но рассмотренные фоновые факторы — общая атмосферная циркуляция и континентальность территории, определяют особенности режима не только осадков и стока. По-видимому, от них зависят и особенности других физико-географических явлений, таких, как распределение по территории климатических условий (температура воздуха, ветры и т. д.), растительного и почвенного покровов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вангенгейм Г. Я. Основы микроциркуляционного метода долгосрочных метеорологических прогнозов для Арктики. Тр. АНИИ, т. 34, 1952; 2. **Гарцман И. Н.** Весенний сток рек Приморья. Труды ДВ филиала СО АН СССР. сер. техн. т. 1. Магадан, 1958; 3. **Гарцман И. Н.** О влиянии континентальности территории на нормы осадков и стока. Тезисы докладов на сессии Ученого совета ДВНИИС.

[1] Наблюдается высокая заболоченность.

Владивосток, 1960. (Рукопись, фонды ДВНИИС); 4. **Германишвили В. Ш., Стоценко А. В. и Гернгросс С. В.** Гидрологический очерк рек Зеи и Буреи. Под редакцией **Н. Я. Подвинцевской.** Тр. ДВНИГМИ, вып. 4, 1958; 5. **Гирс А. А.** К вопросу об изучении общей циркуляции атмосферы. Известия АН СССР, сер. географ., 1955, № 4; 6. **Гирс А. А.** Преобразование форм атмосферной циркуляции и их анализ. Метеорология и гидрология. 1956, № 3; 7. **Гирс А. А.** Эпохальные преобразования форм атмосферной циркуляции и связанные с ними колебания уровня Каспийского моря. Известия АН СССР, сер. географ., 1957, № 1; 8. **Гирс А. А.** Особенности многолетних колебаний циркуляции атмосферы в отдельных месяцах года. Метеорология и гидрология, 1958, № 12; 9. **Клопова А. С.** Характеристика стока рек Шилки и Аргуни, сб. статей «Комплексное использование ресурсов истоков Амура и перспективы развития энергетики». Из-во АН СССР. М., 1959; 10. **Серпик Б. И.** Гидрологический очерк Южного Приморья Дальнего Востока. Гидрометеоиздат. Л., 1955; 11. **Чеботарев А. И.** Водные ресурсы Дальневосточного края. Тр. ГГИ, вып. 1, Л., 1947; 12. **Чжан Ю-ши и Фан Цин-шэн.** Влияние циркуляции атмосферы на цикл многоводного и маловодного периодов в бассейне р. Сунгари. Харбин, 1959.

О МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДАХ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ В АМУРСКОМ БАССЕЙНЕ

Е. Л. БОГДАНОВА,
кандидат технических наук

При решении проблемы комплексного освоения р. Амура важное значение имеет определение максимальных расходов, без чего невозможны обоснованные водохозяйственные и гидроэнергетические расчеты. Наибольшие расходы в бассейне Амура, как известно, связаны преимущественно с выпадением ливневых осадков, и поэтому им уделяется основное внимание в большинстве гидрологических работ. Но, как показывают исследования, в отдельные годы весеннее половодье может превышать наибольший летний паводковый горизонт дождевого происхождения. Поэтому определение максимальных расходов талых вод представляет не только теоретический, но и большой практический интерес.

Целью настоящей работы и явилось изучение условий формирования весенних максимальных половодий, установление их величины и зависимостей, дающих возможность производить расчет на отдельных реках бассейна при отсутствии достаточных гидрометрических наблюдений.

Расчет максимальных расходов воды по данным наблюдений. Наличие систематических многолетних или непродолжительных гидрологических наблюдений в расчетном створе позволяет вычислять вероятные максимальные расходы по кривой обеспеченности (биноминальная кривая распределения), довольно хорошо отвечающей распределению характеристик речного стока.

Расчет основных параметров кривой: среднего максимального расхода Q_{max} коэффициента вариации C_v и коэффициента асимметрии C_s до настоящего времени производился весьма сложным способом и не обеспечивал получение надежного коэффициента асимметрии даже при длительном ряде наблюдений (60 лет). В последнее время появился более простой

метод расчета, предложенный Г. А. Алексеевым и основанный на использовании трех основных точек эмпирической кривой обеспеченности: $Q_{5\%}$, $Q_{50\%}$ и $Q_{95\%}$.

Проведенное исследование подтвердило применимость этого метода, и он был использован в настоящей работе для расчета кривых обеспеченности по 91 пункту (приложение 1).

Полученные коэффициенты C_s наблюдаются в пределах от $1C_v$ до $4C_v$. Повышенные коэффициенты C_s, приближающиеся к $4C_v$, относятся в основном к рекам Приморья. Это, очевидно, связано с выпадением осадков в период формирования максимальных расходов весеннего половодья, что придает последним характер дождевых максимумов, для которых C_s близко к $4C_v$ (1).

Коэффициент вариации для рек амурского бассейна колеблется в широких пределах от 0,28 до 1,5, что свидетельствует о значительной изменчивости максимального весеннего стока, обусловленной изменчивостью выпадающих в зимний период осадков. C_v составляет: для Амура 0,30—0,55, для Шилки, Аргуни, Онона — 0,40—0,55, для Зеи и Буреи — 0,47—0,79. Реки Приморья характеризуются коэффициентом вариации 0,55—0,65. Коэффициенты вариации выше 1 наблюдаются, как правило, на реках, имеющих площадь водосбора менее 5 000 км^2.

При анализе зависимости коэффициента вариации от площади водосбора можно проследить уменьшение верхнего предела колебания C_v с увеличением площади водосбора. Для нижнего предела такая зависимость искажается. Рассмотрение изменения коэффициента вариации по длине реки для многих рек бассейна Амура показывает закономерное его уменьшение по мере приближения к устью.

Расчет максимальных расходов по формуле Д. Л. Соколовского. При недостаточности или отсутствии данных гидрометрических наблюдений расчет максимальных расходов производится по формулам. В настоящей работе использован метод, разработанный в 1937 г. Д. Л. Соколовским (7). Он основан на применении суммарного коэффициента, характеризующего максимальный сток весеннего половодья, определяемого на основании непосредственных наблюдений в данном районе. Уравнение для расчета максимального расхода половодья таково:

$$Q_{max} = AF^n SS^1,$$

где Q_{max} — максимальный расход в м^3/сек; A — параметр, определяющий максимальную интенсивность стока в точке S — озерность; S^1 — коэффициент, учитывающий лесистость водосбора. Показатель степени h при F учитывает редукцию максимального расхода на величину площади водосбора (9).

Поскольку параметр A учитывает не только интенсивность снеготаяния, но и другие физико-географические факторы, влияющие на интенсивность стока в данном бассейне, в том числе лесистость, заболоченность и озерность, то можно принять $SS^1 = 1$. В этом случае формула приобретает вид:

$$Q_{max} = AF^n$$

Параметр A может быть определен непосредственно по имеющимся максимальным расходам.

Для расчета максимальных расходов по приведенной формуле необходимо также вычислить коэффициент редукции h для бассейна Амура. На основании эмпирических данных такой коэффициент был рассчитан Д. Л. Соколовским для Европейской территории СССР и принят равным 0,75. При исчислении коэффициента редукции для бассейна Амура следует учитывать большую величину его площади и исключительное разнообразие физико-географических условий, поэтому оказалось целесообразным Амурский бассейн разделить на районы: бассейны Шилки и Аргуни, бассейн Зеи, бассейн Буреи, Средний Амур, Нижний Амур, верховья р. Уссури (бассейны Улахэ и Даубихэ), остальная часть бассейна Уссури, бассейн озера Ханка.

В целях установления величины h для указанных районов была построена графическая связь максимальных расходов воды с площадью водосбора в логарифмических координатах. При построении графиков использованы расходы 1 и 5% обеспеченности, полученные по кривым обеспеченности.

Рассчитанные коэффициенты редукции оказались в пределах от 0,55 до 1,00. Параметр A составляет от 0,004 до 2,13.

Проверка применимости полученных параметров была проведена по всем имеющимся пунктам с учетом расходов 1 и 5% обеспеченности. Расхождение максимальных расходов по районам, исчисленное обоими способами, составляет в среднем 15—20%.

Ход весеннего половодья на реках Амурского бассейна. Весеннее половодье в бассейне Амура начинается 25—28 апреля и оканчивается 15—20 мая. Исключение представляет Средне-Амурская и Зейско-Буреинская низменности, где оно проходит между 15—20 апреля и 10—15 мая. В Приморье весенний подъем начинается 25 марта — 5 апреля и оканчивается 25—28 апреля. В горных районах эти сроки несколько растягиваются. Как правило, подъем уровней начинается задолго до разрушения ледяного покрова. Продолжительность подъема меняется в зависимости от условий весны. В одних случаях вода поднимается довольно быстро в течение нескольких

дней, в других случаях весенний подъем затягивается до 15—20 дней. Максимальные расходы часто наступают в период прохождения ледовых образований. В связи с малоснежными зимами весеннее половодье на подавляющей части территории бассейна Амура не носит катастрофического характера, максимальные расходы весеннего периода обычно бывают намного ниже максимальных расходов, формируемых летне-осенними дождями. Обычно максимальные расходы весеннего половодья в бассейне Верхнего Амура в два—три раза меньше максимальных летних расходов, в бассейне Среднего и Нижнего Амура—в 3—5 раз и в Приморье — в 2—3 раза. На малых реках в отдельные годы максимальный летний подъем воды в 8—10 и даже 20 раз больше максимальных весенних расходов.

И в то же время, как правило, в ряде наблюдений за 10—15 лет встречается 1 год, когда максимальные расходы весеннего половодья превышают максимальные расходы летних паводков за тот же год. Такое явление можно наблюдать на многих реках. По целому же ряду рек наибольшие расходы отмечаются в период весеннего половодья гораздо чаще. Таково большинство рек Зейско-Буреинской низменности. На р. Завитая (п. Михайловка), например, девять лет из двадцати двух характеризуются превышением максимальных весенних расходов над максимальными летними. На р. Кульдур (п. Известковая) такое превышение наблюдается в пяти годах из 15 лет. Довольно часто максимальные расходы весеннего половодья бывают близки по своим величинам к максимальным расходам летних паводков (р. Шилка — п. Усть-Онон, р. Чита — п. Чита).

Из всех рассмотренных лет наблюдений наиболее многоводными годами были 1948, 1950, 1955 и 1956 гг. В эти годы наблюдались наибольшие максимальные расходы. Сравнение данных, собранных наблюдениями с максимальными расходами, полученных по теоретическим кривым обеспеченности, показало, что наивысшие из наблюдавшихся расходов всего лишь на 10—20% не достигали исчисленных максимальных расходов 1% обеспеченности.

Модули максимальных расходов 1 и 5% обеспеченности для р. Амура колеблются в довольно широких пределах. Для площадей менее 5 000 км^2 модули стока изменяются в пределах от 30 до 320 л/сек/км^2, для площадей от 5 до 100 тыс. км^2 от 10 до 50 л/сек./км^2. Таким образом, с увеличением площади бассейна модули максимальных расходов уменьшаются.

Наиболее высокие значения модулей относятся к верхней части бассейна р. Зеи и ее притоков Пикан, Ток, Деп, Брянта, Гилюй, где они колеблются в пределах от 100 до 300 л/сек./км^2.

Наиболее низкие значения модулей наблюдаются в южной части бассейна Верхнего Амура (рр. Онон, Борзя), где они составляют всего 8—10 л/сек./км^2.

Слой весеннего стока в бассейне Верхнего Амура колеблется от 2 до 20 мм; в бассейне Зеи и Буреи — от 5 до 55 мм; в бассейне Среднего Амура — от 2 до 20 мм; в бассейне Нижнего Амура — от 20 до 60 мм; в бассейне Уссури — от 10 до 35 мм.

Основные метеорологические и физико-географические условия формирования весеннего половодья. Во многих частях бассейна Амура таяние снега начинается еще до перехода среднесуточной температуры воздуха через 0°. Это означает, что здесь в начальный период большую роль в снеготаянии играет солнечная радиация (солярное снеготаяние). В дальнейшем процесс снеготаяния усиливается за счет теплообмена с воздухом. Часть снежного покрова сходит в результате испарения.

Большое влияние на формирование весеннего половодья оказывает гористость рельефа бассейна Амура. Гористый рельеф не только способствует неравномерности распределения зимних осадков по территории, но и замедляет процесс снеготаяния, растягивая весеннее половодье, а в отдельных случаях и вызывая вторую волну половодья. Такое явление хорошо прослеживается в районах Приморья, где вторая фаза весеннего половодья происходит за счет таяния снега в высокогорных районах. Скорости стекания воды в условиях гористого рельефа выше, чем на равнинных территориях, в связи с чем уменьшаются потери стока. И, наконец, горные районы характеризуются большими запасами снега по сравнению с равнинными районами. Очевидно этими обстоятельствами и объясняется то, что слой стока весеннего половодья для горных рек колеблется в пределах 20—30 мм, а для равнинных — лишь в пределах 15—20 мм.

Одним из важных факторов, оказывающих свое влияние на весеннее половодье является облесенность бассейна (4), замедляющая сход снежного покрова, усиливающая подземный сток, безусловно способствующая растягиванию весеннего половодья и уменьшению пика расходов.

В обратном направлении воздействует широкое распространение в бассейне Амура вечной мерзлоты, резко снижающей водопроницаемость почв и уменьшающей потери стока. Большая густота речной сети (0,20—0,80 км на 1 км^2) также способствует более быстрому сбросу талых вод даже в районах, отличающихся повышенной озерностью и заболоченностью (Нижний Амур). Об этом свидетельствуют сроки прохождения весенних половодий.

дней, в других случаях весенний подъем затягивается до 15—20 дней. Максимальные расходы часто наступают в период прохождения ледовых образований. В связи с малоснежными зимами весеннее половодье на подавляющей части территории бассейна Амура не носит катастрофического характера, максимальные расходы весеннего периода обычно бывают намного ниже максимальных расходов, формируемых летне-осенними дождями. Обычно максимальные расходы весеннего половодья в бассейне Верхнего Амура в два—три раза меньше максимальных летних расходов, в бассейне Среднего и Нижнего Амура—в 3—5 раз и в Приморье — в 2—3 раза. На малых реках в отдельные годы максимальный летний подъем воды в 8—10 и даже 20 раз больше максимальных весенних расходов.

И в то же время, как правило, в ряде наблюдений за 10—15 лет встречается 1 год, когда максимальные расходы весеннего половодья превышают максимальные расходы летних паводков за тот же год. Такое явление можно наблюдать на многих реках. По целому же ряду рек наибольшие расходы отмечаются в период весеннего половодья гораздо чаще. Таково большинство рек Зейско-Буреинской низменности. На р. Завитая (п. Михайловка), например, девять лет из двадцати двух характеризуются превышением максимальных весенних расходов над максимальными летними. На р. Кульдур (п. Известковая) такое превышение наблюдается в пяти годах из 15 лет. Довольно часто максимальные расходы весеннего половодья бывают близки по своим величинам к максимальным расходам летних паводков (р. Шилка — п. Усть-Онон, р. Чита — п. Чита).

Из всех рассмотренных лет наблюдений наиболее многоводными годами были 1948, 1950, 1955 и 1956 гг. В эти годы наблюдались наибольшие максимальные расходы. Сравнение данных, собранных наблюдениями с максимальными расходами, полученных по теоретическим кривым обеспеченности, показало, что наивысшие из наблюдавшихся расходов всего лишь на 10—20% не достигали исчисленных максимальных расходов 1% обеспеченности.

Модули максимальных расходов 1 и 5% обеспеченности для р. Амура колеблются в довольно широких пределах. Для площадей менее 5 000 км^2 модули стока изменяются в пределах от 30 до 320 л/сек/км^2, для площадей от 5 до 100 тыс. км^2 от 10 до 50 л/сек./км^2. Таким образом, с увеличением площади бассейна модули максимальных расходов уменьшаются.

Наиболее высокие значения модулей относятся к верхней части бассейна р. Зеи и ее притоков Пикан, Ток, Деп, Брянта, Гилюй, где они колеблются в пределах от 100 до 300 л/сек./км^2.

Наиболее низкие значения модулей наблюдаются в южной части бассейна Верхнего Амура (рр. Онон, Борзя), где они составляют всего 8—10 л/сек./км^2.

Слой весеннего стока в бассейне Верхнего Амура колеблется от 2 до 20 мм; в бассейне Зеи и Буреи — от 5 до 55 мм; в бассейне Среднего Амура — от 2 до 20 мм; в бассейне Нижнего Амура — от 20 до 60 мм; в бассейне Уссури — от 10 до 35 мм.

Основные метеорологические и физико-географические условия формирования весеннего половодья. Во многих частях бассейна Амура таяние снега начинается еще до перехода среднесуточной температуры воздуха через 0°. Это означает, что здесь в начальный период большую роль в снеготаянии играет солнечная радиация (солярное снеготаяние). В дальнейшем процесс снеготаяния усиливается за счет теплообмена с воздухом. Часть снежного покрова сходит в результате испарения.

Большое влияние на формирование весеннего половодья оказывает гористость рельефа бассейна Амура. Гористый рельеф не только способствует неравномерности распределения зимних осадков по территории, но и замедляет процесс снеготаяния, растягивая весеннее половодье, а в отдельных случаях и вызывая вторую волну половодья. Такое явление хорошо прослеживается в районах Приморья, где вторая фаза весеннего половодья происходит за счет таяния снега в высокогорных районах. Скорости стекания воды в условиях гористого рельефа выше, чем на равнинных территориях, в связи с чем уменьшаются потери стока. И, наконец, горные районы характеризуются большими запасами снега по сравнению с равнинными районами. Очевидно этими обстоятельствами и объясняется то, что слой стока весеннего половодья для горных рек колеблется в пределах 20—30 мм, а для равнинных — лишь в пределах 15—20 мм.

Одним из важных факторов, оказывающих свое влияние на весеннее половодье является облесенность бассейна (4), замедляющая сход снежного покрова, усиливающая подземный сток, безусловно способствующая растягиванию весеннего половодья и уменьшению пика расходов.

В обратном направлении воздействует широкое распространение в бассейне Амура вечной мерзлоты, резко снижающей водопроницаемость почв и уменьшающей потери стока. Большая густота речной сети (0,20—0,80 км на 1 км^2) также способствует более быстрому сбросу талых вод даже в районах, отличающихся повышенной озерностью и заболоченностью (Нижний Амур). Об этом свидетельствуют сроки прохождения весенних половодий.

В период таяния снега происходят потери на испарение, инфильтрацию и поверхностное задержание. Часть этих потерь в дальнейшем возвращается в виде подземного стока, другая безвозвратно теряется. Влияние потерь сглаживает воздействие факторов (гористость рельефа, вечная мерзлота, густая речная сеть), которые должны бы были обеспечить значительный коэффициент стока. В среднем по бассейну коэффициент весеннего стока колеблется в пределах от 0,5 до 0,75. По ряду районов, как показывают произведенные подсчеты, в отдельные годы он оказывается довольно низким и падает до 0,10—0,20. (Нора — у р. Эльга, 1952 г.; Архара — п. Аркадьевка — 1945 г.; Чита — п. Чита — 1951 г.). Наиболее вероятным объяснением этих факторов являются большие потери снега, связанные с его испарением.

Общие потери талых вод в бассейне Верхнего Амура составляют 10 — 20 мм, в бассейнах Зеи, Буреи и Среднего Амура — 15—30 мм, в бассейне Уссури — 10—15 мм.

Весеннее половодье в бассейне Амура довольно часто сопровождается выпадением дождей, поэтому весьма трудно выделить такие годы, когда гидрограф весеннего половодья напоминал бы стройные одновершинные гидрографы рек Европейской территории Советского Союза. Большей частью на спаде половодья возникают добавочные пики, образующиеся за счет выпадающих осадков. Что же касается той части Амурского бассейна, что входит в Приморский край, то там пик весеннего половодья формируется совместно за счет талых и дождевых вод.

ВЫВОДЫ

1. Максимальные расходы весеннего половодья на реках Амурского бассейна в отдельные годы превышают максимальные расходы летне-осенних паводков.
2. Коэффициент вариации максимальных расходов весеннего половодья колеблется в широких пределах (от 0,3 до 1,5).
3. На формирование весеннего стока в бассейне р. Амур оказывают влияние испарение снега, гористый рельеф, значительная лесистость и наличие вечной мерзлоты.
4. Коэффициент весеннего стока в бассейне Амура в среднем составляет 0,5—0,7.
5. Весеннее половодье в бассейне Амура часто сопровождается выпаданием осадков, сток которых накладывается на половодье и даст дополнительные пики.
6. Максимальные расходы весеннего половодья на большей части бассейна Амура определяются максимальными снегозапасами. Исключение составляет район Приморья, где максимальные расходы формируются с участием дождей.

Приложение 1

ТАБЛИЦА ОБЕСПЕЧЕННОСТЕЙ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ

Река—пункт	Число лет набл.	Площадь бассейна	Средний сток в половодье ($м^3$/сек)	C_v	C_s	Обеспеченность 1 %	Обеспеченность 5 %
1	2	3	4	5	6	7	8
Амур — Покровка	59	371 000	3 330	0,55	1,5	8 650	6 700
Амур — Хабаровск	61	1 620 000	10 081	0,34	2	19 800	16 320
Амур — Комсомольск	25	1 720 000	17 605	0,285	2	31 500	26 750
Шилка — Усть-Онон	17	130 000	621	0,43	2	1 400	1 115
Шилка — Сретенск	52	172 000	981	0,49	2	2 430	1 880
Шилка — Часовая	57	197 000	1 168	0,636	2	3 530	2 590
Аргунь —	19	102 000	226	0,66	4	750	518
Ново-Цурухайтуй	19	153 000	695	0,42	2	1 550	1 235
Аргунь — Урюпино	20	6 130	169	0,46	2	400	314
Ингода — Дешулан	20	125 000	230	0,58	2	647	484
Ингода — Улеты	20	22 000	280	0,56	1,5	736	570
Ингода — Атамановка	40	37 000	438	0,502	2	1 100	870
Ингода — Красноярово	15	575	3,9	0,83	2	14,9	10,3
Никишка — Атамановка	10	4 240	23	1,13	2	120	76
Чита — Чита	19						

1	2	3	4	5	6	7	8
Онон — Бытэв	18	44 800	226	0,42	2	503	402
Борзя — Борзя	19	4 110	8,8	0,86	2	34,9	23,6
Борзя — Нерчинск	17	26 400	193	0,93	2	776	515
Куэнга — Верхняя Куэнга	10	6 090	18,6	1,22	2	77	47,5
Черная — Верхний Оморой	14	12 100	89	0,61	2	257	192
Верхняя Луббия — Часовая	20	198	7,7	0,51	2	19,6	15,1
Берея — Саскаль	13	1 380	22,2	0,60	2	64,4	47,7
Зея — Бомнак	24	29 200	862	0,713	2	2 870	2 070
Зея — Инарогда	24	59 800	2 115	0,47	2,5	5 250	3 980
Зея — Зейские Ворота	21	82 600	2 778	0,56	2	7 600	5 750
Зея — Малая Сазанка	16	209 000	4 488	0,61		11 950	9 400
Ток — Николаевский	21	3 960	254	0,88	3,5	840	515
Арга — у р. Амкан	15	5 050	213	0,68		618	475
Брянта — Брянта	20	14 570	528	0,62	2	1 570	1 145
Гилюй — у перевоза	21	20 400	973	0,65		2 720	2 120
Гилюй — з. Седуновка	10	21 500	949	0,605	2	2 740	2 040
Тында — Тында	14	4 510	207	0,72	2	700	496
Пикан — Пикан	14	269	6,6	1,51	2	32,8	18,4
Деп — Рычково	20	7 200	344	1,21	2	1 950	1 170
Уркан — (Л. Уркан) — 19 км от устья	18	3 300	114	0,68	2	360	264
Уркан (пр. Уркан) — Заречное	21	15 300	433	0.89	2	1 775	1 190
Нора — у р. Эльга	16	11 000	449	0,81	2	1 685	1 165
Селемджа — Норский склад	40	47 200	1 451	0,56	2	4 000	3 000
Селемджа — Усть-Умна	17	68 400	1 622	0,76	2	5 750	4 030

1	2	3	4	5	6	7	8
Будунда — Ивановка	15	2 580	14,4	1,11	2	74	46,5
Гильчин — Гильчин	12	717	4,6	1,02	2	21,6	14,0
Завитая — Михайловка	22	2 140	52,7	0,83	2	202	139
Половинка — Болдыревка	10	332	14,5	1,31	2	88,2	52,6
Бурея — Усть-Ниман	18	25 700	1 312	0,77		4 710	3 300
Бурея — Гоголевский ключ	21	38 900	1 612	0,79	2	6 930	4 120
Бурея — Каменка	21	67 400	2 244	0,56	2	6 160	4 640
Туюн — в 3 км от устья	10	2 800	245	0,78	2	890	620
Тырма — Аланап	12	9 150	395	0,85	1,5	1 470	1 030
Тырма — в 19 км от устья	22	15 070	620	0,585	2	1 770	1 340
Долдыкан — карьер	10	182	2,7	0,93	2	11,6	7,7
Архара — Аркадьевка	19	8 160	197	0,82	2	750	515
Биджан — Биджан	26	5 530	101	0,66	2	316	229
М. Бира — Бирушка	15	760	16,4	0,61	4	54,5	36,4
Б. Бира — Биракан	23	2 970	124	0,72	2	418	298
Б. Бира — Биробиджан	21	7 870	178	0,64	2	543	398
Кульдур — Известковая	15	1 570	46,5	0,92	2	197	132
Икура — Биробиджан	10	137	0,81	0,81	3	10,9	7,05
Уссури — Степановский	28	21 700	522	0,71		1 570	1 195
Даубихэ — Н. Гордеевка	18	2 750	100	0,75	2	350	246
Даубихэ — Яковлевка	13	5 210	188	0,60	2	545	405
Табахеза — Табахеза	17	830	18,8	0,6	2	54	41
Улахэ — Чугуевка	21	3 960	97,0	0,61	2	288	212
Лифудзин — Верхн. Лужки	10	394	9	0,47	2	21,6	16,9
Лифудзин — Павловка	17	2 400	80	0,65	2	247	180
Перевальная — Верхн. Лужки	10	101	2,94	0,72	2	9,62	7,05

Спасовка — Дубовское	11	259					
Молоканка — Рубиновка	9	233					
Лефу — Халкидон	17	3 980					
Сантахеза — Гайворон	18	1 600					
Шетуха — Крыловка	9	1 040					
Вак — Ракитное	34	5 430					
Тудо-Вак — Костюково	29	2 740					
Сандо-Вак — Ясная поляна	27	2 130					
Кедровка — Рождественка	11	179					
Иман — Картун	32	18 500					
Иман — Гоголевка	28	22 700					
Тайдзибо — Сибичи	24	2 740					
Бейцухэ — Покровка	16	1 910					
Бикин — Звеньевая	21	21 400					
Хор — Ново-Хорье	28	24 300					
Подхоренок — Петраковка	22	1 940					
Кия — Могилевка	11	863					
Б. Дарги — Голубичное	19	1 160					
Тунгуска — Арханге́ловка	29	29 400					
Урми — Кукан	20	10 600					
Кур — у р. Синка	19	11 400					
Горин — Таланда	15	20 300					
Хунгари — Дальпромстрой	17	11 600					
Амгунь — п. Осипенко	22	19 900					
Амгунь — Гуга	15	41 000					
Гугинка — Гуга	10	54,2					
Немилен — Тимченко	10	11 700					

	13,6	0,65	2	42		30,6	
	5,3	0,88	2	21,5		14,5	
	62	0,63	2	186		137	
	48	0,77	2	173		121	
	45,8	0,80		152		113	
	205	0,62	2	610		450	
	104	0,42		219		181	
	82	0,57	2	227		170	
	5,5	0,51	2	14,2		10,9	
	540	0,88	3,5	1 780		1 110	
	740	1,0	3	3 700		2 230	
	143	0,65	4	503		332	
	74	0,56	2	202		153	
	551	0,56	2	1 510		1 135	
	775	0,74	2	2 680		1 890	
	68,4	0,51	2	174		134	
	25	0,73	2	85,5		60,5	
	23	0,97	2	103		67,3	
	433	0,515	2	1 100		850	
	184	0,75	2	645		453	
	236	0,77	2	847		592	
	563	0,53	2	1 480		1 130	
	345	0,45	2	805		635	
	716	0,75	2	2 930		1 710	
	959	0,78	2	3 480		2 420	
	1,79	1,12	2	9,3		5,86	
	206	0,89	2	670		482	

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алексеев Г. А.** Расчеты паводочного стока рек СССР. Гидрометеоиздат, 1955; 2. **Алексеев Г. А.** Определение коэффициента полного стока от выпавших осадков по гидрографу в замыкающем створе. Метеорология и Гидрология, № 3, 1958; 3. **Воскресенский К. П.** Водные ресурсы рек центральных и черноземных областей. Тр. ГГИ вып. 12. Гидрометеоиздат, 1948; 4. **Комаров В. Д.** О факторах весеннего стока лесной зоны ЕТС. Тр. ЦИП, Вып. 75. Гидрометеоиздат, 1958; 5. **Комаров В. Д.** Основные закономерности распределения коэффициентов стока снегового половодья и потерь талых вод в период таяния на ЕТС. Метеорология и Гидрология, № 4, 1958; 6. **Паршин В. Н.** Точность учета снегозапасов в бассейне и ее влияние на точность прогноза объема половодья. Тр. ЦИП, вып. 30 (57). Гидрометеоиздат, 1953; 7. **Соколовский Д. Л.** Речной сток. Гидрометеоиздат, 1952; 8. **Стоценко А. В.** Климатический очерк рек бассейнов Зеи и Буреи. Изд. Акад. наук СССР, 1959; 9. **Чеботарев А. И.** Водные ресурсы рек ДВК. Тр. ГГИ. Гидрометеоиздат, 1947; 10. **Гидрологический очерк бассейнов Зеи и Буреи.** Тр. ДВНИГМИ; 11. **Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель.** 1. Акмолинская область. Гидрометеоиздат, 1958; 12. **Материалы по режиму рек СССР;** 13. **Климатологический справочник.** Вып. 26. Гидрометеоиздат, 1958.

ВЕРТИКАЛЬНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ РЕК ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

М. Я. ПРЫТКОВА,
кандидат технических наук

Гидрометрические наблюдения, выполняемые сетью Гидрометеорологической службы, освещают режим взвешенных наносов на реках юга Дальнего Востока с диапазоном площадей водосборов от 500 до 1 720 000 км². Продолжительность периода наблюдений колеблется на отдельных станциях от одного года до девятнадцати лет.

Для оценки стока взвешенных наносов за многолетний период выполнено приведение коротких рядов наблюдений за наносами[1] к 31-летнему ряду (1928—1958 гг.). Приведение производилось по графикам связи между годовым расходом воды Q и годовым расходом наносов R (рис.1). По таким пунктам, как р. Лефу — с. Халкидон и р. Ингода — с. Атамановка, определить норму стока взвешенных наносов не представилось возможным из-за большого разброса точек на поле координат.

Данные о стоке взвешенных наносов, осредненные за период наблюдений и за многолетний период (1928—1958 гг.) приведены в таблице 1. В той же таблице показаны значения мутности рек ρ и модуля стока взвешенных наносов М. Средняя мутность рек, рассматриваемой территории, невелика и, как правило, не превышает 100 г/м³.

Модуль стока взвешенных наносов на реках рассматриваемой территории изменяется от 3 т/км² до 23 т/км² в год. Значение ежегодного смыва наносов на юге Дальнего Востока несколько ниже, чем на большинстве равнинных рек Европей-

[1] Они указаны в статье автора «Проблема стока наносов в свете изучения русловых деформаций на реках юга Дальнего Востока», опубликованной в «Амурском сборнике» I, 1959, стр 36—37.

ской территории СССР. В условиях Амурского бассейна с его сильно расчлененным рельефом, большими поверхностными уклонами, малые значения модуля стока наносов рек определяются значительной облесенностью водосборов.

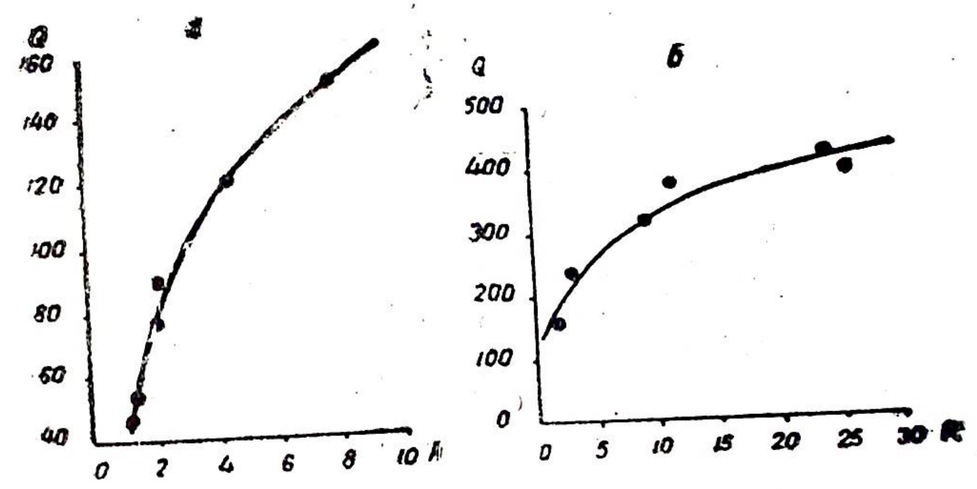


Рис. 1. Графики зависимости среднего годового расхода наносов R (кг/сек) от среднего годового расхода воды Q (м³/сек).
а) р. Нерча — г. Нерчинск; б) р. Зея — с. Бомнак.

На основе прямой зависимости, существующей между модулем стока взвешенных наносов М и модулем стока воды

$$M = 0{,}032 m \rho_0 \quad (т/км^2),$$

где: m — средний годовой модуль стока воды (л/сек. км²), ρ_0 — средняя годовая мутность реки (г/м³), следует ожидать существования зависимости между модулем стока наносов и средневзвешенной высотой бассейна для отдельных районов с одинаковыми условиями.

По материалам таблицы 1 построены зависимости $M = f(H_{ср.})$, приведенные на рис. 2. Отклонение отдельных точек на графике вызывается неточностями в определении средней взвешенной высоты бассейна, а также возможными погрешностями в определении нормы стока воды и взвешенных наносов. Данные о средневзвешенных высотах водосборов и удлиненных рядах годового стока воды заимствованы в ДВНИГМИ.

Приведенные на рис. 2 графики показывают, что модуль стока взвешенных наносов увеличивается с ростом средней высоты водосбора. Этому способствуют увеличивающиеся с высотой местности осадки, модули стока воды, крутизна склонов. Названные факторы оказывают, по-видимому, решающее влияние в распределении модулей стока взвешенных наносов на

Таблица 1

Река, пункт	Площадь водосбора (км²)	Средняя высота бассейна над ур. м. (м)	Период наблюдения за наносами	Средние за период наблюдений: расход воды (м³/сек)	расход наносов (кг сек)	мутность воды (г/м³)	Средние за период 1928—1958 гг.: расход воды (м³/сек.)	расход наносов (кг/сек.)	мутность воды (г/м³)	модуль наносов (т/км² год)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Амур — г. Хабаровск	1 620 000	568	1941, 50—53, 56—58	8 920	816	91,6	8 130	544	66,8	10,7
2 Амур — г. Комсомольск	1 720 000	549	1940, 41, 51, 58	10 400	585	56,2	—	—	—	—
3 Шилка — х. Часовая	197 000	976	1940—42, 50—58	496	33,3	67,2	516	37,6	72,7	6,0
4 Ингода — с. Атамановка	22 000	1029	1940, 50—58	79,0	5,79	73,2	—	—	—	—
5 Чита — г. Чита	4 240	896	1951—58	7,14	0,24	33,7	8,77	0,42	47,9	3,1
6 Онон — с. Бытэв	44 800	1300	1952—58	125	8,20	65,5	104	6,83	65,6	4,8
7 Нерча — г. Нерчинск	26 400	899	1952, 53, 55—58	89,0	3,13	35,1	87,3	2,95	33,7	3,5
8 Амазар — г. Мочога	1 020	—	1958	10,8	0,67	62,0	—	—	—	—
9 Зея — с. Бомнак	29 200	791	1942, 43, 51—55	313	12,6	40,3	317	13,7	43,2	14,8
10 Зея — с. Инарогда	59 800	660	1942, 43	504	12,8	25,4	—	—	—	—
11 Зея—ур. Зейские Ворота	82 600	639	1942, 43, 48, 50—58	822	34,9	42,5	771	31,0	40,2	11,8
12 Зея — пос. Юбилейный	104 200	—	1955—57	1 210	55,8	46,1	—	—	—	—
13 Зея — с. Громатуха	128 000	—	1955—58	1 430	63,9	44,6	—	—	—	—
14 Зея — с. Малая Сазанка	209 000	515	1950—58	1 990	83,8	42,0	1 780	65,6	36,9	9,9
15 Зея — с. Белогорье	229 000	—	1956—58	2 335	205	87,7	—	—	—	—
16 Селемджа — с. Усть-Норск	47 200	579	1940, 45, 50	418	17,8	41,6	—	—	—	—
17 Бурея — с. Гоголевский Ключ	38 900	861	1951—58	576	20,6	35,7	555	18,8	33,9	15,2
18 Бурея — с. Каменка	67 400	718	1940, 41, 53, 54, 56—58	870	24,3	27,9	885	26,0	29,4	12,1
19 Б. Бира — г. Биробиджан	7 870	438	1952—58	106	0,97	9,2	102	0,86	8,4	3,4
20 **Уссури — х. Степановский**	21 700	363	1942, 48, 50—52	176	5,68	32,3	—	—	—	—
21 Уссури — п. Кировский	23 900	344	1952—58	199	8,61	43,2	198	8,07	40,7	10,6
22 Улахэ — с. Чугуевка	3 960	550	1937, 41, 42, 51—58	35,1	1,13	31,3	39,1	1,29	33,0	10,2
23 Тамга — с. Тамга	492	186	1948	5,34	0,13	24,3	—	—	—	—

1		2	3		5	6	7	8	9	10	11
24	Лефу — с. Халкидон	3 980	307	1942—44, 47—58	15,8	0,91	57,6	—	—	—	—
25	Иман — с. Картун	18 500	560	1942—58	218	4,31	19,8	222	4,80	21,6	8,1
26	Иман — с. Гоголевка	22 700	481	1947, 48	239	5,55	23,2	—	—	—	—
27	Вак — с. Ракитное	5 430	324	1937, 46—58	45	1,71	38,0	47,4	1,85	39,1	11,9
28	Хор — с. Новохорье	24 300	640	1955, 57, 58	371	6,49	17,5	—	—	—	—
29	Тунгуска — с. Архангеловка	29 400	465	1952—58	434	11,8	27,2	383	11,5	30,0	12,3
30	Хунгари — свх. Хунгари	4 600	640	1950	111	0,88	7,9	—	—	—	—
31	Горин — с. Таланда	20 300	396	1938—40	148	2,94	19,8	—	—	—	—
32	Амгунь — с. Гуга	41 000	647	1954—58	518	19,3	37,3	479	16,4	34,3	12,6
33	Аввакумовка — с. Ветка	1 740	334	1940—42, 47, 52—58	15,6	0,18	11,5	17,6	0,36	20,5	6,5
34	Цимухэ — с. Шкотово	706	351	1948	7,61	0,095	12,5	—	—	—	—
35	Майхэ — с. Майхэ	894	219	1940—49, 51—58	7,84	0,62	79,0	8,20	0,64	78,0	22,6
36	Суйфун — с. Тереховка	15 500	357	1940—42, 46—49, 51—58	67,9	8,83	130	75,6	10,0	182	20,6

рассматриваемой территории. В отдельных районах на общий характер зависимости M = f (H ср.) воздействуют такие местные факторы, как характер почвы, степень сельскохозяйственного освоения территории, наличие вечной мерзлоты, заболоченности и т. д.

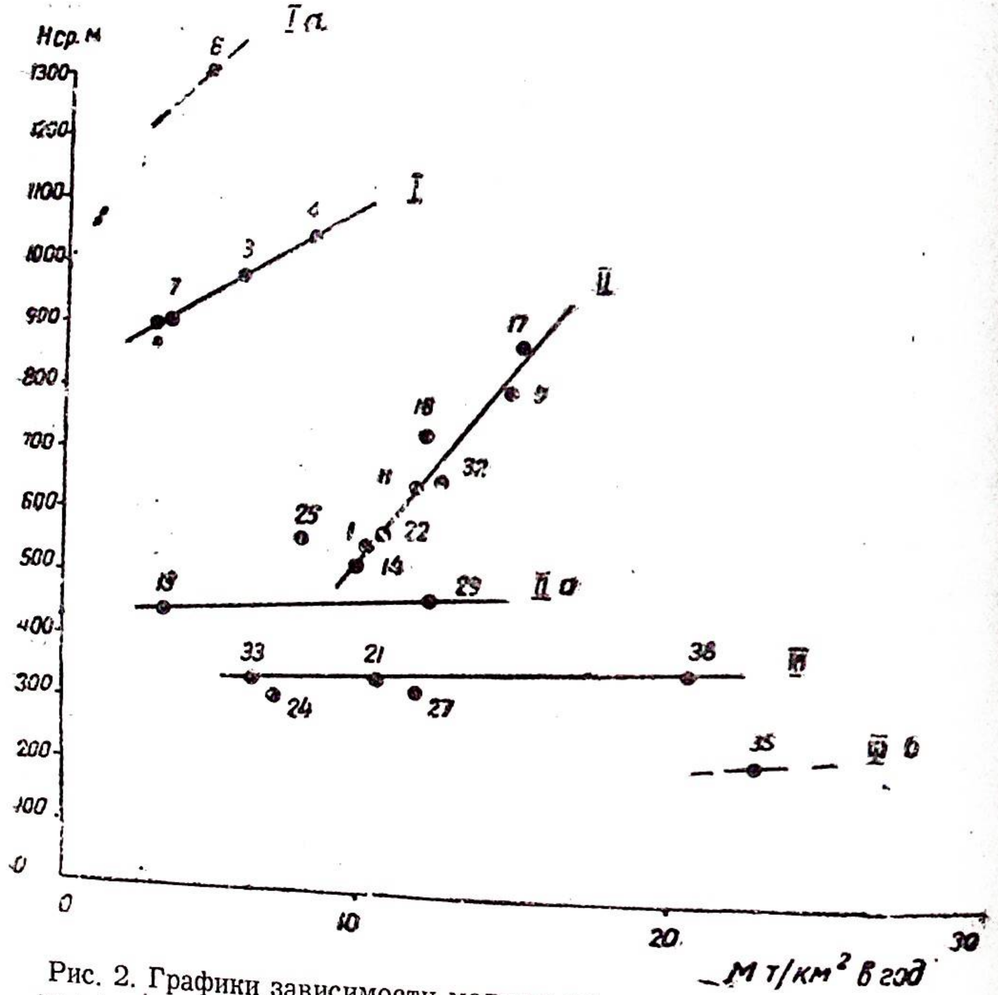


Рис. 2. Графики зависимости модуля стока взвешенных наносов M (т/км² в год) от средней высоты бассейна H ср. (м над ур. м.).

Номера точек соответствуют табл. 1.

На рассматриваемой территории, в первом приближении, можно выделить три района, характеризующиеся своими кривыми связи M = f (H ср.).

I район включает реки Забайкалья (Шилка, Ингода, Чита, Нерча). Модуль стока наносов этих рек колеблется от 3 до 9 т/км² в год. Реки I района протекают в зоне вечной мерзлоты с преобладанием таликов и характеризуются пониженными по сравнению с другими реками юга Дальнего Востока модулями стока воды (2—6 л/сек. км²). Основные почвы

этого района — горно-подзолистые, серые лесные, в южной части — каштановые и черноземные. Небольшой поверхностный сток воды, а также облесенность водосборов большинства рек этого района способствуют малому развитию процессов водной эрозии на водосборах. В особый подрайон Iа следует выделить реки южной части Забайкалья (р. Онон), которые протекают в засушливой степной зоне с небольшими модулями стока воды (2 л/сек. км²) и характеризуются малой величиной годового смыва наносов, что связано также с более устойчивым в отношении размыва характером черноземных и каштановых почв.

Из-за отсутствия достаточного количества пунктов наблюдений за наносами на территории Iа района установить характер зависимости модуля стока наносов от высоты бассейна не представляется возможным.

В Забайкалье наблюдается прямая зависимость между средней мутностью рек и средней высотой бассейна. На увеличение мутности рек с высотой основное влияние оказывают возрастающие уклоны поверхности, способствующие развитию процессов водной эрозии.

II район охватывает реки среднего и нижнего течения Амура. При большем количестве пунктов наблюдений за наносами в этом районе, по-видимому, можно было бы выделить ряд подрайонов. Реки района характеризуются повышенными по сравнению с реками Забайкалья модулями стока воды (4—10 л/сек. км²) и протекают на территории, покрытой лесом. В районе распространены дерново-подзолистые, серые лесные, горно-подзолистые и др. почвы. Верховья и средние течения рр. Зеи и Буреи находятся в зоне вечной мерзлоты с преобладанием таликов. Величина годового смыва наносов на реках этого района составляет 10—16 т/км². В особый подрайон IIа следует выделить реки, средние и нижние течения которых находятся на заболоченной Амурской низменности (Большая Бира, Тунгуска и др.). Они выделяются пониженными по сравнению с другими реками района модулями стока наносов (3—12 т/км²).

Реки среднего и нижнего течения Амура характеризуются увеличением мутности с высотой бассейна.

III район охватывает реки Приморского края, которые отличаются наиболее интенсивным изменением величины годового смыва наносов с высотой, по сравнению с другими реками юга Дальнего Востока. Модули стока взвешенных наносов составляют 6—23 т/км² в год и являются наибольшими на рассматриваемой территории. Этому способствуют большие модули стока воды (4—15 л/сек.) и отсутствие лесной раститель-

рассматриваемой территории. В отдельных районах на общий характер зависимости $M = f(H\,ср.)$ воздействуют такие местные факторы, как характер почвы, степень сельскохозяйственного освоения территории, наличие вечной мерзлоты, заболоченности и т. д.

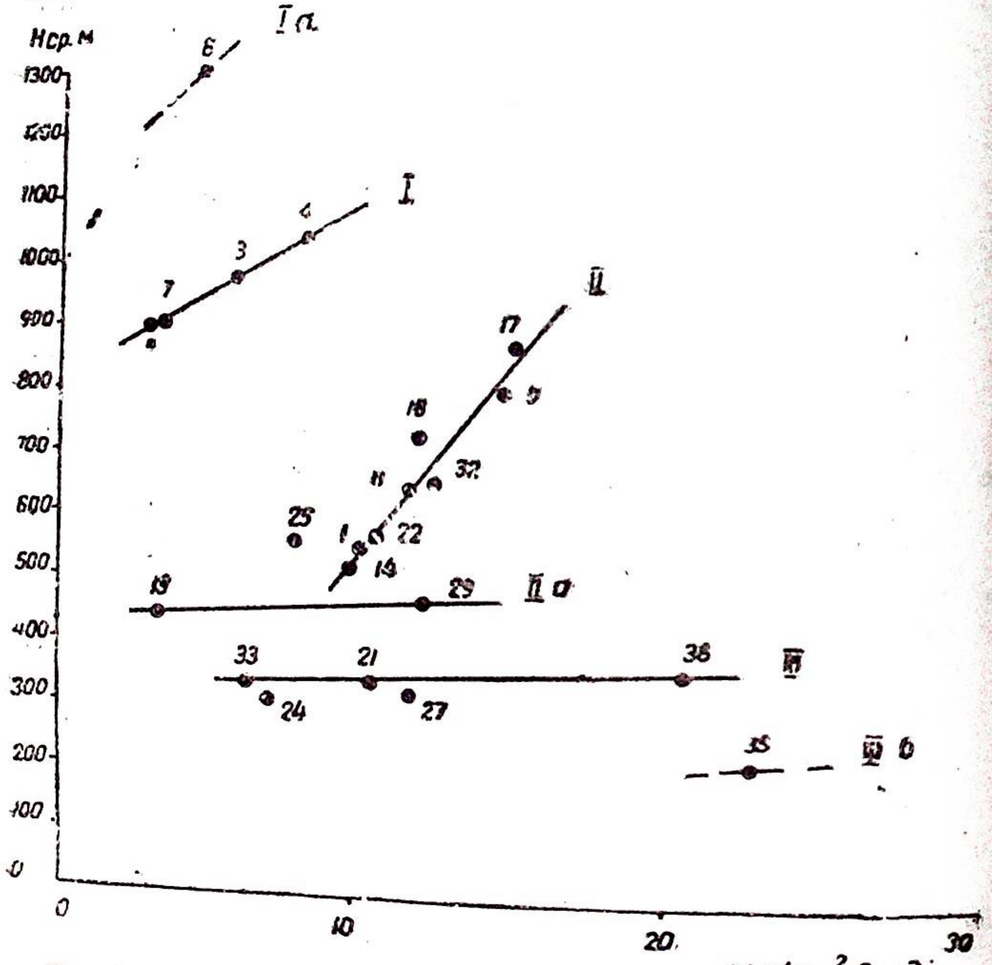


Рис. 2. Графики зависимости модуля стока взвешенных наносов M (т/км² в год) от средней высоты бассейна H ср. (м над ур. м.).

Номера точек соответствуют табл. 1.

На рассматриваемой территории, в первом приближении, можно выделить три района, характеризующиеся своими кривыми связи $M = f(H\,ср.)$.

I район включает реки Забайкалья (Шилка, Ингода, Чита, Нерча). Модуль стока наносов этих рек колеблется от 3 до 9 т/км² в год. Реки I района протекают в зоне вечной мерзлоты с преобладанием таликов и характеризуются пониженными по сравнению с другими реками юга Дальнего Востока модулями стока воды (2—6 л/сек. км²). Основные почвы

этого района — горно-подзолистые, серые лесные, в южной части — каштановые и черноземные. Небольшой поверхностный сток воды, а также облесенность водосборов большинства рек этого района способствуют малому развитию процессов водной эрозии на водосборах. В особый подрайон Ia следует выделить реки южной части Забайкалья (р. Онон), которые протекают в засушливой степной зоне с небольшими модулями стока воды (2 л/сек. км²) и характеризуются малой величиной годового смыва наносов, что связано также с более устойчивым в отношении размыва характером черноземных и каштановых почв.

Из-за отсутствия достаточного количества пунктов наблюдений за наносами на территории Ia района установить характер зависимости модуля стока наносов от высоты бассейна не представляется возможным.

В Забайкалье наблюдается прямая зависимость между средней мутностью рек и средней высотой бассейна. На увеличение мутности рек с высотой основное влияние оказывают возрастающие уклоны поверхности, способствующие развитию процессов водной эрозии.

II район охватывает реки среднего и нижнего течения Амура. При большем количестве пунктов наблюдений за наносами в этом районе, по-видимому, можно было бы выделить ряд подрайонов. Реки района характеризуются повышенными по сравнению с реками Забайкалья модулями стока воды (4—10 л/сек. км²) и протекают на территории, покрытой лесом. В районе распространены дерново-подзолистые, серые лесные, горно-подзолистые и др. почвы. Верховья и средние течения рр. Зеи и Буреи находятся в зоне вечной мерзлоты с преобладанием таликов. Величина годового смыва наносов на реках этого района составляет 10—16 т/км². В особый подрайон IIa следует выделить реки, средние и нижние течения которых находятся на заболоченной Амурской низменности (Большая Бира, Тунгуска и др.). Они выделяются пониженными по сравнению с другими реками района модулями стока наносов (3—12 т/км²).

Реки среднего и нижнего течения Амура характеризуются увеличением мутности с высотой бассейна.

III район охватывает реки Приморского края, которые отличаются наиболее интенсивным изменением величины годового смыва наносов с высотой, по сравнению с другими реками юга Дальнего Востока. Модули стока взвешенных наносов составляют 6—23 т/км² в год и являются наибольшими на рассматриваемой территории. Этому способствуют большие модули стока воды (4—15 л/сек.) и отсутствие лесной расти-

ности на водосборе некоторых рек (р. Суйфун). Основные почвы района: горно-подзолистые, занимающие горно-лесную область, буроземы горных лесов — на побережье Японского моря, луговые и дерново-подзолистые почвы — на равнинах и в предгорьях.

В особый подрайон IIIа следует выделить верховья рр. Имана, Улахэ, расположенные в зоне с островной вечной мерзлотой и характеризующиеся высокими модулями стока воды (10—15 л/сек.). Несмотря на большой поверхностный сток воды, величина годового смыва наносов на этих реках невелика и составляет 8—10 т/км^2 в год, что в значительной степени связано со сплошной облесенностью водосборов этих рек и уменьшением глубинной эрозии в условиях отдельных участков вечной мерзлоты. По условиям формирования стока наносов реки подрайона схожи с реками II района (точка 22, 25 на рис. 2).

Из-за отсутствия данных о взвешенных наносах на южных реках Приморского края не представляется возможным установить характер зависимости M = f (H ср.). Однако наблюдения на р. Майхэ показывают, что реки юга Приморского края, по-видимому, составят особый подрайон IIIб, характеризующийся повышенными значениями годового смыва наносов. Это связано с большой интенсивностью ливневых осадков, приносимых южными и юго-западными циклонами, а также значительным сельскохозяйственным освоением долин.

На реках Приморского края средняя мутность с высотой уменьшается, что объясняется увеличением при движении вверх увлажненности почвы, облесенности водосборов и уменьшением сельскохозяйственного использования территории.

Картированию модуля стока взвешенных наносов и средней мутности рек на территории юга Дальнего Востока посвящены ряд работ (3, 5), опирающихся на данные наблюдений по 1953 г. включительно. В настоящей работе использованы материалы по стоку взвешенных наносов включительно по 1958 г., в связи с чем сведения о стоке наносов, ранее опубликованные в гидрологической литературе, существенно уточняются. Использованы также полученные зависимости M = f (H ср.), позволившие при картировании величины годового смыва наносов на рассматриваемой территории учесть положение бассейна, чего не принималось во внимание при составлении карт в работах (3, 5).

В соответствии с названными условиями, нами составлена карта модуля стока взвешенных наносов рек юга Дальнего Востока, представленная на рис. 3. На ней выделено четыре

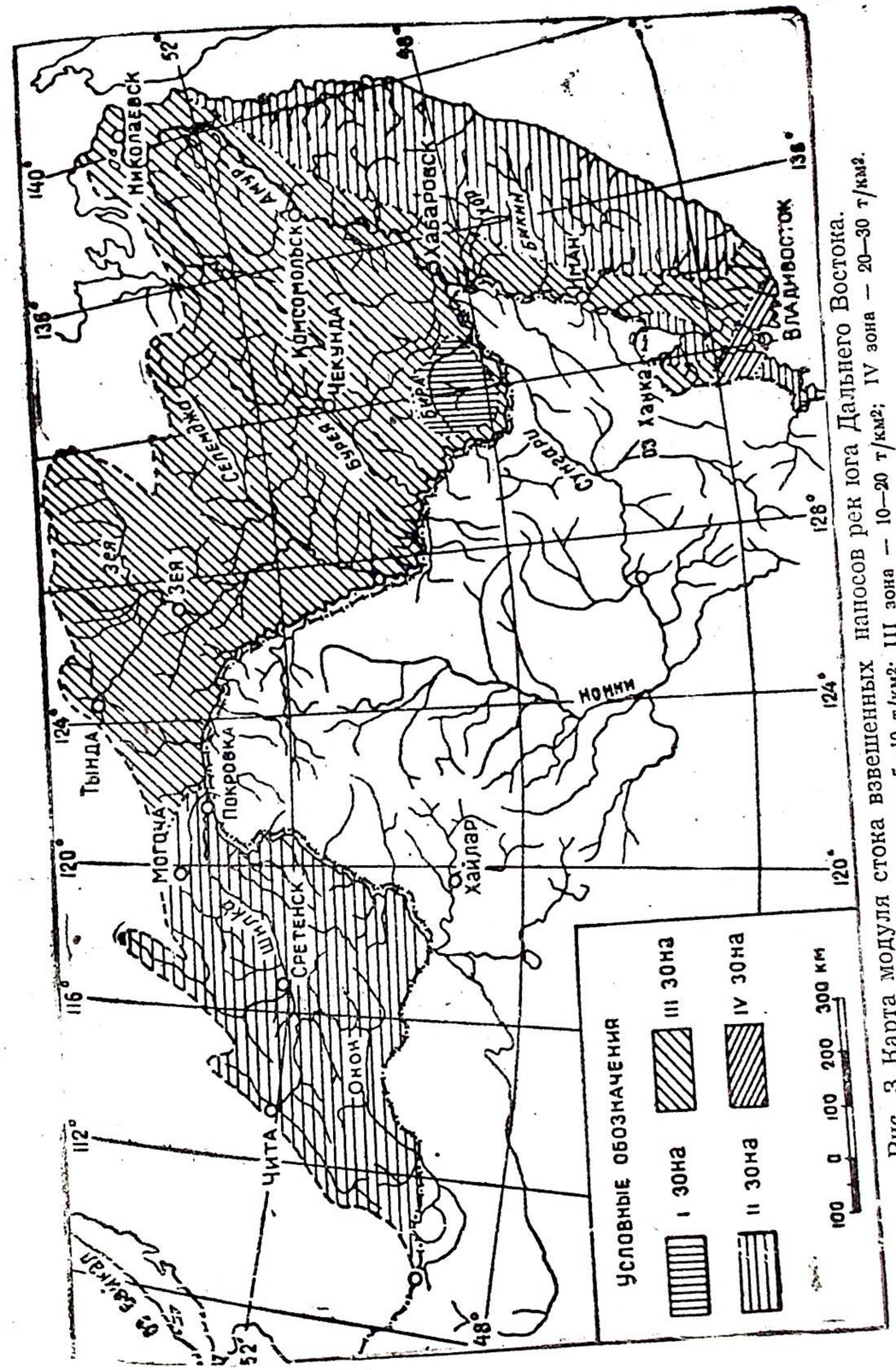


Рис. 3 Карта модуля стока взвешенных наносов рек юга Дальнего Востока.
I зона — <5 т/км^2; II зона — 5—10 т/км^2; III зона — 10—20 т/км^2; IV зона — 20—30 т/км^2.

зоны, каждая из которых характеризуется следующими значениями модуля стока взвешенных наносов:

I зона до 5 т/км² в год,
II зона — 5—10 т/км² в год,
III зона — 10—20 т/км² в год,
IV зона — 20—30 т/км² в год.

Распределение зон модуля стока взвешенных наносов в значительной мере совпадает с выделенными ранее районами и подрайонами, а также с картой эрозии пахотных земель юга Дальнего Востока, составленной А. В. Мизеровым (4).

Приведенная карта дает лишь общее представление об интенсивности процессов водной эрозии на рассматриваемой территории и может быть использована только для приближенной оценки стока взвешенных наносов неизученных рек. Более точно это можно сделать, пользуясь приведенными в работе графиками связи $M = f(H\ ср.)$.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Архангельский В. Л.** Некоторые особенности атмосферных процессов в районе Сихотэ-Алиня. Тр. ДВНИГМИ, вып. 2, ГИМИЗ, М. 1957; 2. **Иванов Г. И.** Почвы горных хвойно-широколиственных лесов южного Приморья. Комаровские чтения, вып. 6, Владивосток, 1957; 3. **Лопатин Г. В.** Материалы к изучению эрозионных процессов и некоторых условий заиления озер и водохранилищ. Тр. лаб. озероведения АН СССР, т. 5, 1957; 4. **Мизеров А. В.** В. Л. Комаров и вопросы эрозии почв юга Дальнего Востока. Комаровские чтения, вып. 5, Владивосток, 1955; 5. **Шамов Г. И.** Речные наносы. ГИМИЗ, 1959.

ПОЛЕВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ЛИВНЕВЫХ ПАВОДКОВ НА МАЛЫХ БАССЕЙНАХ

И. Л. ЗИМОНТ,
кандидат технических наук

Формирование ливневого паводка (а, следовательно, и его максимума) представляет собой сложное физическое явление. К сожалению, это явление очень мало изучено и не отражено в существующих косвенных методах расчета максимального ливневого стока.

Каждый такой метод включает в себя основную расчетную формулу, справедливую лишь для расчетных значений параметров, и способы определения этих параметров. Исходными фактическими материалами для определения расчетных значений параметров являются, как правило, данные по осадкам, впитыванию и следам прохождения паводков.

Последние материалы не только малочисленны и подчас недостаточно достоверны, но они не отражают процессы формирования паводков.

Таковы принципы построения существующих методов расчета, делающие невозможным проверку структуры основной расчетной формулы и использование фактических материалов, отражающих процессы формирования ливневых паводков.

Основным путем к познанию процессов формирования ливневых паводков на малых бассейнах является анализ материалов стоковых станций.

На последних, помимо пассивной регистрации естественных процессов, необходимо ставить эксперименты с искусственным дождеванием на бассейны в полевых и лабораторных условиях. Материалы таких экспериметнов должны отражать в ко-

личественном и качественном отношениях все основные элементы водного баланса и выявлять влияние отдельных факторов на формирование паводков.

Для проведения таких экспериментов и обработки их материалов необходима методика, основанная на уравнениях водного баланса. Эта методика должна включать физически обоснованные зависимости, справедливые как для фактических, так и для расчетных случаев. Последнее дает возможность проверить структуру таких зависимостей и использовать фактические материалы для получения расчетных значений параметров.

Из водного баланса вытекает, что объем стока (W) равен объему осадков минус объем потерь. Математически это можно выразить так:

$$W = 1000\,(H_t F - it_i F_0)\,м^3 \qquad (1),$$

где $H_t = at$ — слой осадков (в мм) при интенсивности их (в мм/мин.) и продолжительности t (в мин); i—интенсивность потерь (впитывание и испарение), средняя по времени и площади бассейна (в мм/мин.); t_i — средневзвешенная по площади стекания продолжительность потерь (в мин.); F—площадь бассейна (в км²); F_0 — площадь бассейна за вычетом площадей его нефильтрующих частей (озер, болот, бетонированных или заасфальтированных поверхностей и т. п.) (в км²).

При отсутствии на бассейне нефильтрующих частей $F_0 = F$, тогда

$$W = 1000\,(H_t - it_i)F\ м^3 \qquad (2).$$

Величина t_i, входящая в эту формулу, может быть найдена исходя из того, что во время выпадения осадков впитывание их происходит на всей площади бассейна[1]; с момента же окончания выпадения осадков, в период стекания воды с наиболее удаленной точки бассейна (т. е. его опорожнения) происходит постепенное уменьшение площади впитывания. Поэтому, если разбить время опорожнения бассейна на равные интервалы Δt и обозначить соответствующие концам этих интервалов площади стекания (а следовательно и впитывания) через $F_1, F_2, \ldots F_{n-1}$ (см. рис. 1), то средневзвешенная по площади стекания продолжительность впитывания приближенно выразится формулой:

$$t_i = \frac{tiF_0 + \Delta tiF_1 + \Delta tiF_2 + \ldots + \Delta tiF_{n-1}}{iF_0} = t + \Delta t\,\frac{F_1 + F_2 + \ldots + F_{n-1}}{F_0}\ мин.,$$

где размерности $F_1, F_2 \ldots F_{n-1}$ должны быть одинаковы с размерностью F_0. Числитель этой формулы (до его преобразования) выражает собой весь объем воды от осадков, впитываемый бассейном.

[1] При полном перекрытии бассейна дождевой тучей.

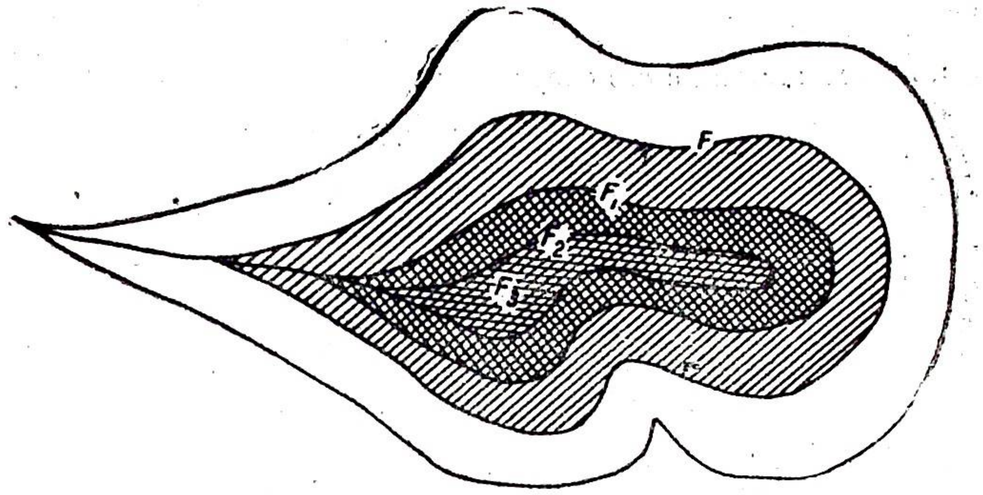


Рис. 1. Схематический план бассейна с нанесением на него площадей впитывания.

Интервал Δt представляет собой, как указывалось, отношение времени опорожнения бассейна к числу интервалов, т. е.

$$\Delta t = \frac{[t_1 + t_2 - (t - t_3)]}{n}\ мин.,$$

где: t_1 — время подъема паводка (в мин.); t_2 — время спада паводка (в мин.); t_3 — запаздывание начала стока в замыкающем створе от начала выпадания осадков (в мин.); n — число интервалов.

Подставляя Δt в формулу для t_i получим:

$$t_i = t + (t_1 + t_2 - t + t_3)\,\frac{(F_1 + F_2 + \ldots + F_{n-1})}{nF_0}\ мин.$$

Очевидно, что величина $K = \frac{F_1 + F_2 + \ldots + F_{n-1}}{nF_0}$ не зависит от абсолютных размеров бассейна; она зависит от образующегося в процессе стекания соотношения скоростей опорожнения бассейна на его площади и от конфигурации последнего.

Указанное соотношение зависит, в свою очередь, от макро- и микрорельефа и характера почвенного покрова. Как следствие, величина K может быть определена для каждого типа бассейна.

Для этого на стоковых станциях нужно построить для типовых бассейнов изохроны опорожнения[1] и определить соответствующие площади $F_1, F_2 \ldots F_{n-1}$. Точность определения K будет зависеть от густоты сети изохрон. Величина K может быть установлена также и на моделях бассейнов.

[1] Т. е. изохроны не пика, а конца ливневого паводка.

личественном и качественном отношениях все основные элементы водного баланса и выявлять влияние отдельных факторов на формирование паводков.

Для проведения таких экспериментов и обработки их материалов необходима методика, основанная на уравнениях водного баланса. Эта методика должна включать физически обоснованные зависимости, справедливые как для фактических, так и для расчетных случаев. Последнее дает возможность проверить структуру таких зависимостей и использовать фактические материалы для получения расчетных значений параметров.

Из водного баланса вытекает, что объем стока (W) равен объему осадков минус объем потерь. Математически это можно выразить так:

$$W = 1000\,(H_t F - it_1F_0)\text{м}^3 \qquad (1),$$

где $H_t = at$ — слой осадков (в мм) при интенсивности их (в мм/мин.) и продолжительности t (в мин); i—интенсивность потерь (впитывание и испарение), средняя по времени и площади бассейна (в мм/мин.); t_1 — средневзвешенная по площади стекания продолжительность потерь (в мин.); F—площадь бассейна (в км²); F_0 — площадь бассейна за вычетом площадей его нефильтрующих частей (озер, болот, бетонированных или заасфальтированных поверхностей и т. п.) (в км²).

При отсутствии на бассейне нефильтрующих частей $F_0 = F$, тогда

$$W = 1000\,(H_t - it_1)F\ \text{м}^3 \qquad (2).$$

Величина t_1, входящая в эту формулу, может быть найдена исходя из того, что во время выпадения осадков впитывание их происходит на всей площади бассейна[1]; с момента же окончания выпадения осадков, в период стекания воды с наиболее удаленной точки бассейна (т. е. его опорожнения) происходит постепенное уменьшение площади впитывания. Поэтому, если разбить время опорожнения бассейна на равные интервалы Δt и обозначить соответствующие концам этих интервалов площади стекания (а следовательно и впитывания) через $F_1, F_2, \ldots F_{n-1}$ (см. рис. 1), то средневзвешенная по площади стекания продолжительность впитывания приближенно выразится формулой:

$$t_1 = \frac{tiF_0 + \Delta tiF_1 + \Delta tiF_2 + \ldots + \Delta tiF_{n-1}}{iF_0} = t + \Delta t\,\frac{F_1 + F_2 + \ldots + F_{n-1}}{F_0}\ \text{мин.},$$

где размерности $F_1, F_2 \ldots F_{n-1}$ должны быть одинаковы с размерностью F_0. Числитель этой формулы (до его преобразования) выражает собой весь объем воды от осадков, впитываемый бассейном.

[1] При полном перекрытии бассейна дождевой тучей.

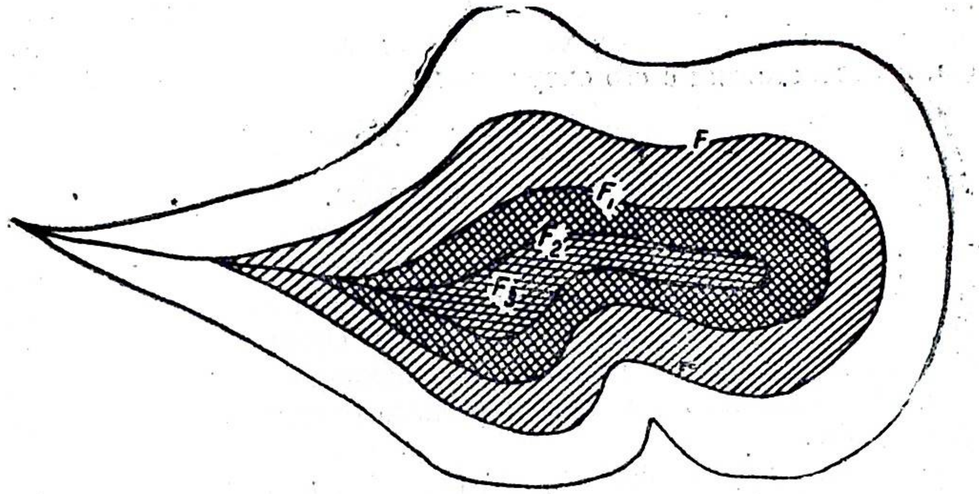


Рис. 1. Схематический план бассейна с нанесением на него площадей впитывания.

Интервал Δt представляет собой, как указывалось, отношение времени опорожнения бассейна к числу интервалов, т. е.

$$\Delta t = \frac{[t_1 + t_2 - (t - t_3)]}{n}\ \text{мин.},$$

где: t_1 — время подъема паводка (в мин.); t_2 — время спада паводка (в мин.); t_3 — запаздывание начала стока в замыкающем створе от начала выпадания осадков (в мин.); n — число интервалов.

Подставляя Δt в формулу для t_1 получим:

$$t_1 = t + (t_1 + t_2 - t + t_3)\,\frac{(F_1 + F_2 + \ldots + F_{n-1})}{nF_0}\ \text{мин.}$$

Очевидно, что величина $K = \frac{F_1 + F_2 + \ldots + F_{n-1}}{nF_0}$ не зависит от абсолютных размеров бассейна; она зависит от образующегося в процессе стекания соотношения скоростей опорожнения бассейна на его площади и от конфигурации последнего.

Указанное соотношение зависит, в свою очередь, от макро- и микрорельефа и характера почвенного покрова. Как следствие, величина K может быть определена для каждого типа бассейна.

Для этого на стоковых станциях нужно построить для типовых бассейнов изохроны опорожнения[1] и определить соответствующие площади $F_1, F_2 \ldots F_{n-1}$. Точность определения K будет зависеть от густоты сети изохрон. Величина K может быть установлена также и на моделях бассейнов.

[1] Т. е. изохроны не пика, а конца ливня или паводка.

Максимальный расход (Q) может быть определен путем распределения величины объема стока (W), т. е. площади гидрографа, в соответствии с его очертанием:

$$Q = \frac{W\varphi}{60t_1} = 16.7\,\frac{H_1r - (1+r)^2}{t_1}\psi r \quad м^3/сек. \quad (3)$$

где: ψ — коэффициент формы гидрографа.

Из структуры формулы (3) вытекает, что коэффициент ψ является отношением фактического значения Q к его значению при фиктивном равнобедренном треугольном гидрографе с основанием $2t$ и тем же объемом стока. Одинаковое значение коэффициента для гидрографов различной формы исключает необходимость придания жесткого очертания расчетному гидрографу.

Значения параметров (i, K, ψ, t_1, t_2 и др.), входящих в формулы (1) — (3), должны быть определены по фактическим материалам водного баланса. Экстраполяция значений этих параметров позволит перейти к расчетным значениям W и Q.

Определение влажности почвы бассейна перед каким-либо стокообразующим дождем может быть произведено исходя из предлагаемого уравнения баланса потерь:

$$V = 1000\left[\sum_{0}^{T_1} it_i - (P_2 - P_1)\right] F_0 м^3 \quad (4),$$

где $\sum_{0}^{T_1} it_i$ — сумма слоев потерь (в мм) от всех выпавших на бассейн осадков за интервал времени T_1 (в часах); P_1 — средний запас воды (в мм) в инфильтрирующем слое почвы[2] бассейна в начале интервала T_1; P_2 — тоже, в конце интервала T_1; V — объем «потерь потерь» (оттока в нижележащие слои грунта и испарения) за время T_1.

В свою очередь: $V = 1\,000[(y + \cdot)F_0 + \cdot(F - F_0)]$ м³,

где: y — слой оттока воды (в мм) в нижележащие слои грунта за время T_1; z — слой испарения (в мм) с поверхности почвы бассейна за время T_1; z_1 — слой испарения (в мм) с непроточных площадей бассейна за время T_1.

Значения P_1 и P_2 устанавливаются на бассейне в натуре: этим определяется величина T_1. Значение $\sum_{0}^{T_1} it_i$ является результатом суммирования слоев потерь (определяемых по формуле 1) от всех осадков, выпавших на бассейн за время T_1.

После нахождения величины V (по формуле 4) можно определить P — средний запас воды в инфильтрирующем слое почвы бассейна перед каким-либо стокообразующим дождем в пределах интервала T_1:

$$P = P_1 + \sum_{0}^{T} it_i - \frac{V}{1000}\frac{T}{F_0 T_1} \quad мм \quad (5)[1],$$

где: T — время (в часах) от начала интервала T_1 до начала какого-либо стокообразующего дождя (точнее — до момента, в который определяется P); $\sum_{0}^{T} it_i$ — сумма слоев потерь (в мм) от всех выпавших на бассейн осадков за время T.

Точность формулы (5) зависит от степени постоянства температуры воздуха и почвы в пределах интервала T_1 и от продолжительности самого интервала. Установить наибольшую ошибку можно (по С. Н. Крицкому) путем сопоставления вычисленного и фактического значения P на один и тот же момент времени.

С целью проверки предлагаемых принципов были проведены в 1955 г. на территории Московской опытно-исследовательской дождевальной станции (г. Коломна Московской области) полевые эксперименты с искусственным дождеванием естественного бассейна и учетом всех основных элементов водного баланса. Эксперименты проводились работниками станции — А. М. Полонским и Н. И. Рыжковым, Геофизического института АН СССР — В. С. Шифманом, Московского института инженеров железнодорожного транспорта им. И. В. Сталина — Б. А. Бесковым и др. по методике и под руководством автора.

Для экспериментов был выбран бассейн площадью около 500 м² на луговых склонах к руслу реки Москвы. Почва бассейна — луговая смытая в комплексе с полусмытой (до 25%), подстилающая порода — слоистый аллювий преимущественно легкого механического состава (легкий и средний суглинок). Грунтовые воды залегали на глубине более трех метров. Средний уклон склонов — 200‰, русла — 21‰.

---

[1] Вводить в формулу (3) коэффициент редукции на заболоченность и озерность бассейна не нужно, т. к. влияние этих факторов на Q учитывается величинами τ и K. Не нужно вводить в формулу и расход грунтового происхождения, т. к. при ливневом паводке появляются обратные кривые депрессии.

[2] Толщина инфильтрирующего слоя зависит от р[illegible] и вида растительного покрова. Для легких и средних сугли[illegible] луговом покрытии, например, эта толщина близка к 0,5 м.

[1] Учитывать в формулах (4—5) величину F_0 вместо F предложил Н. Морозов (ДВ УГМС).

Максимальный расход (Q) может быть определен путем распределения величины объема стока (W), т. е. площади гидрографа, в соответствии с его очертанием:

$$Q = \frac{W \cdot \varphi}{60 t_1} = 16.7 \frac{H_t r - (t_1 r_2}{t_1} \Psi \quad м^3/сек. \quad (3)$$

где: Ψ — коэффициент формы гидрографа.

Из структуры формулы (3) вытекает, что коэффициент Ψ является отношением фактического значения Q к его значению при фиктивном равнобедренном треугольном гидрографе с основанием $2t_1$ и тем же объемом стока. Одинаковое значение коэффициента для гидрографов различной формы исключает необходимость придания жесткого очертания расчетному гидрографу.

Значения параметров (i, K, Ψ, t/t_1, t/t_2 и др.), входящих в формулы (1) — (3), должны быть определены по фактическим материалам водного баланса. Экстраполяция значений этих параметров позволит перейти к расчетным значениям W и Q.

Определение влажности почвы бассейна перед каким-либо стокообразующим дождем может быть произведено исходя из предлагаемого уравнения баланса потерь:

$$V = 1000 \left[\sum_0^{T_1} it_i - (P_2 - P_1) \right] F_0 м^3 \quad (4),$$

где $\sum_0^{T_1} it_i$ — сумма слоев потерь (в мм) от всех выпавших на бассейн осадков за интервал времени T_1 (в часах); P_1 — средний запас воды (в мм) в инфильтрирующем слое почвы[2] бассейна в начале интервала T_1; P_2 — тоже, в конце интервала T_1; V — объем «потерь потерь» (оттока в нижележащие слои грунта и испарения) за время T_1.

В свою очередь: $V = 1000 [(y + z) F_0 + z_1 (F - F_0)]$ $м^3$, где: y — слой оттока воды (в мм) в нижележащие слои грунта за время T_1; z — слой испарения (в мм) с поверхности почвы бассейна за время T_1; z_1 — слой испарения (в мм) с нефильтрующих площадей бассейна за время T_1.

Значения P_1 и P_2 устанавливаются на бассейне в натуре; этим определяется величина T_1. Значение $\sum_0^{T_1} it_i$ является результатом суммирования слоев потерь (определяемых по формуле 1) от всех осадков, выпавших на бассейн за время T_1.

После нахождения величины V (по формуле 4) можно определить P — средний запас воды в инфильтрирующем слое почвы бассейна перед каким-либо стокообразующим дождем в пределах интервала T_1:

$$P = P_1 + \sum_0^T it_i - \frac{V}{1000} \frac{T}{F_0 T_1} \quad мм \quad (5)^1,$$

где: T — время (в часах) от начала интервала T_1 до начала какого-либо стокообразующего дождя (точнее — до момента, в который определяется P); $\sum_0^T it_i$ — сумма слоев потерь (в мм) от всех выпавших на бассейн осадков за время T.

Точность формулы (5) зависит от степени постоянства температуры воздуха и почвы в пределах интервала T_1 и от продолжительности самого интервала. Установить наибольшую ошибку можно (по С. Н. Крицкому) путем сопоставления вычисленного и фактического значения P на один и тот же момент времени.

С целью проверки предлагаемых принципов были проведены в 1955 г. на территории Московской опытно-исследовательской дождевальной станции (г. Коломна Московской области) полевые эксперименты с искусственным дождеванием естественного бассейна и учетом всех основных элементов водного баланса. Эксперименты проводились работниками станции — А. М. Полонским и Н. И. Рыжковым, Геофизического института АН СССР — В. С. Шифманом, Московского института инженеров железнодорожного транспорта им. И. В. Сталина — Б. А. Бесковым и др. по методике и под руководством автора.

Для экспериментов был выбран бассейн площадью около 500 м² на луговых склонах к руслу реки Москвы. Почва бассейна — луговая смытая в комплексе с полусмытой (до 25%), подстилающая порода — слоистый аллювий преимущественно легкого механического состава (легкий и средний суглинок). Грунтовые воды залегали на глубине более трех метров. Средний уклон склонов — 200‰, русла — 21‰.

---

[1] Вводить в формулу (3) коэффициент редукции на заболоченность и заозерность бассейна не нужно, т. к. влияние этих факторов на Q учитывается величинами ч и K. Не нужно вводить в формулу и расход грунтового происхождения, т. к. при ливневом паводке по являются обратные кривые депрессии.

[2] Толщина инфильтрирующего слоя зависит от рода почвы и вида растительного покрова. Для легких и средних суглинков при луговом покрытии, например, эта толщина близка к 0,5 м.

[1] Учитывать в формулах (4—5) величину F_0 вместо F предложил Н. Н. Морозов (ДВ УГМС).

Рис. 2. Дождевание бассейна короткоструйной дождевальной установкой (КДУ-41)

Дождевание было осуществлено короткоструйной дождевальной установкой (КДУ-41) с десятью насадками. Для охвата всей площади бассейна трубы с насадками монтировались в три нитки (рис. 2 и 4). Всего было проведено 19 дождеваний.

Вода подавалась из реки с помощью передвижной насосной установки. Расход воды (а следовательно, и интенсивность дождевания) определялся с помощью диафрагмы с дифференциальным ртутным манометром. Правильность определения расхода периодически контролировалась по производительности насадок (как с помощью напора, измеряемого манометром, так и по чашкам). По чашкам устанавливалась также и степень равномерности дождевания.

Начало и конец поверхностного стока (а следовательно, и опорожнение бассейна) фиксировались с помощью 33 специально сконструированных датчиков замыкания[1] и осциллографа. Датчики применялись разных типов, но все они состояли из следующих частей: двух контактов (замыкаемых водой, текущей по поверхности бассейна), опорной части и защитных крышек (предохраняющих контакты от замыкания непосредственно дождем). Типы датчиков отличались: различным расстоянием между контактами, степенью подвижности одного из

[1] Можно сконструировать и датчики для определения толщины слоя стока (с целью построения изохрон пика ливневого паводка).

контактов, различным видом опорной части, созданием между контактами земной площадки или замкнутой водной поверхности, съемностью или несъемностью крышек. В результате экспериментов были выбраны наиболее удачные типы датчиков (см. №№ 3 и 4 на рис. 3).

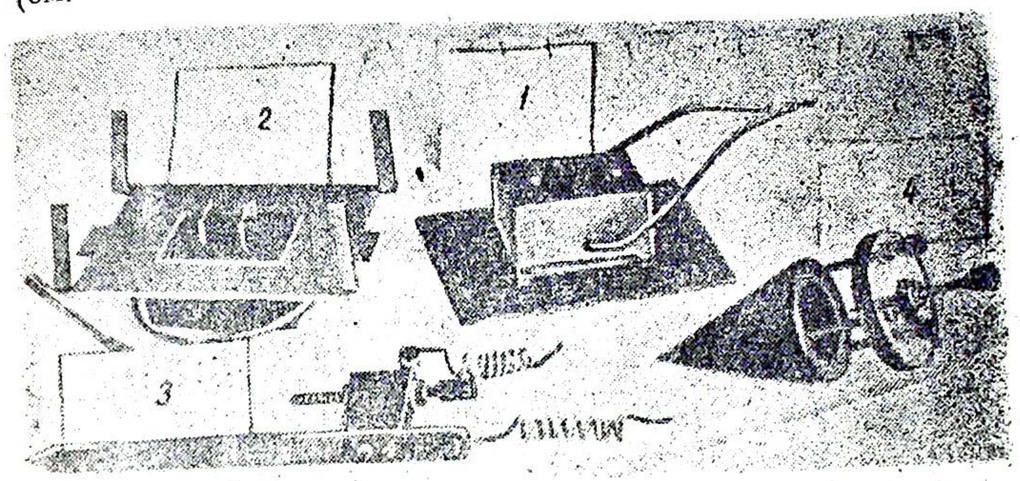


Рис. 3. Типы датчиков замыкания.

Для первых опытов (№№ 1—9) использовался осциллограф малых скоростей (ОМС-1) с моторной кассетой на 18 шлейфов, дальнейшие опыты (№№ 10—19) проводились с 27-шлейфовой тензометрической установкой «Геофизика» типа ОТ-24—51[1]. Питание осциллографов производилось от батареи элементов БАС. С целью снижения скорости перемещения осциллографной ленты создавалось в моторе кассеты напряжение меньше нормального. Датчики были подсоединены к осциллографу с помощью водоустойчивого хлорвинилового провода ТРВК. Часть поставленных датчиков была подключена попарно (с помощью дополнительных шунтирующих сопротивлений). Превышение числа датчиков над числом шлейфов потребовалось для большей точности экспериментов[2].

Наименьшие расстояния между датчиками устанавливались при этом так, чтобы электрические сопротивления между ними были бы на порядок выше сопротивлений между контактами; этим исключалось образование ложных целей.

[1] При отсутствии осциллографа можно использовать реле.

[2] При тех же осциллографах можно было бы удвоить число датчиков, используя механический переключатель. Однако осциллограммы при этом получились бы прерывистыми, что понизило бы точность экспериментов.

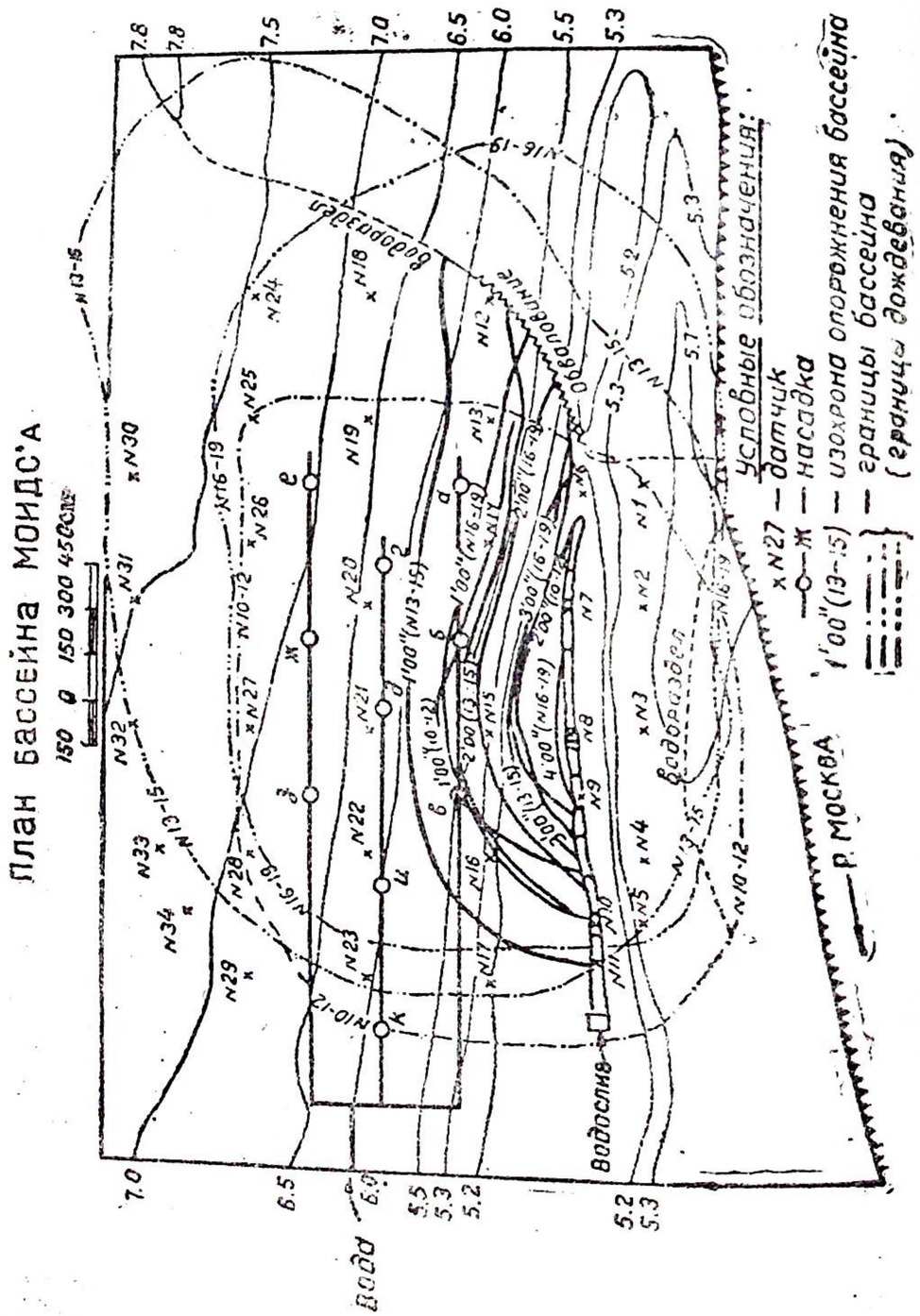


Рис. 4.

Качество работы датчиков контролировалось как визуально, так и замером сопротивлений между самими контактами и между ними и землей (до и после каждого опыта).

Как показали эксперименты, во избежание подмыва почву под датчиками целесообразно закреплять, например, покрывая ее асфальтовым лаком.

Для облегчения расшифровки осциллограммы производилась ее маркировка перед каждым опытом.

Параллельно с основным назначением датчики использовались и для определения скоростей поверхностного стока в период дождевания, что осуществлялось замыканием датчиков во время дождевания раствором медного купороса.

Для учета поверхностного стока в замыкающем створе бассейна были установлены треугольный водослив и реконструированный нами самописец уровней «Валдай» (шестерни в его часовом механизме были заменены с целью укрупнения масштаба времени).

Фактически площадь бассейна (F) в опытах несколько изменялась как вследствие различного направления ветра, так и вследствие изменения числа работающих насадок. Поэтому в каждом опыте определялись границы дождевания (контуры бассейна) (рис. 4).

Интервалы времени определялись в опытах секундомером. С его помощью давались «марки времени», необходимые для правильного совмещения во времени материалов экспериментов.

Помимо косвенного определения потерь, производилась попытка и их непосредственного учета. Для этого из четырех скважин на территории бассейна периодически брались пробы грунта на влажность[1]. Кроме того, определялась интенсивность фильтрации воды в грунт бассейна, что достигалось замером сопротивлений между контактами, заложенными на разной глубине (по одной вертикали) в грунте бассейна.

Обработка материалов экспериментов дала возможность проверить методику их проведения и проанализировать все основные элементы водного баланса; впервые удалось построить изохроны опорожнения для реального бассейна (рис. 4), определить скорости опорожнения (v_0) и другие параметры, характеризующие сток. Основные итоги экспериментов приведены в таблице 1.

[1] Отсутствие поблизости от места проведения экспериментов плювиографа, регистрирующего выпадение на бассейн естественных осадков, не дало возможности использовать предлагаемую методику для определения влажности почвы перед каждым дождеванием.

Таблица 1

Номер опыта	Дата	Насадки (шт.)	F (м²)	H_tF (л)	H_t (мм)	t (мин. сек)	t_3 (мин. сек)	t_1 (мин. сек.)	t_2 (мин. сек.)	$t_1+t_2-t+t_3$ (мин. сек.)
	1955 г.									
10	22.IX	6	282	8355	29,7	10′00″	3′47″	3′46″	18′17″	14′48″
11	23.IX	5		12090	42,9	16′41″	2′18″	5′10″	21′52″	
12	24.IX	5		17133	60,9	27′47″	2′15″	6′08″	35′17″	
15	28.IX	9	417	41373	99,3	34′08″	3′06″	6′07″	41′02″	16′07″
16	28.IX	8	299	18600	62,2	19′32″	2′11″	6′25″	31′03″	16′09″
17	1.X	8		22580	75,2	27′14″	2′40″	6′14″	32′41″	
18	1.X	8		22520	75,0	23′54″	2′31″	5′59″	32′20″	
19	1.X	8		2570	8,6	3′12″	1′52″	2′12″	16′18″	

Продолжение

Номер опыта	n	K	W (л)	t_i (мин.сек.)	i (мм/мин.)	Q (л/сек.)	Ψ	t/t_1	t_1/t_2	$\frac{v_0}{\text{лог}}$ (см/сек.)
10	14	0,0192	7175	10′17″	0,41	13,29	0,118	2,65	0,21	$\frac{20 \div 2}{4,5 \div 0,7}$
11			7792	16′58″	0,90	8,39	0,334	3,22	0,23	
12			13421	28′04″	0,47	8,90	0,242	4,52	0,17	
15	16	0,0276	30800	34′35″	0,74	25,48	0,304	5,60	0,15	
16	16	0,0271	15019	19′38″	0,60	15,80	0,405	3,05	0,21	
17			15121	27′40″	0,90	8,00	0,205	4,38	0,19	
18			18155	24′20″	0,60	13,44	0,274	4,00	0,19	
19			1999	3′38″	0,53	10,57	0,705	1,45	0,14	

В таблице приводятся данные наиболее надежных опытов.

Анализ опытов позволяет сделать следующие предварительные выводы.

1. Принятая методика проведения экспериментов дает возможность производить анализ элементов водного баланса с количественной и качественной стороны.

2. Применение датчиков с осциллографом позволяет построить изохроны опорожнения для любого бассейна.

3. В отличие от скоростей продвижения пика паводка скорости опорожнения постепенно уменьшаются от водораздела к замыкающему створу бассейна.

4. Очертание изохрон опорожнения в значительной степени следует конфигурации бассейна; влияние рельефа сказывается значительно слабее.

5. Коэффициент K для бассейнов одного типа имеет примерно одинаковое значение. Это дает возможность установить значения K для различных типов бассейна.

6. В результате таких экспериментов появится возможность определить расчетные значения интенсивности впитывания i для каждого типа почв и климатического района.

7. Подобные эксперименты можно проводить не только при искусственном дождевании, но и при естественных дождях; при этом водосливами могут служить отверстия малых искусственных сооружений.

В ближайшие годы предполагается провести такие эксперименты и на Дальнем Востоке. Проведение их будет способствовать анализу процессов формирования ливневых паводков на малых бассейнах в условиях Дальнего Востока, что поможет созданию физически обоснованных методов расчета максимального ливневого стока.

ЛЕТНЕЕ НАВОДНЕНИЕ 1958 ГОДА НА АМУРЕ

Е. П. ТЕТЕРЯТНИКОВА,
действительный член Географического общества СССР,
инженер-гидролог

При анализе водного режима р. Амур невольно обращает на себя внимание последнее десятилетие. Период 1951—1960 гг. характеризуется почти непрерывными наводнениями. В первой половине этих лет наводнения повторялись через год (1951, 1953, 1955 гг.), а затем стали ежегодными (1956, 1957, 1958, 1959, 1960 гг.). По повторяемости сильных паводков последнее десятилетие несравнимо ни с одним из периодов прошлых лет. Так, у г. Хабаровска в течение 55 лет (1896—1950 гг.) наблюдалось шесть очень сильных подъемов воды и почти столько же очень сильных паводков было в последние 9 лет.

Последние годы являются особенными не только в режиме Амура. Напомним ряд событий. В 1951 г. произошли сильнейшие в последнем столетии наводнения на рр. Миссури (США), По (Италия). В 1953 г. хлынувшие на сушу волны Северного моря разрушили в Англии, Голландии, Бельгии сотни прибрежных селений, унесли с собой сотни человеческих жизней. В 1954 г. отмечены сильнейшие наводнения на рр. Дунае и Янцзы. Над Японией пронесся тайфун, о силе которого свидетельствует затопление железнодорожного парома с четырьмя скорыми поездами. Необычным по своим «метеорологическим катастрофам» оказался 1956 г. Стихийные бедствия наблюдались в 1957, 1958 гг. И наконец в 1959 г. произошло опустошение ураганными ветрами и наводнением острова Мадагаскара.

«Небывалые в памяти человека», «сильнейшие в текущем столетии» ливни, наводнения, засухи — все это происходит в последние годы. И необычный режим Амура — лишь частичка в общем возмущении сил природы.

Основной причиной названных выше катастрофических явлений, как уже неоднократно отмечалось в печати, является резкое увеличение в последние годы солнечной активности. В результате совпадения максимумов векового и одиннадцатилетнего циклов солнечная активность в 1958 г. достигла таких размеров, какие не наблюдались в последние двести лет. Бурные процессы на Солнце вызвали резкое обострение атмосферных процессов на Земле. В частности, для Амура это выразилось в значительном увеличении количества осадков: по сравнению с периодом 1900—1950 гг. годовая сумма осадков — с 1951 по 1959 г. возросла на 60—70 мм, т. е. более чем на 10%. Обильные дожди определили собой формирование высоких паводков и необычайно частое повторение сильных наводнений. Одним из таких катастрофических паводков и явился летний подъем уровня Амура в 1958 г.

Выпадение интенсивных осадков сформировало в первой декаде июля 1958 г. мощные паводки на рр. Шилке и Аргуни. Отсюда наводнение распространилось на районы Верхнего, а затем Среднего Амура. К концу августа гребень паводка подошел к устью реки. По мере продвижения паводка на основную волну, шедшую с Верхнего Амура, происходило напластывание паводков с Зеи и частично с Буреи, Сунгари и Уссури. Об удельном весе в наводнении каждого из этих притоков можно судить по следующему сопоставлению расходов воды:

максимальному расходу на Верхнем Амуре в створе Кумары 22 600 м³/сек. соответствовал расход Зеи около 10 000 м³/сек.;

при максимальном расходе Амура у Гродеково 29 600 м³/сек., расход р. Буреи составлял около 1 100 м³/сек.;

максимальному расходу у Помпеевки 32 400 м³/сек. соответствовал расход р. Сунгари около 2 400 м³/сек.;

при максимальном расходе Амура у Хабаровска 30 100 м³/сек., расход р. Уссури составлял около 1 800 м³/сек.

Как видно из приведенного сопоставления, наводнение на Амуре было вызвано формированием паводков на Шилке и Аргуни и частично на Зее. Роль остальных притоков Амура оказалась незначительной. Во время прохождения паводка подверглись затоплению сенокосы, поля, населенные пункты. Особенно разрушительным было наводнение в условиях горного рельефа Читинской области и на участке Верхнего Амура в пределах Амурской области, где скорость потока достигла 4—5 м/сек.

В связи с тем, что предупреждение о наводнении поступило на места заблаговременно, часть находившихся под угрозой материальных ценностей удалось спасти. Это потребовало проведения целого ряда мероприятий. В частности созданные в

ряде населенных пунктов защитные дамбы значительно уменьшили пагубное воздействие наводнения.

Наводнению 1958 г. предшествовало следующее развитие гидрометеорологических условий.

Благодаря хорошо выраженному широтному переносу воздушных масс зима 1957/58 г. в бассейне Амура была теплой. С ноября по февраль аномалия средней месячной температуры воздуха в отдельных случаях достигала + 2 + 3°. Весной с приближением к берегам Азии Алеутской депрессии на восточные районы Азии усилился заток холодных масс воздуха с севера. На смену теплой зиме пришла холодная весна: в пределах бассейна Амура средняя месячная температура воздуха в марте и апреле оказалась ниже нормы на 1—2° (табл. 1).

Таблица 1

Аномалия средней месячной температуры воздуха в бассейне Амура в зимне-весенний период 1957/58 гг.

Наименование станций	XI	XII	I	II	III	IV	V
Ерофей Павлович	+1,9	+1,1	+1,4	+2,2	—0,9	—1,2	+1,0
Благовещенск	+2,8	+2,7	0,0	0,7	—1,3	—1,6	—0,2
Экимчан	+1,7	+1,4	+0,8	+1,9	—1,2	—0,5	+0,3
Хабаровск	+2,5	+1,5	+1,6	+2,5	—1,4	—0,8	—1,1
Комсомольск	+3,5	+1,6	+2,0	+3,3	—1,7	—0,1	+0,7

Зимой и весной осадки были обильными, о чем свидетельствуют данные таблицы 2.

Таблица 2

Количество осадков, выпавших в бассейне Амура в зимне-весенний период 1957/58 г.

Наименование станций	XI—III		IV—V	
	мм	в % от нор.	мм	в % от нор.
Джалинда	42	168	86	187
Кумара	37	168	98	200
Бомнак	53	116	74	96
Пикан	28	109	66	118
Экимчан	65	127	121	168
Поярково	34	94	100	170
Чекунда	50	91	120	171
Бикин	91	120	138	160
Хабаровск	65	138	125	178
	86			

Первые предпосылки возможности возникновения летнего наводнения на Амуре стали прослеживаться еще весной. О такой угрозе свидетельствовала ранняя в период март—май активизация циклогенеза над бассейном Амура.

Процесс выхода циклонов на бассейн Амура и превращение их здесь в высокие барические образования при наличии блокирующего антициклогенеза над Охотским морем хорошо был выражен весной 1953 г., наблюдался весной 1955, 1956 гг., т. е. в годы, когда на Амуре формировались высокие летние паводки. Такой же характерный для наводнения процесс начал развиваться и в середине марта 1958 г. 11 марта южнее Байкала (на южной периферии высотного циклона, занимавшего Средне-Сибирское плоскогорье) возник циклон. К 13 марта, углубившись до 982 мб, он сместился на бассейн Амура; дальнейшему его смещению к востоку препятствовала перемычка высокого давления над Охотским морем. Став высотным над бассейном Амура, циклон вскоре заполнился. 3 апреля вновь на южной периферии высотного циклона, располагавшегося над Средне-Сибирским плоскогорьем и Монголией, начался циклогенез со смещением циклонов на бассейн Амура. В результате блокирующего антициклогенеза над Охотским морем один из циклонов стал высотным в пределах бассейна Амура (5—6 апреля) и быстро заполнился. Аналогичный процесс исключительно активного циклогенеза наблюдался 24—26 апреля, 28 апреля — 1 мая. Устойчивость такого типа циркуляции ориентировала на высокий летне-осенний паводок.

Возможность наводнения подтверждалась также режимом фронтальной зоны. Как показывают наблюдения, значительным наводнениям на Амуре предшествует весной замедление подъема фронтальной зоны к северу над восточным побережьем Азии. Это условие находится в непосредственной связи с рассмотренным выше характером циклогенеза: чем активнее процесс превращения циклонов над бассейном Амура в высокие барические образования, тем менее благоприятны условия подъема фронтальной зоны к северу, поскольку фронтальная зона в данном случае располагается на южной периферии высотного циклона. Это обстоятельство находит свое отражение на картах AM_{500}.

Весной над восточными районами Азии в зоне наибольшего сгущения изогипс (фронтальной зоне) часто наблюдается раз поднималась до параллели 44° с. ш. В годы же значительных летне-осенних наводнений на Амуре в течение февраля—марта, двух декад апреля она редко поднимается до 44—45°

изогипса 560 дкм. Перед засушливым летом 1954 г. она семь

с. ш. (имеется в виду широта, на которой изогипса пересекает береговую линию восточного побережья Азии). Так, перед сильными наводнениями 1951, 1953, 1956, 1957 гг. весенний подъем изогипсы 560 дкм до 44° с. ш. и севернее отмечался не более двух раз. Такая же картина отмечалась и весной 1958 г.: с 1 февраля по 20 апреля изогипса 560 дкм лишь однажды поднялась севернее 44° с. ш.

Таким образом, как характер циклогенеза, так и режим фронтальной зоны ориентировали на возможность формирования на Амуре значительного наводнения.

Обстановка весной и в начале лета складывалась в бассейне следующим образом. Избыток зимне-весенних осадков вызвал высокие паводки с самого начала лета. Особенно большой подъем уровня воды наблюдался на Верхнем Амуре, где выделились три волны: две в мае и третья в первой декаде июня. Первый паводок при вскрытии реки был вызван стоком талых вод и частично жидких осадков. Формирование его проходило при пониженном фоне температуры воздуха, т. е. в условиях не полного участия запасов снега. Поэтому с началом резкого потепления в середине мая на Верхнем Амуре вновь возобновился подъем уровня и началось формирование второй волны. Третья волна, образовавшаяся в первой декаде июня, в отличие от первых двух, была вызвана в основном уже стоком дождевых вод. Эти паводки Верхнего Амура в значительной степени определили высокую водность всего Амура в первой половине лета. В мае—июне подвергались затоплению низкие и отчасти средние участки поймы, однако общая обстановка оставалась терпимой.

Далее, после стока талых вод на Амуре началось снижение уровней вообще типичное для этого периода. Благодаря устойчивому развитию во второй декаде июня высотного гребня на Якутию в западных районах бассейна Амура (основном водосборе) отсутствовали обильные осадки; в связи с этим на Верхнем Амуре, Зее уровни воды спали до отметок близких к средним многолетним. Соответственно снизились уровни на Амуре и ниже по течению.

Приближалась середина лета — период, когда обычно в развитии атмосферных процессов происходит перелом. Вторая половина лета, как правило, характеризуется подъемом полярно-фронтовых циклонов с юга, юго-запада на бассейн Амура. В случае слабого развития этого процесса на Амуре наблюдаются невысокие уровни воды, при усиленной активизации подъема полярно-фронтовых циклонов в бассейне формируются катастрофические паводки.

В третьей декаде июня заполнилась высотная ложбина, ориентированная с севера на крайние восточные районы АТС, 23—26 июня на бассейн Амура поднялся циклон с Монголии. После продолжительного периода спокойной обстановки (около двух декад) на реках Зее и Бурее начался резкий подъем уровня. Однако благодаря быстрому смещению циклона к востоку паводки оказались кратковременными.

В первых числах июля на картах барической топографии над Азией обозначались два мощных барических образования: обширный циклон на севере с центром около полуострова Таймыр и теплый высотный антициклон над южными районами Азии. Между ними в средних широтах континента осуществлялся западно-восточный перенос воздушных масс с максимальной скоростью потока в зоне 40—50° с. ш. Особенно большие скорости потока (до 130—200 км/час) наблюдались 4—5 июля.

Около 6 июля зональная циркуляция стала сменяться меридиональной — началось быстрое углубление высотной ложбины в направлении с Карского моря на Байкал и развитие высотного гребня с юга на восточные районы Азии. Фронтальная зона из широтного положения переходит в меридиональное. У земли этот процесс характеризовался подъемом к северу двух циклонов — одного с Монголии (на полярном фронте), второго с Центрального Китая (на тропическом фронте). Процесс развивался исключительно быстро: подъем циклонов начался 6 июля и на следующий день оба циклона уже были над Читинской областью, где, объединившись, сформировали мощный циклонический вихрь, охвативший своей циркуляцией всю толщу тропосферы (рис. 1).

Участие в интенсивных восходящих токах фронтальной зоны вынесенных сюда исключительно влажных масс воздуха сопровождалось сильными ливнями. 7 и 8 июля в среднем и нижнем течении Шилки и Аргуни выпало 80—120 мм осадков (рис. 2). В эти же дни начался резкий подъем уровня воды: на Шилке—7 июля, на Аргуни и Амуре в районе Покровки—8 июля. В условиях горного рельефа формирование паводка проходило с исключительной быстротой. С 8 на 9 июля уровень воды у Покровки поднялся на 5 м, с 9 на 10 июля — на 3 м.

К 11 июля на расстоянии около 250 км по Амуру от с. Покровки до с. Бейтоново были затоплены — Покровка, Игнашино, Свербеево, Орловка, Воскресеновка, Бейтоново, началось затопление Джалинды, Албазино, Перемыкина. На нижележащем участке Амура у с. Черняево уровень воды повышался на 7—8 см в час, но река все еще оставалась в основном русле.

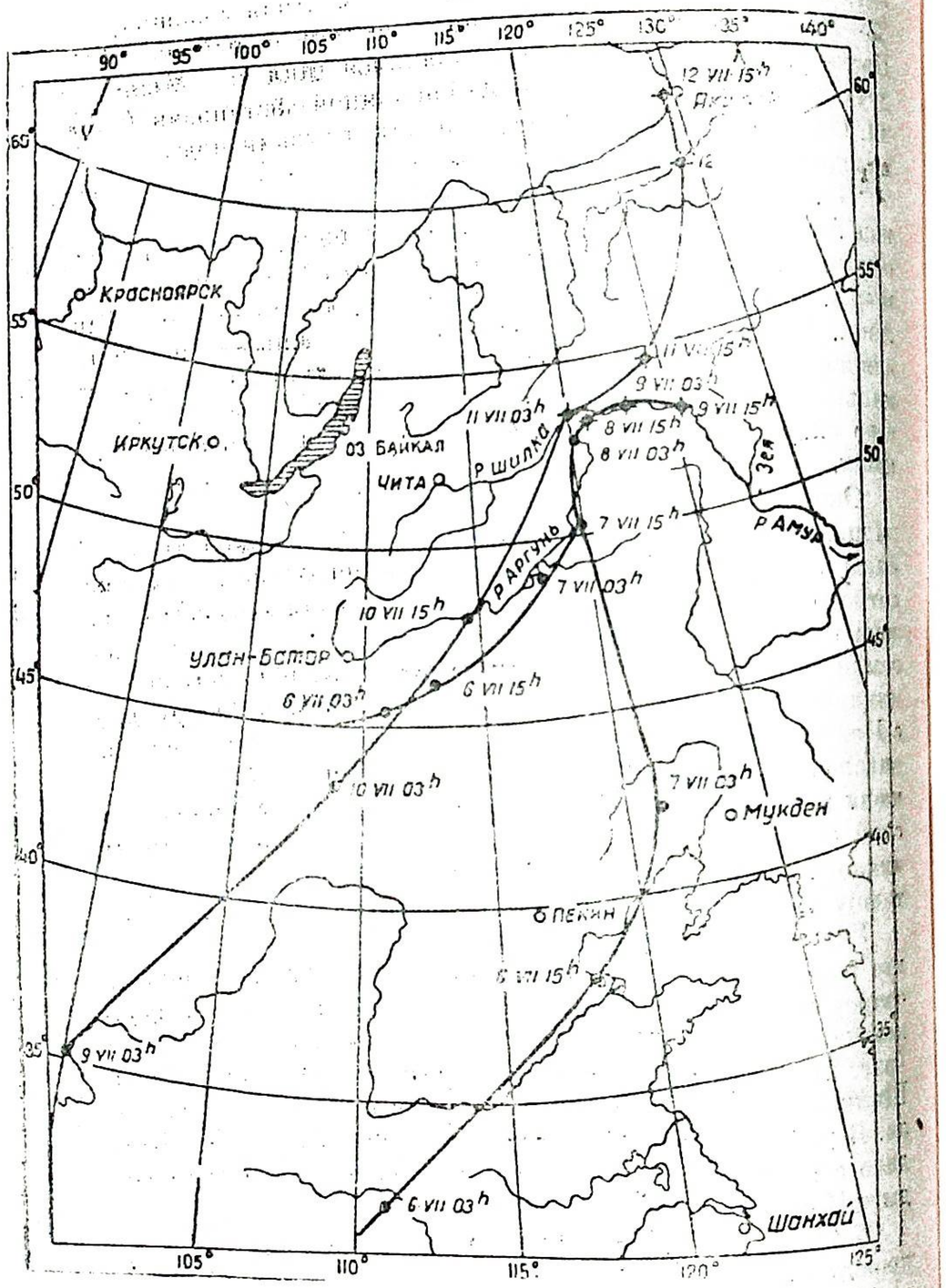


Рис. 1. Траектории циклонов, обусловивших наводнение на Амуре в июле 1958 г.

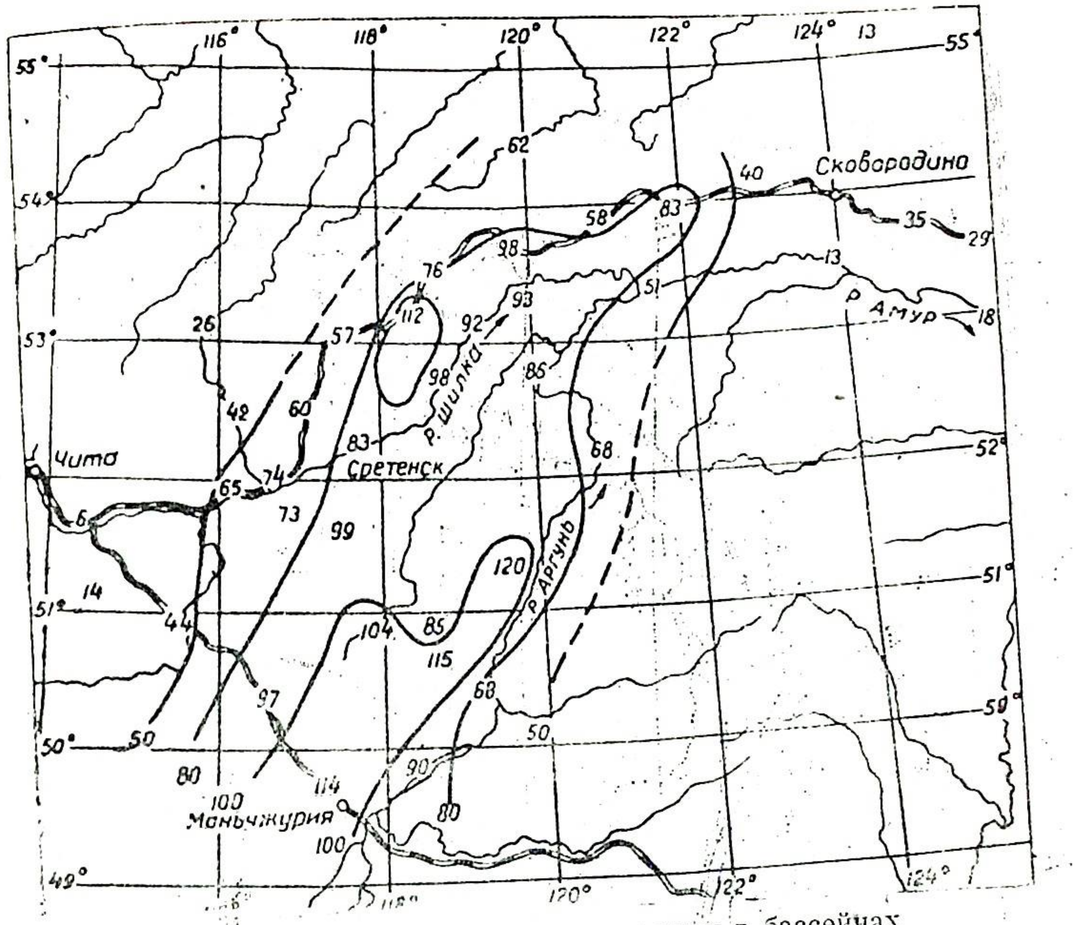


Рис. 2. Количество осадков, выпавших в бассейнах рр. Шилки и Аргуни 7—8 июля 1958 г. (мм)

Повышение уровня в верховьях Амура прекратилось 10 июля. В это время вновь произошел подъем с юга полярно-фронтового циклона. В результате регенерации циклона на арктическом фронте 10—11 июля в тех же районах, что и ранее, снова прошли сильные ливни — выпало около 50—70 мм осадков (рис. 3). Уровень Амура у с. Покровки начал повышаться и к 13 июля достиг отметки 1 239 см, т. е. значительно превысил отмеченный за период наблюдений 1896—1958 гг. наивысший уровень (979 см). Максимальный расход воды 13 июля составил 19 800 м³/сек., из которого две трети образовал сток Шилки: 12 июля максимальному расходу Шилки у с. Чусовая 13 100 м³/сек. соответствовал максимальный расход Аргуни у Урюпино 5 130 м³/сек.

Вечером 11 июля гребень первой волны подошел к Джалинде, где уровень воды по водомерному посту достиг отметки 982 см. В течение 12 июля вода шла на убыль по 1—2 см/час.

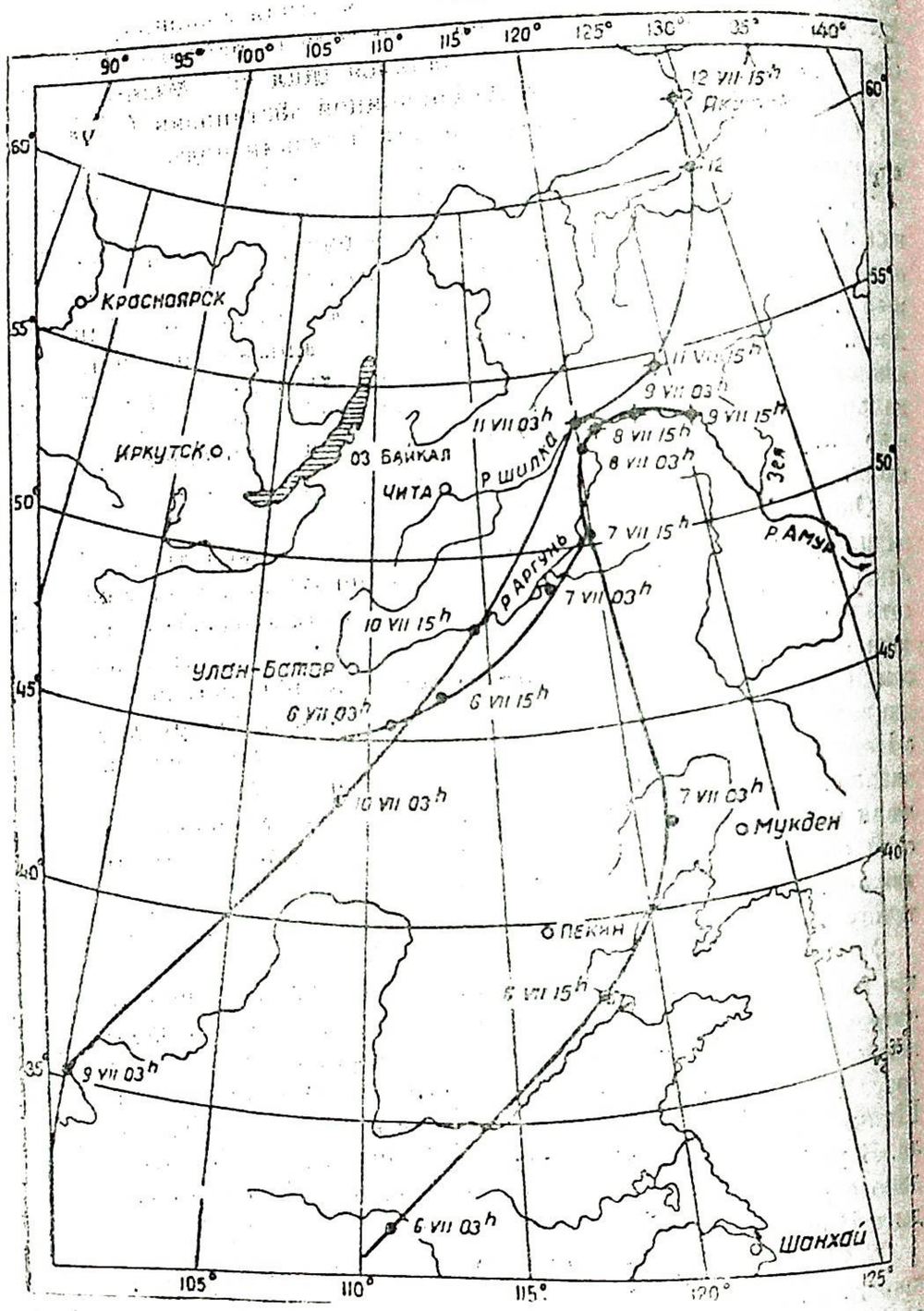


Рис. 1. Траектории циклонов, обусловивших наводнение на Амуре в июле 1958 г.

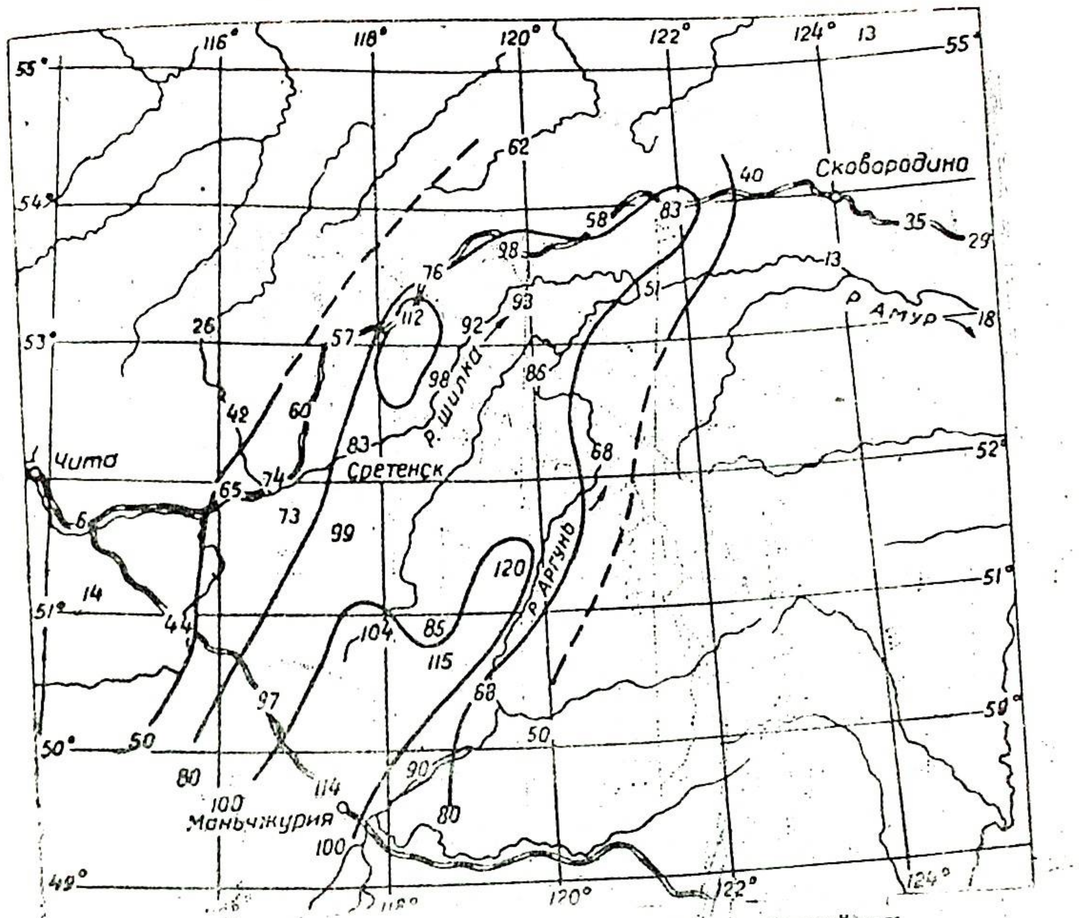


Рис. 2. Количество осадков, выпавших в бассейнах рр. Шилки и Аргуни 7—8 июля 1958 г. (мм)

Повышение уровня в верховьях Амура прекратилось 10 июля. В это время вновь произошел подъем с юга полярно-фронтового циклона. В результате регенерации циклона на арктическом фронте 10—11 июля в тех же районах, что и ранее, снова прошли сильные ливни — выпало около 50—70 мм осадков (рис. 3). Уровень Амура у с. Покровки начал повышаться и к 13 июля достиг отметки 1 239 см, т. е. значительно превысил отмеченный за период наблюдений 1896—1958 гг. наивысший уровень (979 см). Максимальный расход воды 13 июля составил 19 800 м³/сек., из которого две трети образовал сток Шилки: 12 июля максимальному расходу Шилки у с. Чусовая 13 100 м³/сек. соответствовал максимальный расход Аргуни у Урюпино 5 130 м³/сек.

Вечером 11 июля гребень первой волны подошел к Джалинде, где уровень воды по водомерному посту достиг отметки 982 см. В течение 12 июля вода шла на убыль по 1—2 см/час.

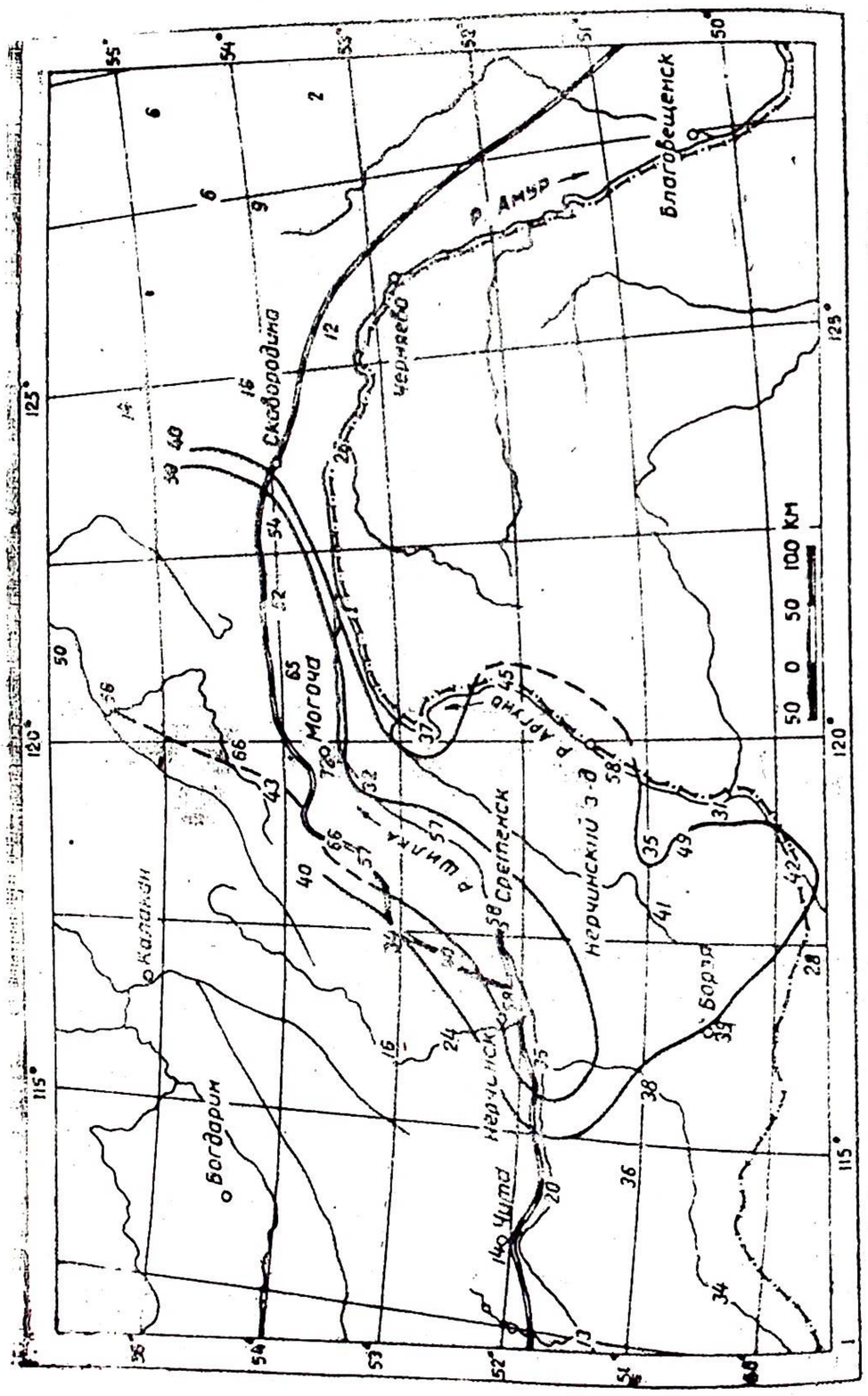


Рис. 3. Осадки, выпавшие в бассейнах рр. Шилки и Аргуни 10—11 июля 1958 г. (мм).

Подход волны, сформированной осадками 10—11 июля, вызвал новый подъем. К 12 часам 14 июля уровень воды достиг отметки 1 138 см (наблюдавшийся за все прошлые годы наивысший уровень составлял 831 см).

14 июля в верховьях Амура начался спад.

Вот как описывает состояние острова в районе Джалинды после спада воды начальник гидрометстанции Джалинда А. Шильдяев.

С полей почва совершенно смыта водой, осталась галька, масса вымытых камней, появились выбоины (ямы). С западной стороны острова от реки смыло около 20 га земли, с северо-восточной части острова на площади около 10 га нанесло слой песка мощностью в 1 м. Без соответствующей подготовительной работы — уборка наносника, камней, внесение удобрений — почва к использованию под посевы не пригодна. На сенокосных угодьях благодаря хорошо развитой корневой системы трав почва сохранилась. Совершенно изменилась конфигурация острова. Остров оказался разбитым на участки целым рядом проток. При уровне воды по водомерному посту Джалинда 346 см глубина образовавшихся проток достигала 1,2—2,0 м, ширина от 60 до 120 м.

В с. Черняево затопление первой от Амура набережной улицы произошло в течение 6 часов 12 июля. Днем 15 июля вода вышла на вторую улицу. Закончился подъем воды 16 июля. Уровень воды по водомерному посту Черняево достиг отметки 1183 см (до 1958 г. наивысший уровень — 861 см — в Черняево наблюдался в 1914 г.). Кроме этого села, в Тыгдинском районе частичному затоплению подвергались Толбузино, Ольгино, Калиновка, Кузнецово, Смирновка, Усть-Ольга, Мунгалово, Торой, Ермаково.

На нижележащем участке Амура в районе с. Кумары события развивались в следующей последовательности (сведения техника-гидролога гидрометстанции Кумара Г. Г. Богуславского). 10 июля, когда пришло предупреждение о предстоящем наводнении, уровень Амура, остававшегося в основном русле, падал. С получением предупреждения начались работы по подготовке к паводку. Было поднято сено на высоту, соответствующую уровню воды 1 050 см по водомерному посту Кумара. На лесной бирже в с. Усть-Берея произведена обоновка всего лесосклада. Путем нивелировки уточнялась зона возможного затопления.

Подъем начался 11 июля. Сперва замедленный—2—3 см/час, он достиг к концу дня интенсивности —7—8 см/час. 12 июля во второй половине дня стала затапливаться целина, поднимаемая

в пойме. 13 июля на реке шел, разбросанный наводнением, заготовленный где-то вверху лес, вечером пронесло сорванный паром. После определения зоны затопления эвакуировано население с. Усть-Берея. 14 июля к 12 часам почти полностью затопило сенокосные угодья и многие пашни. 15 июля к 10 часам в с. Усть-Берея затопило лесной склад, лес всплыл, но благодаря принятым мерам удерживался боном. В Кумаре началось затопление жилых домов, складов. 16 и 17 июля подъем уровня продолжался и достиг отметки 1227 см (наивысший уровень до 1958 г. — 956 см).

У г. Благовещенска 17 июля уровень повышался с интенсивностью около 3 см/час, в районе р. Бухановки вода начала проникать на улицы. Ниже устья р. Зеи от с. Гродеково до с. Поярково наблюдалась относительно спокойная обстановка. Вода подтопила лишь низкую пойму и часть сенокосных угодий. Однако прогноз паводка предвещал подъем, превышающий уровень 1928 г. когда две трети Благовещенска было затоплено и по улицам ходили катера. В городе, готовившемся отпраздновать свое столетие, уже работала чрезвычайная комиссия по борьбе с наводнением. Героическим трудом всего населения, при помощи большого количества техники создавалась дамба, призванная защитить город.

Авиаразведка, произведенная 18 июля, показала, что на участке от с. Кани-Курган (несколько ниже устья р. Зея) до с. Константиновка происходило общее затопление поймы. На многих участках вода надвигалась на прилегающие районы поймы. Были подтоплены с. Кани-Курган, близлежащие посевы, началось затопление дороги с. Кани-Курган — с. Гродеково. Вода входила на улицы с. Гродеково. Было окружено водой с. Корфовское. Аналогичная обстановка наблюдалась и ниже по течению у с. Константиновка, где начало подтапливать улицы, топило огороды. Со стороны Амура и с запада вода удерживалась дамбой. Вода подходила к сс. Орловка, Ново-Петровка.

Общие метеорологические условия в бассейне Амура оставались крайне напряженными. Над восточными районами Азии устойчиво сохранялся высотный гребень. По его западной периферии на бассейн Амура продолжался вынос теплых влажных масс воздуха.

Около 14 июля с районов Монголии начался выход очередного циклона. В отличие от предшествующего циклогенеза, развивавшегося на полярном фронте (6—9, 10—11 июля), циклогенез 14—17 июля на квазиполярном фронте был менее активен. В течение 14—16 июля слабой депрессией были охва-

чены бассейны рр. Шилки, Аргуни, Зеи, районы Верхнего Амура. Повсеместно шли дожди. Значительное количество осадков — по отдельным станциям 50—60 мм — вновь выпало в бассейн Шилки. В результате формирования нового паводка на Верхнем Амуре от с. Покровки до с. Черняево после трехдневного спада наблюдался кратковременный подъем, однако без превышения ранее наблюдавшихся максимальных уровней.

Около 16—17 июля в результате окклюдирования[1] и смещения циклона к востоку началось формирование паводка в бассейне Зеи.

Выше впадения р. Селемджи на р. Зее паводок не превышал обычного; во время прохождения его гребня подвергались затоплению лишь наиболее низкие места поймы. Но на левом притоке Зеи — р. Селемдже — складывались исключительно тяжелые условия. При окклюдировании циклона у точки окклюзии в районе с. Экимчан 15—16 июля выпало более 100 мм осадков и в том числе 72 мм в течение одних суток. Хотя интенсивные осадки и занимали ограниченную площадь, но в условиях горного рельефа они сформировали катастрофический паводок. Так возник новый очаг наводнения в северных районах Амурской области.

Смещаясь вниз по течению, катастрофический паводок, двигавшийся с Селемджи, вызвал разлив Зеи в нижнем течении. В конце второй декады июля началось затопление посевов и прибрежных сел в низовьях Зеи, где расположены крупнейшие сельскохозяйственные районы Приамурья.

К г. Благовещенску приближались две волны — с Верхнего Амура и с Зеи. К их подходу в невиданно короткий срок за 1,5 суток вокруг города на протяжении 17 км была создана дамба из гравия, песка, мешков с землей. В ночь на 19 июля уровень воды стал приближаться к отметке наводнения 1928 г. Напор воды на дамбу на многих участках достигал 1,0—2,0 м, а в районе р. Бурхановки с внешней стороны дамбы вода поднялась до уровня крыш одноэтажных домов. Вода дважды прорывалась в районе лесозавода, куда не могли подойти автомашины, просачивалась на многих участках семнадцатикилометрового полотна дамбы, фонтанировала из водосточных коллекторов, но повсеместно была отражена.

20 июля к городу подошел гребень паводка с Верхнего Амура. Выше Благовещенска (у с. Сергеевка) начался уже медленный спад, но уровень Зеи от г. Зеи и вниз по течению продолжал повышаться. Однако, как уже указывалось, паводок

[1] Смыкание холодного фронта циклона с теплым фронтом, приводящее к заполнению циклона холодным воздухом.

Верхнего Амура по своим размерам был значительно больше паводка р. Зеи (приблизительное соотношение 2,3 : 1), и по этой причине с подходом гребня амурской волны подъем уровня воды у г. Благовещенска как на Амуре, так и на Зее прекратился. Максимальный уровень по водомерному посту на Амуре достиг отметки 895 см, превысив уровень наводнения 1928 г. на 37 см. За период водомерных наблюдений у Благовещенска (с 1895 г.) уровень 1958 г. оказался наивысшим. По литературным источникам (Шперк. Россия Дальнего Востока, изд. 1885 г.), более сильное наводнение в районе Благовещенска наблюдалось в 1872 г. Путем нивелировки метки затопления установлено, что максимальный уровень воды в наводнение 1872 г. достигал отметки 1 017 см.

21 июля у Благовещенска начался спад по 1—2 см/час; в дальнейшем с прохождением гребня зейского паводка (24—25 июля) интенсивность спада стала быстро возрастать. Угроза затопления города миновала. Центр тяжести наводнения сместился на районы Среднего Амура.

В тяжелом положении оказались прибрежные села в пределах Зейско-Буреинской низменности. Равнинный характер рельефа обусловил здесь значительный разлив Амура. Затоплены были многие сельскохозяйственные площади и населенные пункты — Гродеково, Корфовский, Красное, подвергались затоплению сс. Семидомка, Коврижка, Ново-Петровка, Орловка, Войково.

Поучителен опыт подготовки и борьбы с наводнением в районном центре Амурской области с. Константиновке. С получением предупреждения с 12—13 июля начались работы по эвакуации из затопленных мест материальных ценностей и возведению защитных дамб со стороны Амура, с запада и востока.

15 июля вышедшая из берегов вода залила луговую падь, разделяющую село на две части, затопила на этом участке шоссейную дорогу. К концу суток сообщение между северной и южной частями Константиновки было прервано. К вечеру 18 июля часть жилых домов в районе луговой пади была затоплена, покрылись водой сенокосные угодья.

Дамбы удерживали напор воды до 19 июля, на следующий день началось их разрушение. В 14 часов 20 июля прорвало дамбу в районе нефтебазы, к 18 часам разрушило дамбу в районе стадиона. Приблизительно в 20 часов размыло дамбу и снесло мост в 7,5 км севернее села, и Константиновку полностью окружило водой; с разрушением этого участка дамбы затопило сельскохозяйственные поля севернее села.

Вечером 22 июля была залита южная часть Константиновки. Дамба вокруг северной части села выдержала напор воды, и эта часть Константиновки осталась вне затопления.

Утром 23 июля подъем закончился. Уровень воды достиг отметки 914 см (за период наблюдений с 1934 г. наивысший уровень — 780 см).

Как сообщает начальник гидрометстанции Константиновка т. Юрков, без предварительной подготовки к наводнению Константиновка была бы затоплена полностью. Удалось отстоять северную часть села; несмотря на размыв, дамба вокруг южной части сыграла положительную роль — спасла от смыва значительную часть домов.

В пределах Архаринского района амурским паводком было подтоплено в устье р. Буреи с. Свободное и залиты все примыкающие к селу сенокосные угодья. Во время прохождения гребня паводка с отметкой 1 026 см затопило часть домов и огородов в с. Иннокентьевке. Оказались подтопленными населенные пункты Касаткино, Новопокровка.

В последних числах второй декады июля наводнение стало приближаться к западным районам Хабаровского края. Предупреждение о нем было дано 11 июля — для Еврейской автономной области более чем за 10 дней до наступления бедствия. Заблаговременно принимались меры по эвакуации людей, техники, сена, скота и других ценностей.

К моменту подхода гребня волны возведено было 29,5 км дамб, для постройки которых потребовалось переместить около 236 тыс. м^3 земли.

Выход Амура из берегов в пределах Еврейской автономной области начался около 17 июля в Сталинском районе и около 20 июля в районе с. Ленинского. Во время прохождения гребня волны с отметкой уровня 1 767 см третья часть с. Пашково и почти все огороды были затоплены.

Почти до конца месяца удерживала напор воды дамба у с. Сталинска. Лишь 28 июля при уровне 1 080 см по водомерному посту Сталинск дамбу разрушило.

Авиаразведка, проведенная сотрудниками Управления гидрометслужбы Дальнего Востока, 1 августа, когда гребень паводка спустился несколько ниже Сталинска, показала, что граница разлива проходила через с. Пузино к южной окраине с. Благословенного, на с. Венцелево, с. Доброе и далее к востоку несколько севернее пос. Нового. От с. Нового до с. Ленинского граница разлива находилась приблизительно по шоссейной дороге Новое-Ленинское, отклоняясь к югу от шоссе на небольшом участке в районе с. Кукелево.

Гребень паводка к селу Ленинскому подошел 2 августа с отметкой максимального уровня 875 см. Для предохранения от затопления вокруг Верхне-Ленинского была создана земляная дамба. Поэтому эта часть поселка осталась не подтопленной. Средне-Ленинское было затоплено.

Вследствие пониженной водности на р. Уссури паводок у г. Хабаровска лишь на 76 см превысил среднее многолетнее значение максимального уровня. Начиная от Хабаровска и до устья реки наводнение было менее значительным. На этом участке подвергалась затоплению пойма Амура, частично подтапливались некоторые населенные пункты. Но размеры затопления безусловно были неизмеримо меньше, чем на Среднем и особенно Верхнем Амуре. В первых числах сентября, т. е. по истечению почти двух месяцев с начала формирования, гребень паводка прошел устье Амура. Вскоре освободились от воды пойма последнего приустьевого участка реки. Амур повсеместно вошел в основное русло. Отметки уровней Амура во время наводнения 1958 г. приведены в таблице 1.

Наводнение 1958 г. еще раз подчеркнуло необходимость развития работ по зарегулированию стока в Верхнем Амуре и Зее.

Таблица 1

Уровни р. Амура во время наводнения летом 1958 г.

Пункт	Перед началом подъема		Максимальный подъем		Величина подъема за период паводка	Продолжительность подъема в днях	Отметка уровня воды соотв. выходу воды на пойму	Отметка нуля граф. вод. поста в системе абс. отм. над уровн. Балт. моря	Число лет наблюдений	Обеспеченность максимума уровня воды 1958 г. (%)
	уровень	дата	уровень	дата						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Покровка	269	7.VII	1 239	13.VII	970	6	600	301,99	63	1,10
Игнашино			1 135	13.VII			—	285,04	—	—
Джалинда	300	8.VII	1 138	14.VII	838	6	510	250,95	48	1,44
Бейтоново	572	9.VII	1 307	14.VII	735	5	—	233,31	—	—
Черняево	282	9.VII	1 183	16.VII	901	7	637	199,53	61	1,14
Кумара	243	8.VII	1 227	18.VII	984	10	494	160,68	61	1,14
Сергеевка	240	8.VII	961	19.VII	721	11	487	133,47	—	—
Благовещенск	288	7.VII	895	20, 21.VII	607	13	450	120,11	51	1,36
Гродеково	554	7.VII	1 202	21.VII	648	14	—	114,86	—	—
Константиновка	359	7.VII	914	23, 24.VII	555	16	621	107,87	—	—
Пояркова[1]	303	8.VII	873	25.VII	570	17	500	102,16	—	—
Иннокентьевка	486	8.VII	1 026	26, 27.VII	540	18	636	87,87	64	2,64
Пашково	962	9.VII	1 767	29, 30.VII	805	20	1 355	72,78	—	—
Помпеевка	683	9.VII	1 479	30.VII	796	21		67,27	—	—
Екатерино-Никольское	484	9.VII	1 065	30, 31.VII	581	21	900	56,62	62	2,72
Сталинск	656	10.VII	1 090	30, 31.VII	434	20	800	50,65	—	—
Ленинск	500	11.VII	875	2, 3.VIII	375	22	620	44,11	53	12,5
Нижне-Спасск	229	12.VII	507	6, 7.VIII	278	25		34,58	—	—

[1] Протока Поярковская.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Казакевичево[1]	700	17.VII	961	8, 9.VII	261	22		27,88	—	—
Хабаровск	257	13.VII	526	8.VIII	269	26	300	31,15	64	25,9
Елабуга	305	14.VII	531	11.VIII	226	28	300	25,95	—	—
Троицкое	223	16.VII	400	15—17.VIII	177	30	250	20,98	—	—
Малмыж	262	19.VII	478	17, 18.VIII	216	29	270	17,35	—	—
Вознесенское	1 010	19.VII	1 242	18, 19.VIII	232	30	1 030	8,20	—	—
Комсомольск	251	21.VII	516	18—21.VIII	265	28	300	13,38	28	34,1
Нижне-Тамбовское[2]	359	21.VII	669	20.VIII	310	30	450	8,68	—	—
Сухановка	317	22.VII	545	23.VIII	228	32	420	6,02	—	—
Софийск	702	26.VII	903	27.VIII	201	32	750	0,16	—	—
Мариинск	214	30.VII	425	26, 28.VIII	211	27	250	3,67	50	41,2
Богородское	212	31.VII	393	29.VIII	181	29	180	1,61	—	—
Воскресенское	169	1.VIII	302	29.VIII	133	28	173	1,51	—	—
Тахта	382	1.VIII	483	29.VIII	101	28	387	—1,33	—	—
Николаевск	116	5.VIII	173	30.VIII	57	25		—0,38	—	—

[1] Протока Амурская

[2] У Нижней Тамбовки и далее по течению за исключением Мариинска уровень воды при вскрытии был выше уровня летнего паводка.

ЗАТОРЫ ЛЬДА В ВЕРХНЕМ ТЕЧЕНИИ АМУРА ВЕСНОЙ 1960 ГОДА

В. В. ЦВЕТОВА,
действительный член Географического общества СССР,
инженер-гидропрогнозист

Ледоход на Амуре обычно начинается в первую очередь в среднем течении, а затем распространяется на верхнее и нижнее течение. Весь процесс вскрытия до полного очищения реки продолжается около месяца. В то время как в верхнем течении только начинаются подвижки, в наиболее южной части среднего течения Амур уже освобождается от льда. Разрыв в сроках вскрытия составляет: между названными районами около десяти суток, между верховьем и участком в районе г. Благовещенска — пять суток, между средним течением и устьевым участком — более 20 дней.

Вскрытие льда на образующих Амур реках проходит или с опережением (нижнее течение Шилки) на два дня или почти одновременно (нижняя часть Аргуни) с вскрытием верхней части Амура.

Средние многолетние сроки вскрытия льда на Амуре и составляющих его реках приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Река	Пункт	Средние многолетние сроки	
		вскрытия	очищения от льда
Шилка	Горбица	30.IV	5.V
Аргунь	Урюпино	2.V	7.V
Амур	Покровка	2.V	10.V
»	Джалинда	4.V	10.V

Река	Пункт	Средние многолетние сроки	
		вскрытия	очищения от льда
Амур	Черняево	4.V	11.V
»	Кумара	3.V	11.V
»	Благовещенск	29.IV	10.V
»	Ек.-Никольское	27.IV	7.V
»	Ленинское	23.IV	2.V
»	Хабаровск	25.IV	1.V
»	Комсомольск	3.V	6.V
»	Николаевск	18.V	21.V

Подвижки льда в верхнем течении Амура начинаются вследствие механического воздействия потока воды. Смещаясь вниз, сформировавшийся на Шилке весенний паводок взламывает лед в верховье Амура. К этому моменту под влиянием адвентивного тепла и солнечной радиации он в значительной мере уже теряет свою прочность. А так как одновременно вскрытие идет от Благовещенска вверх по течению, то лед, идущий с верховьев, серьезных препятствий не встречает.

По этим причинам заторы при нормальных условиях на участке верхнего течения Амура отсутствуют.

Условия предшествовавшие вскрытию льда в 1960 г. обусловили иной характер ледохода. Ледостав в верхнем течении Амура осенью 1959 г. произошел на 3—6 дней позже нормальных сроков при уровнях воды, превышающих норму на 1—2 м. Уровни воды выше нормы сохранились и в течение всей зимы. Погодные условия зимы 1959/60 г. характеризовались низким фоном температуры воздуха и значительными осадками. Количество зимних осадков по районам верхнего течения Амура составляло 150% нормы. Высота снежного покрова была выше обычной на 10—20 см. Средняя температура воздуха за январь 1960 г. оказалась на 2—3° ниже средней многолетней. Относительно высокая температура воздуха сохранялась лишь в феврале. Но с установлением в марте северо-западного переноса воздушных масс температура воздуха вновь понизилась ниже нормы.

В связи с низкой температурой воздуха на Амуре происходило интенсивное нарастание льда. К концу марта толщина его достигала у с. Джалинды 147 см, у с. Черняево — 160 см.

Весна 1960 года была холодной и затяжной. Устойчивый заток холодных масс воздуха, распространявшихся с арктического бассейна в тылу циклонов, смещавшихся по территории Сибири и Дальнего Востока, обусловил в бассейне Амура отрицательную аномалию температуры воздуха в марте и апреле. Температура воздуха по районам верхнего течения Амура была ниже нормы в марте на 2°, в апреле на 3°. Волны тепла, связанные с выносом теплых масс воздуха в передней части циклонов, были кратковременны. Более продолжительное распространение тепла наблюдалось лишь в районах Читинской области.

Переход средней суточной температуры воздуха к положительным значениям в бассейне Амура задержался на 5—10 дней позже нормы. Сход снежного покрова произошел в период 20—25 апреля.

Преобладание облачной погоды и более длительное сохранение снежного покрова привели к тому, что лед к моменту вскрытия Амура оставался прочным, почти не изменившим своей структуры.

Таковы в общих чертах гидрометеорологические условия, сложившиеся к началу процесса вскрытия.

В третьей декаде апреля, при выходе одного из циклонов с районов Сибири на Якутию и с юго-западных районов Монголии на районы Забайкалья, началось интенсивное распространение теплых масс воздуха. 23—27 апреля температура воздуха в бассейне рр. Шилки и Аргуни повысилась до 20 — 22°. 23—26 апреля произошло вскрытие этих рек, а 23 апреля у с. Покровки на Амуре образовались разводья. Однако ниже по течению до 25 апреля лед на Амуре оставался неподвижным. Подвижки льда в среднем течении Амура начались 25—27 апреля.

В целом вскрытие Амура проходило необычно. Лед, смещающийся по рр. Шилке и Аргуни, встречая на своем пути прочный, неподвижный покров в верховье Амура, начал забивать его русло.

25 апреля у с. Покровки начался сплошной ледоход, но движение его было непродолжительным. Ниже с. Покровки на протяжении 20 км образовался затор льда. Уровень воды у с. Покровки повысился на 475 см, нижнюю часть села подтопило, и вода вышла на пойму, разнося по ней большое количество льда.

Затор продержался около суток, пока напор массы воды его не разрушил.

Сформировавшаяся волна начала смещаться вниз по течению, взламывая лед и затопляя пойму. Новый затор образовался в ночь с 27 на 28 апреля между селами Джалинда и Албазино. По мощности он значительно превосходил затор у с. Покровки. Уровень воды у с. Джалинды с 8 часов утра 27/IV до 8 часов утра 28/IV повысился на 938 см, причем наиболее интенсивный подъем происходил в течение ночи. Максимальный же уровень воды, по наблюдениям водомерного поста у с. Джалинда, достиг отметки 1 356 см над нулем графика, превысив все ранее наблюдавшиеся отметки.

Усиливаясь, затор льда распространялся вверх до с. Орловки и вниз по течению до с. Воскресеновки. Таким образом весь участок Амура на расстоянии 35 км был забит льдом. Высота ледяных нагромождений в отдельных местах достигала 6 м. Затор льда у с. Джалинды удерживался в течение двенадцати суток.

Все эти дни уровень воды в Амуре оставался высоким. Пойма Амура и часть села Джалинды были затоплены.

Применение технических средств позволило в первые же сутки несколько ослабить затор льда у Джалинды. Уровень воды к утру 29 апреля понизился приблизительно на 1 м, дальнейшее разрушение затора происходило медленно. Окончательно он разрушился 10—11 мая. Уровень воды за эти двое суток понизился на 445 см.

Менее мощные заторы льда наблюдались весной 1960 г. в районах сс. Бейтоново, Перемыкино, Бекетово, Толбузино, Ольгино, Черняево и Ново-Воскресеновка. Эти заторы разрушались при помощи авиации; продолжительность их не превышала трех суток.

Следующий мощный затор льда протяженностью 18—20 км образовался с 1 на 2 мая между сс. Сергеевка и Марково. Уровень воды, по наблюдениям в 8 часов 1 мая на водпосту у с. Сергеевки, имел отметку 335 см и к середине дня 2 мая повысился до отметки 954 см. Вода вышла на пойму, затоплению подверглись низкорасположенные улицы сс. Марково, Сергеевка и Игнатьево.

В связи с тем, что на нижележащих участках Амура лед был взломан местными подвижками, а первоначальная прочность льда под действием тепла ослабла, затор льда между сс. Сергеевка и Марково продержался всего лишь около 3 суток. В ликвидации его положительную роль сыграли взрывные работы, проводившиеся авиацией.

Величина подъема уровня Амура во время заторов в верхнем течении Амура и многолетняя характеристика уровней приводятся в таблице 2.

Таблица 2

	Максимальный уровень воды в период ледохода весной 1960 г.		Многолетняя характеристика максимальных уровней воды в период весеннего ледохода до 1960 г.			Превышение максимальн. уровня в период ледохода весной 1960 г. над средним многолетним
	уровень воды	дата	наивысший	средний	наименьший	
1	2	3	4	5	6	7
Покровка	866	26.IV	845	468	166	+398
Джалинда	1 356	28.IV	1 100	499	167	+857
Черняево	802	30.IV	790	407	214	+395
Кумара	682	2.V	815	355	90	+327
Сергеевка	956	2.V	553	361	123	+595
Благовещенск	529	4.V	728	329	18	+200

Все уровни воды за 1960 г. приведены по телеграфным данным.

Как видно из таблицы 2, заторы льда в верхнем течении Амура весной 1960 г. сопровождались исключительно высокими уровнями воды, превышавшими средние многолетние уровни воды во время весеннего ледохода на 2—8,6 метра.

ПОПЕРЕЧНЫЕ ТЕЧЕНИЯ НА КАЙДАНОВСКИХ ПЕРЕКАТАХ НИЖНЕГО АМУРА

И. А. СОЛОВЬЕВ,
действительный член Географического общества СССР

Отсутствие каких-либо публикаций по вопросу о поперечных течениях на р. Амур затрудняет исследования и проектировки, связанные с русловым процессом. Без учета поперечных течений невозможно выяснение и тем более предвидение процессов переформирования речного аллювия, от которых, в частности, зависит надежность судового пути. Такое положение побудило автора опубликовать материалы четырех серий гидрометрических измерений, выполненных на Кайдановских перекатах посредством бифилярных подвесов с одновременной съемкой продольных скоростей течения. Наблюдения производились в 1939—1941 гг. на семи гидростворах при уровнях от 13,3 до 17,1 м (рис. 1).

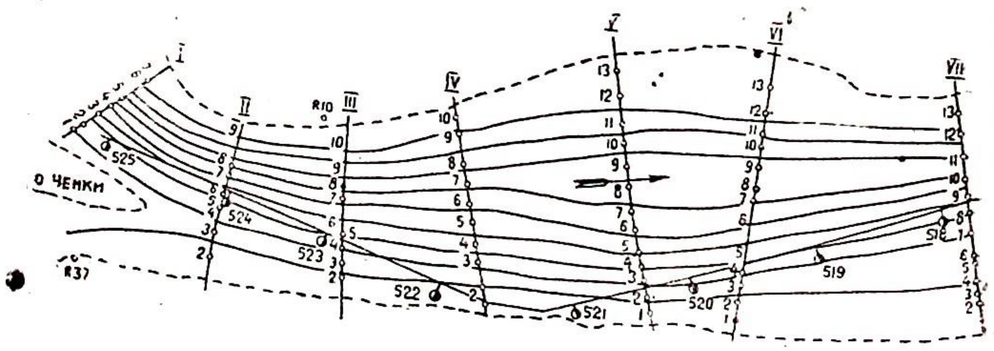


Рис. 1. План течений вдоль Кайдановского переката при Нср. = 13,9 м и среднем расходе воды вдоль каждой струи 790 м³/сек.

I — VII — номера гидростворов; 1—13 — номера гидрометрических вертикалей

В настоящем сообщении поперечные течения рассматриваются вне зависимости от причин их образования. Приняты следующие условные обозначения:

B — ширина потока;
h — глубина;
H — отметка уровня воды;
R — радиус кривизны струй течения;
I — продольный уклон;
Vср. — продольная средняя скорость течения;
Vпов. — поверхностная продольная скорость течения;
Vд. — донная продольная скорость течения;
V — поперечная скорость течения;
Vп — поперечная поверхностная скорость, направленная к правому берегу;
Vл. — поперечная поверхностная скорость, направленная к левому берегу;
Vпд. — поперечная донная скорость, направленная к правому берегу;
Vлд. — поперечная донная скорость, направленная к левому берегу;
Re — число Рейнольдса.

Гидроствор 1 пересекает конечную часть относительно прямого участка русла, где поток слева стеснен выпуклым песчано-гравийным побочнем, а справа — нарастающей нижней частью острова. По сравнению с другими створами здесь наблюдаются повышенные средние скорости течения, устойчивые глубины и корытообразный профиль.

При H = 13,3 м радиус кривизны струй течений от левого к правому берегу возрастает с 2,0 км до 3,0 км. Это показывает, что центробежные силы и поперечные поверхностные скорости течения должны быть направлены к правому берегу. Однако, судя по эпюрам поперечных скоростей течения и отклонений, составляющих поперечных скоростей от среднего направления (рис. 2), лишь на вертикали 1 Vп = 0,06 м/сек. с единым вихрем на всей глубине. Остальные вертикали имеют Vл с максимальным значением 0,14 м/сек. и характеризуются несколькими двойными вихрями по глубине потока.

При H = 13,64 м (рис. 3) струи течений остались почти неизменными, их кривизна увеличилась с R = 2,5 км до R = 3,2 км и Vср. возросла на 0,08 м/сек. Поперечные течения в этих условиях дали Vп и Vлд., охватывающие одним вихрем всю ширину и глубину потока. При этом максимальные V возросли на 0,10 м/сек. и составили Vп = 0,24 м/сек., т. е. достигли 20% от V ср.

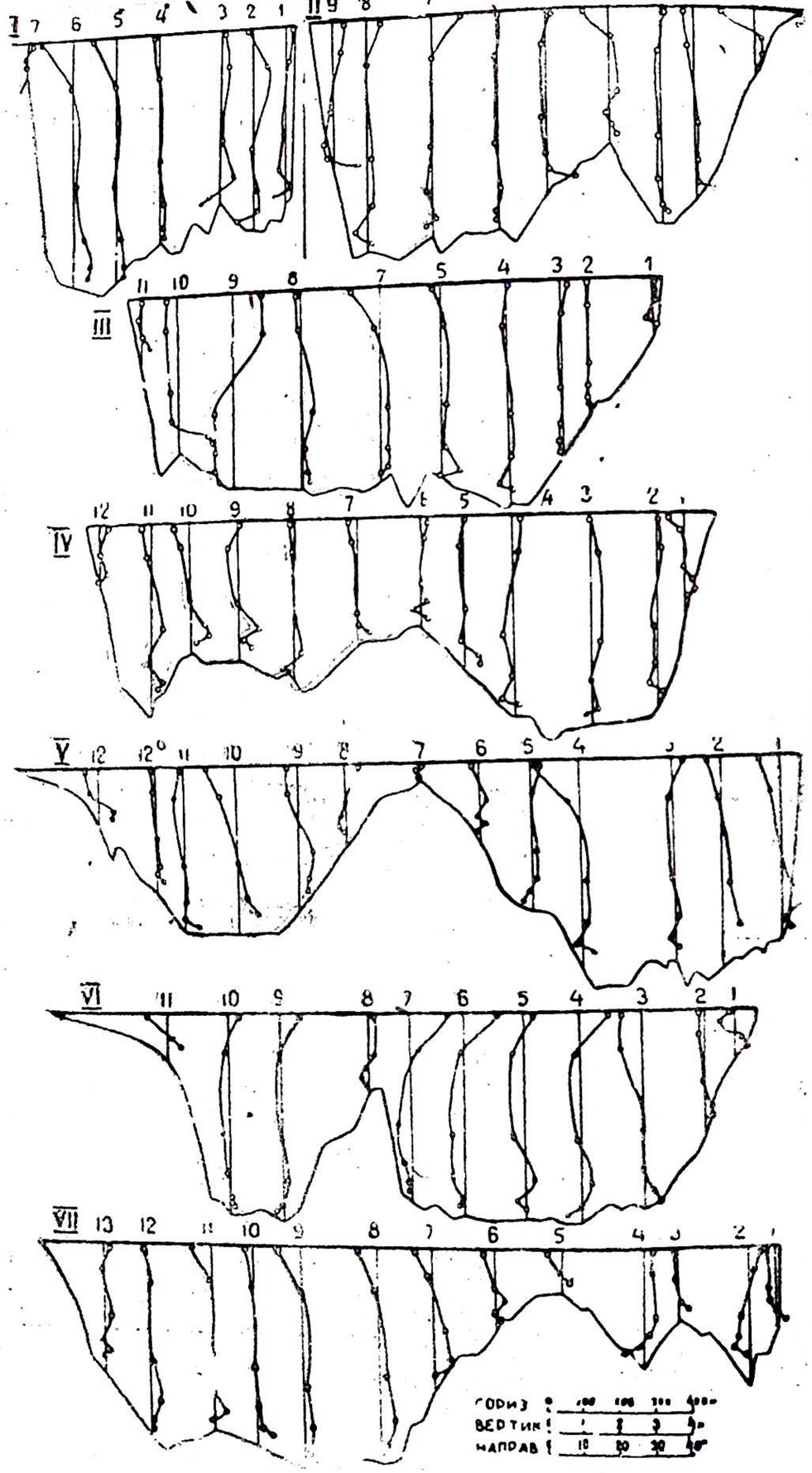


Рис. 2. Эпюры изменения направления скорости течения по глубине вертикалей при изменении Н от 13,3 до 13,89 м.
I — VII — номера гидростворов; 1 — 13 — номера гидрометрических вертикалей.

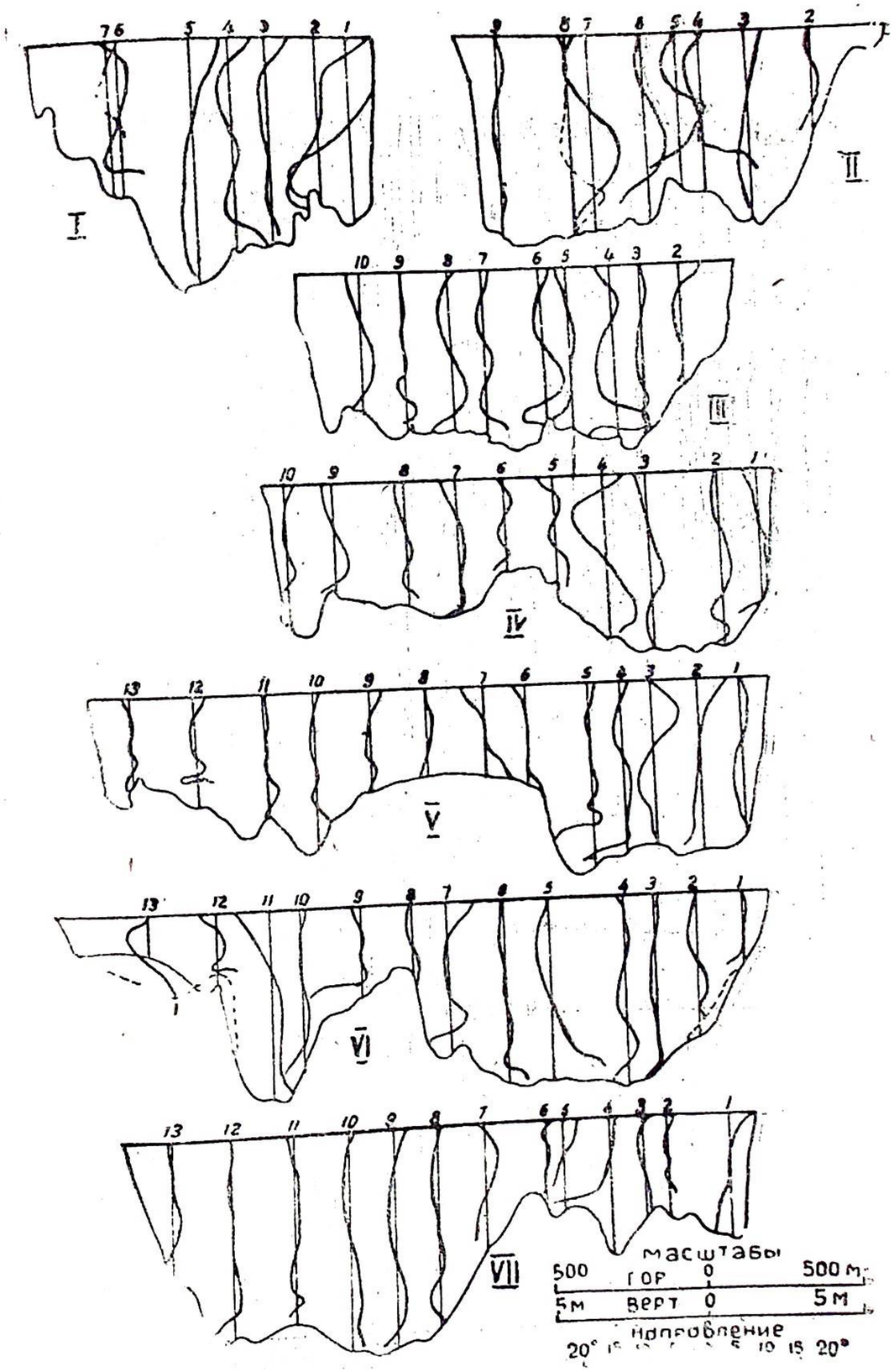


Рис. 3. Эпюры изменения направления скорости течения по глубине вертикалей при изменении Н от 13,62 до 13,92 м.
I — VII — номера гидростворов; 1—13 — номера гидрометрических вертикалей.

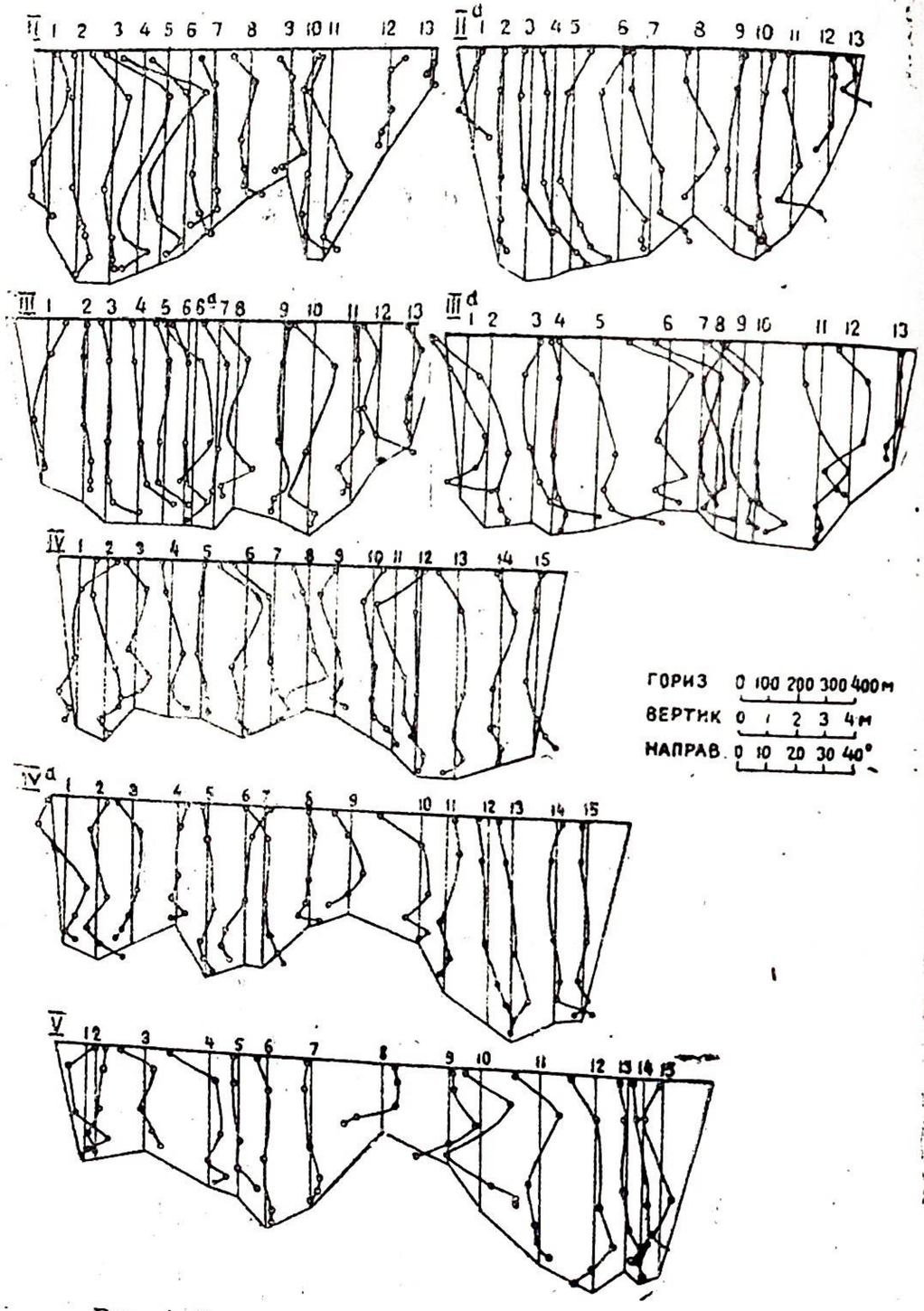


Рис. 4. Эпюры изменения направления скорости течения по глубине вертикалей при изменении H от 14,55 до 14,99 м.

II — V — номера гидростворов; 1—13 — номера гидрометрических вертикалей

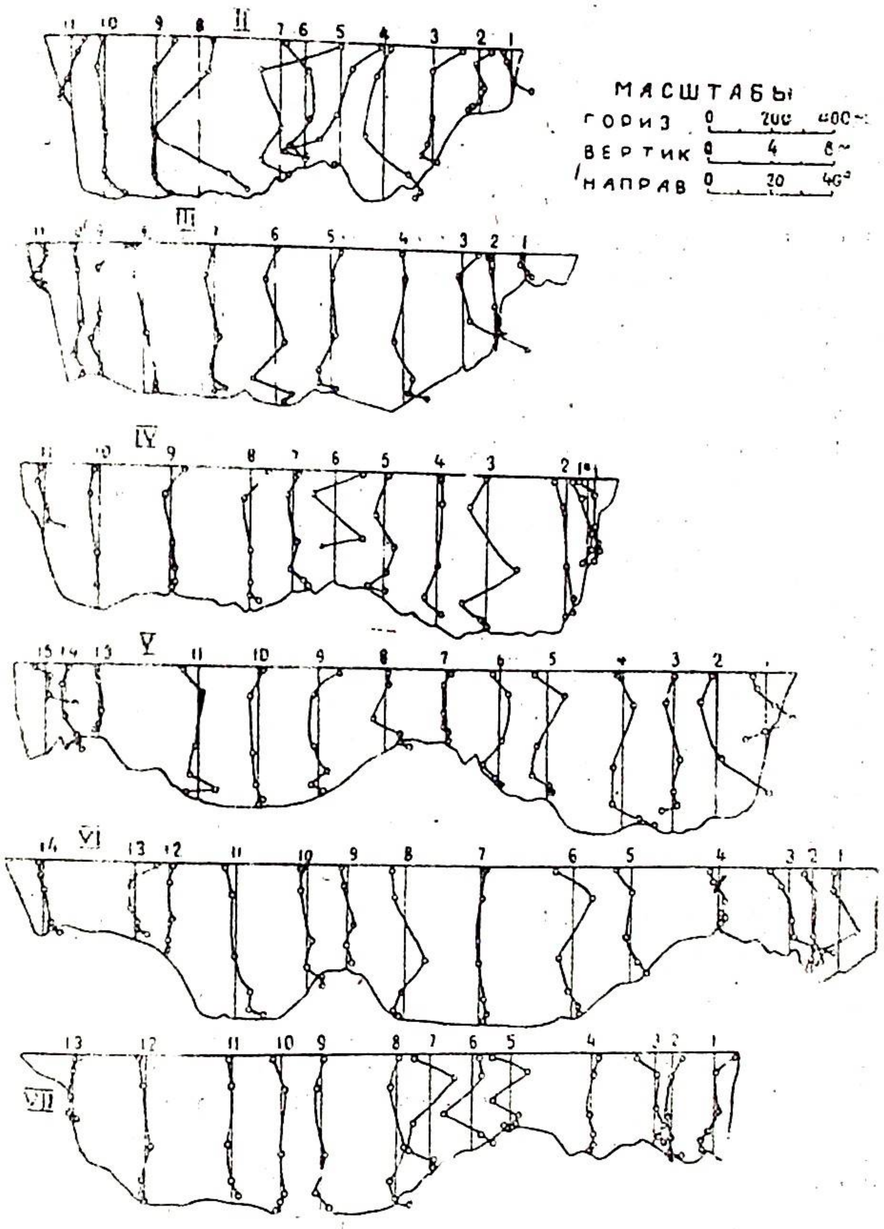


Рис. 5. Эпюры изменения направления скорости течения по глубине вертикалей при изменении H от 17,01 до 17,10 м.

II — VII — номера гидростворов; 1—13 — номера гидрометрических вертикалей.

Таким образом, повышения H на 0,34 м и числа Re с 371 до 623 создали одностороннюю направленность Vп и резко увеличили их. Вместо множества смешанных вихрей образовался единый вихрь, охватывающий поток на ширину до 650 м и на

всю глубину, что привело к интенсивному переносу придонных наносов и углублению левой части русла.

Гидроствор II имеет повышенный расход, слагающийся из расходов гидроствора I и протоки, идущей между островами Ченки и Труд. Левый берег реки — выпуклый, правый прямой. Кривизна струи течения подобная кривизне в гидростворе I при H = 13,4 м (рис. 2) изменяется от R = 2,7 км до R = 4 км (одна правобережная струя выпуклая с R = 4 км). Казалось бы, что в соответствии с этой кривизной как центробежные силы, так и V должны направляться к правому берегу. Однако такая направленность проявляется весьма слабо. Если в левой части русла (вертикаль 9) имеются Vп с единым вихрем по всей глубине, то в большей части русла (за исключением вертикали 2) эпюры обнаруживают несколько вихрей с весьма ослабленными V. Величина Vд по створу не превышает 0,04 м/сек., что составляет лишь 2% от Vср., почему и ограничен поперечный перенос придонных наносов.

При H=13,62 м (рис. 3) струи течений не претерпевают изменений. Однако V увеличиваются и достигают 0,11 м/сек. Эпюры большинства вертикалей, за исключением вертикали 3, обнаруживают несколько двойных вихрей по ширине и глубине потока, причем, если Vд правой части русла вертикали 3 формируют осередок, то остальные его размывают.

При H=14,52 м и H=14,60 м (гидроствор II-а) изгиб струи течений существенно не изменяется. Хотя центробежные силы и поверхностные V должны направляться к правому берегу, на самом деле, судя по эпюрам (рис. 4), почти все вертикали обнаруживают Vл, направленные против центробежных сил. Величина Vл достигает 0,3 м/сек., т. е. до 25% от Vср.

Гидроствор II-а расположен несколько ниже гидроствора II, и наблюдения на нем производились на сутки позднее при H=14,60 м. Но и здесь, хотя в левой части русла и образовался единый мощный вихрь, охватывающий всю глубину и ширину плеса, его вращение и Vл направлены против действия центробежных сил. Это произошло под воздействием ветра, дувшего во время гидрометрических измерений от правого к левому берегу.

При H=14,6 м и Re около 400 проявляется тенденция к упорядочению V и увеличению их абсолютной величины до Vл=0,3 м/сек., что соответствует 25% от Vср. Радиусы вихрей увеличиваются, и один из них начинает охватывать всю ширину и глубину плеса.

При H=17,1 м струи течений на акватории гидроствора II значительно спрямляются, величина R изменяется от 8 км до бесконечности. Это обусловило и сложность V. Несмотря на грубость эпюр (рис. 5),[1] на большинстве вертикалей за исключением 1 и 6 имеются Vп, достигающие 0,15 м/сек. (вертикаль 5), что соответствует 14% от Vпов. Vд на вертикалях 5—8 формируют перекат.

Рассмотрение поперечных скоростей течения по четырем сериям наблюдений на одном и том же створе при разных уровнях воды показывают, что их величина изменяется от 0,002 до 0,30 м/сек., при изменении R от 2,7 км до бесконечности. При этом с повышением H от 13,3 до 17,1 м и Re от 290 до 1 000 структура V претерпевает коренные изменения. С повышением Re от 290 до 500 V повышаются до максимума, вихри приобретают наибольший размер, охватывают всю глубину и ширину плеса и производят наибольший поперечный перенос придонных наносов, образующий осередки и углубляющий плесы.

С повышением H до 17,1 м и Re до 1 000 величины V сокращаются в два—четыре раза, образуется множество смешанных вихрей, как охватывающих всю глубину, так и располагающихся по два—три по глубине потока. Радиус вихрей уменьшается в несколько раз и в несколько раз сокращается поперечный перенос придонных наносов.

Гидроствор III расположен на перевале динамической оси потока и судового хода из левобережного в правобережный плес и пересекает гребень переката. При H=13,6 м кривизна струй вдоль створа от левого выпуклого берега к правому уменьшается с R=2,0 до R=7,0 км.

При H=13,4 м (рис. 2) V закономерно распределяются по глубине каждой вертикали. Однако и здесь V не следуют за направлением центробежных сил. Лишь на вертикалях 3 и 9 обнаруживается Vп, по остальным же отмечается Vл. Вихри охватывают всю глубину потока с максимальным Vп=0,13 м/сек. При повышении уровня до 13,62 м (рис. 3) таких вихрей уже не остается. Вертикали обнаруживают серию двойных и даже тройных вихрей с разнообразными направлениями V.

С повышением H до 14,67 м (рис. 4) происходит некоторое упорядочение V, хотя они и не следуют за направлением центробежных сил. Вертикали 2 и 6 обнаруживают наличие единого вихря, охватывающего всю глубину и ширину потока до 500 м. При этом величина Vл достигает 0,18 м/сек. Здесь Vпд оказывают существенное влияние на поперечный перенос придонных наносов и углубление русла особенно в левой его части. На Vл вертикалей 5—8 также отражается влияние ветра, поэтому эпюры этих вертикалей не приняты в расчет.

[1] Из-за больших глубин бифилярный подвес, которым определялось направление течений, очевидно, давал существенные искажения, особенно в придонных слоях потока, что особо заметно на вертикалях 7 и 8.

При повышении уровня до H=17,1 м струи течения на экватории гидроствора III значительно спрямляются и изменяются от R=5 км до R=∼ Несмотря на повышение Vср., с сокращением кривизны струй уменьшились максимальные V до Vл=0,07 и Vп=0,08 м/сек. При этом по ширине русла наблюдаются как вихри, охватывающие всю глубину потока, так и располагающиеся по два и даже по три вихря по глубине вертикали. В связи с малыми V поперечный перенос придонных наносов значительно ослаблен.

Таким сбразом, четыре серии наблюдений на гидростворе III показывают, что при малых уровнях V ослаблены и по сечению потока разбиваются на ряд смешанных вихрей с разнообразными направлениями вращений. С повышением отметки уровня приблизительно до H=15 м при Re около 400—500 поперечные течения принимают наибольший размер иVдостигают 15,5—25% от Vср., а единый вихрь может охватывать всю глубину и ширину плеса. При подъеме уровня до 17,1 м и Re около 1 000 V падают в 3—4 раза, а количество смешанных вихрей увеличивается за счет уменьшения их радиусов.

Гидростворы IV и V пересекают осередок, делящий русло почти на равновеликие части. Струи течения в левой части вогнуты к левому берегу, в правой части — к правому, при этом R составляет от 5 км до бесконечности.

При H=13,5 м на гидростворе IV и H=13,61 м на гидростворе V (рис. 2) в левой части русла Vл строго следуют за направлением центробежных сил и достигают 0,12 м/сек. Здесь эпюры вертикалей 7—11 и 9—12 обнаруживают единый вихрь протяженностью не менее 1 500 м, охватывающий всю глубину и ширину (600 м) левого рукава.

В правой части, где R близок к бесконечности, также образовался единый вихрь с Vл, причем величина V достигает 0,065 м/сек. На обоих гидростворах Vд перемещают русло в левый берег.

С повышением H до 13,92 м и далее до 17,1 м струи течения спрямляются, и структура поперечных течений (рис. 3, 4, 5) значительно усложняется. Вместо единых вихрей образуются несколько смешанных как по одному вихрю по всей глубине, так и двойных и даже тройных. При H=17,1 м величина V принимает наименьшие размеры и не превышает 0,08 м/сек.

Гидроствор VI в правой части русла пересекает динамическую ось потока, переходящего от правобережного к левобережному плесу. В левой части русла от осередка динамическая ось идет по прямой вдоль плеса. Струи течений, как и на двух предыдущих створах, вогнуты к правому берегу — в правой

части и к левому берегу — в левой части русла. R изменяется от 8 км до бесконечности.

Эпюры вертикалей, исключая 2, 3 и 11 (рис. 2), обнаруживают по два вихря, расположенных на глубину потока с максимальной Vп=0,14 м/сек., что составляет 17% от Vср. Наличие таких двойных вихрей обусловлено здесь действием силы ветра. На том же гидростворе при H=13,92 м (рис. 3) и при H=17,1 м (рис. 5) эпюры дают серию разнообразных вихрей, как охватывающих всю глубину потока, так и двойных и даже тройных.

Повышение уровня до H=17,1 м значительно уменьшает V, и они не превышают 0,07 м/сек., что соответствует лишь 9% от Vср. Несмотря на весьма неустойчивую структуру V, заметно, что Vд при всех уровнях формируют осередок, за счет чего поддерживаются глубины на этих участках.

Следовательно на этом створе с повышением уровня до H=17 м и Re от 300 до 531 структура поперечных течений значительно осложняется, падают величины V, уменьшаются радиусы вихрей за счет роста их количества и сокращается поперечный перенос придонных наносов.

Гидроствор VII расположен в конце перевала динамической оси потока от правого в левый плес. В нем соединяются два рукава, ранее разделявшиеся осередком. Левобережным затопленным побочнем, расположенным ниже гидроствора, течение отжимается вправо, что создает изгиб струй. Это проявилось в действии центробежных сил и V направленных к левому берегу. Как следствие при H=13,9 м и Re=255 (рис. 2) эпюры вертикалей 5—12 обнаруживают единый вихрь, охватывающий всю глубину и до 1 км ширины потока, с вращением против часовой стрелки. Величины Vл и Vпд на этих вертикалях достигают 0,12 и 0,11 м/сек., что соответствует 12% от Vср.

Повышение уровня отметок до 14,9 (рис. 3) и затем до 17 м (рис. 4) и Re до 579 значительно осложнило структуру течений, образовав вихри, охватывающие всю глубину потока, и смешанные. Максимальная V при H=17 м не превышает 0,04 м/сек., что соответствует лишь 3% от Vпов. С уменьшением V увеличилось количество вихрей по живому сечению за счет уменьшения их радиуса, а следовательно, и уменьшился поперечный перенос придонных наносов.

Анализ поперечных течений потока на Кайдановских перекатах по четырем сериям наблюдений, выполненных на семи гидростворах, позволяет сделать следующие выводы.

1. На любом прямом или криволинейном участке, при любых глубинах Амура всегда существуют поперечные вторичные течения, представляющие вихри различных форм с осями, направленными вдоль потока. Величина их в поперечном разрезе

и по глубине потока бывает самой различной. Ширина вихрей может достигать до 1 км, а величина поперечных скоростей — до 30% средней скорости течения.

2. Поперечные течения, особенно на участках русла с малыми радиусами кривизны, весьма неустойчивы. Незначительное изменение уровня воды может внести существенное нарушение их структуры. С изменением уровня воды, измеряемым метрами, поперечные скорости течений могут не только увеличиться или уменьшиться в несколько раз, но и изменять величину радиусов и количество вихрей в потоке вплоть до перемены своего вращения на обратное.

3. На поперечные течения существенное влияние оказывает сила и направление ветра. Даже на участках реки с большой кривизной русла, где центробежные силы создают единый вихрь по всей глубине и ширине потока, противоположное направление ветра может привести к обратному направлению вращения вихрей поперечного течения и резко увеличить его скорости.

4. Для большинства гидростворов участка исследований отмечены следующие взаимосвязи:

При уровнях воды примерно до 13,5 м и Re около 300 поперечные течения несколько ослаблены, V не превышает 0,14 м/сек., образуются двойные и одинарные вихри, поперечный перенос придонных наносов невелик.

При повышении уровня воды до 15 м и Re до 500 появляются максимальные поперечные течения, наиболее устойчивые, достигающие V=0,3 м/сек. Количество вихрей уменьшается; один вихрь может охватывать всю глубину и ширину потока. Поперечный перенос придонных наносов и деформация русла становятся наибольшими.

С дальнейшим повышением уровня до 17 м и увеличением радиусов кривизны струи вдвое и более и возрастанием Re до 1 000 вихри становятся весьма неустойчивыми, их длина и радиусы уменьшаются в несколько раз, V сокращаются в два—четыре и более раза. Вместо одного вихря, охватывающего всю глубину и ширину плеса, образуется множество смешанных вихрей. В несколько раз уменьшается поперечный перенос придонных наносов, и следовательно, уменьшается поперечная деформация руслового процесса.

5. Неустойчивость поперечных течений может быть плодотворно использована для регулирования глубин на перекатах вдоль судового хода, что еще в тридцатых годах предлагалось для других рек М. В. Потаповым и А. И. Лосиевским. Легкоподвижные направляющие системы М. В. Потапова могли бы сыграть большую роль в углублении судового хода и особенно поддержании прорезей, выполненных вдоль струи.

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТАЛИНСКОГО РАЙОНА ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

З. П. АВДЕИЧИК,
действительный член Географического общества СССР,
инженер-агрометеоролог

Сталинский район (территория 7 тыс. км²) является одним из главнейших сельскохозяйственных районов Хабаровского края. Он располагается на юго-западе Еврейской автономной области. Его северная граница проходит вдоль Помпеевского хребта и верховья р. Биджан, восточная — по долине рр. Луговой и Биджан, западная и южная — совпадают с государственной границей СССР, идущей здесь по р. Амуру.

Северо-западную часть района занимают отроги хребта Малый Хинган (наибольшая вершина г. Царь, 1 014 м), откуда берут свое начало все реки, протекающие по району: Биджан, Большая Самара с притоком Малая Самара, Луговая с притоком Осиновка, Березовая и Помпеевка. Вся остальная территория представляет собой слегка всхолмленную равнину, постепенно понижающуюся к югу.

Климат района, как и всего Дальнего Востока, — муссонный с теплым, богатым осадками летом и холодной ясной зимой. Разница между температурами самого теплого и холодного месяцев составляет 42—46°. На температурный и ветровой режим района оказывает некоторое влияние р. Амур. Так, в Екатерино-Никольском (прибрежье Амура) в первую и вторую декады мая температура воздуха на 0,3—0,5° ниже, чем в центральных районах Еврейской автономной области (Биробиджанское опытное поле), осенью, наоборот, — в Сталинском районе на 0,5—1,0° теплее, чем в Биробиджанском. Ветры в основном дуют по направлению долины Амура, причем наибольшие скорости их отмечаются вдоль поймы реки. Сумма активных температур воз-

духа выше 10° составляет около 2 400° и выше 15°—около 1 996°. Среднее годовое количество осадков составляет по району от 593 (Екатерино-Никольское) до 620 (Хлебный Прииск) мм.

Большое количество тепла и осадков в вегетационный период и его продолжительность, достаточное количество солнечного сияния обусловили пышное развитие растительности. На склонах предгорий среди широколиственных лесов встречается бархат амурский, орех маньчжурский, аралия и другие представители маньчжурской флоры. Травы в центральной и южной, преимущественно безлесной, частях района достигают высоты до 1,5—2 м.

В целом благоприятный для сельского хозяйства климат и наличие больших массивов плодородных земель способствуют развитию в районе высокопродуктивного земледелия и животноводства. Вместе с тем целый ряд климатических особенностей, как это видно из характеристик сезонов, настойчиво требует разработки всей системы агротехники применительно к местным условиям.

Табличные данные, характеризующие температуры воздуха, количество осадков, относительную влажность воздуха, солнечное сияние и фенологические фазы основных сельскохозяйственных культур, приводятся в конце статьи.

Зима. Холодная почти бесснежная зима, продолжающаяся около пяти месяцев, создает неблагоприятную обстановку для озимых культур и многолетних трав. Этот сезон отмечается наибольшей повторяемостью сухих холодных ветров северных и северо-западных направлений (зимний муссон) и довольно глубоким (2,5 м) промерзанием почвы.

Переход среднесуточной температуры воздуха через 0° раньше всего происходит в северо-западной горной части района. На юге (Екатерино-Никольское) зимний сезон обычно наступает в середине третьей декады октября и продолжается до середины первой декады апреля. Самым холодным месяцем является январь, и, особенно, его первая декада, причем на юге средняя температура месяца составляет —21°, на северо-западе —25°. В отдельные годы в декабре — феврале морозы достигают — 39—40° — на юге района и — 42—44° — на северо-западе. В марте абсолютный минимум температуры воздуха может понижаться до — 32—35°. Даже в начале апреля нередки «возвраты холодов», связанные с вторжением холодных арктических масс воздуха, понижающих иногда температуру воздуха до — 20 — 23° (7).

Средняя минимальная температура воздуха в январе в южной части района достигает —26°, в горной местности (на северо-западе) она может быть ниже. В декабре—феврале иногда происходит резкое повышение температуры воздуха (на

12—20°), вызываемое обычно выносом влажного и теплого морского воздуха умеренных широт (7). Так, температура воздуха в январе может подняться до — 2—5°, а в декабре и феврале — до положительных значений. В зимние месяцы, особенно в феврале, при северо-западных ветрах могут наблюдаться случаи феновых процессов, при которых также отмечается повышение температуры воздуха, что касается относительной влажности воздуха, то она в таких случаях понижается до 30—40% и ниже.

Устойчивое промерзание почвы обычно начинается в ноябре и к концу второй декады достигает глубины 40 см. Наибольшая глубина промерзания (2,5 м) обычно отмечается в феврале, а в некоторые годы, по данным гидрометстанции Екатерино-Никольское, она может составлять 2,8 м. Значительное промерзание почвы объясняется низкими температурами воздуха и малой высотой снежного покрова. В январе и феврале в почве на глубине 40 см удерживается температура порядка —11—12°, на глубине 80 см около —6—7°. В марте на тех же глубинах разница сглаживается, и в среднем температура почвы составляет —5°.

Динамика снежного покрова видна из таблицы 1:

Таблица 1

Высота снежного покрова в см

Месяц	Декада	Екатерино-Никольское	Сталинск	Помпеевка	Хлебный Прииск
Октябрь	I	0[1]	0	0	0
	II	.	0	.	0
	III	.	.	1	2
Ноябрь	I	3	2	3	5
	II	4	5	6	7
	III	6	7	7	10
Декабрь	I	7	6	9	13
	II	9	7	10	13
	III	10	7	12	14
Январь	I	11	10	14	13
	II	12	11	14	12
	III	12	10	16	13
Февраль	I	13	11	17	12
	II	13	10	15	12
	III	11	9	18	13
Март	I	11	8	17	14
	II	11	5	16	12
	III	8	4	10	6
Апрель	I	.	1	4	2
	II	.	1	2	1
	III	.	0	0	0

[1] Высота менее 0,5 см.

Первый снег выпадает обычно в конце октября — начале ноября. Постоянный же снежный покров устанавливается только в середине ноября; в отдельные годы до первой декады, а иногда и до конца декабря наблюдается бесснежье (Хлебный Прииск). Окончательно снег сходит в первой половине, а иногда и в первых числах апреля.

Средняя высота покрова возрастает с юго-востока на северо-запад и в январе — феврале в среднем составляет: на равнинной части района около 9—11 см и горной — до 14—18 см. Наибольшей она чаще всего бывает в конце февраля — начале марта. Максимальная высота снежного покрова (от 10—14 до 22 см) отмечалась в 1941/42 году, чаще же зимы оказываются малоснежными, когда даже в январе — феврале снежный покров не превышает 4—7 см.

Малоснежность зимнего периода связана с тем, что в эту пору выпадает наименьшее количество осадков — около 5—7% их годового количества. В начале ноября и конце марта иногда бывает дождь или мокрый снег. По месяцам осадки распределяются следующим образом:

Таблица 2

	Сумма осадков в мм						% от годов. колич.	Число дней с осадками за XI—III
	XI	XII	I	II	III	за XI—III		
Хлебный Прииск	10	5	3	4	8	30	4,8	—
Екатерино-Никольское	17	8	6	4	9	44	7,4	26
Помпеевка	14	8	5	5	10	42	7,0	33

Зимы в районе солнечные, облачность в это время наименьшая, в среднем наблюдается около 56% ясных дней. Продолжительность солнечного сияния, — выраженная в процентах к теоретически возможной на данной широте, в Сталинском районе составляет 70%, в то же время в Ташкенте — 40—50%, а в Полтаве только 27% (5).

Ветры господствуют зимой западной и северной составляющей. Северо-западную часть района (Помпеевка) от северных ветров прикрывают горные хребты, и там зимой преобладают северо-западные и западные ветры, в Екатерино-Никольском же отмечается большой процент ветров северного румба.

Наибольшие скорости ветра в районе бывают зимой и весной, причем повторяемость сильных ветров в равнинной части района больше, чем в горной, это ведет к сдуванию снега с полей и более быстрому иссушению почвы весной. Среднемесячная скорость ветра в равнинной части (Екатерино-Никольское) достигает 4—4,5 м/сек., в горной части района — 1,5—2,0 м/сек. (Помпеевка).

Весна. Переход средней суточной температуры через 0° — наступление весны в районе происходит обычно в середине первой декады апреля. По наблюдениям гидрометстанции Екатерино-Никольское, средняя продолжительность весеннего периода со средней суточной температурой воздуха от 0 до 5° составляет 13 дней, от 5 до 10° — 20 дней, от 10 до 15° — 26 дней. Повышение температуры воздуха в начале весны идет довольно быстро, а затем замедляется.

Ход весны на территории Сталинского района можно представить темпами накопления сумм положительных температур выше 0° и выше 5° по гидрометстанции Екатерино-Никольское (см. таблицу 3).

Таблица 3

	на 20. IV	на 30. IV	на 10. V	на 20. V	на 31. V	на 10.VI
Выше 0°						
Среднее многолетнее (1940—1957 гг.)	55	118	210	323	479	632
Выше 5°						
Среднее многолетнее (1940—1957 гг.)	10	29	75	136	236	344
Выше 5°						
Наибольшая (1950 г.)	31	63	138	195	299	415
Выше 5°						
Наименьшая (1942 г.)	2	22	66	101	182	270

Как видно из таблицы, темпы накопления температуры выше 5° по годам могут сильно варьировать.

Заморозки в воздухе обычно заканчиваются в конце первой декады мая, одновременно с переходом среднесуточной температуры воздуха через 10°. Самая ранняя дата прекращения заморозков в воздухе в южной части района — 4.V, в горной северо-западной — 11.V; самая поздняя дата на юге — 22.V, на северо-западе — 30.V. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 146 и 127 дней.

Устойчивое оттаивание почвы весной начинается с перехода среднесуточных температур к положительным значениям. В третьей декаде апреля верхний слой почвы (до глубины 10 см) обычно успевает прогреться до 4—5°. Ход прогревания почвы в мае, по данным десяти—двенадцатилетних наблюдений гидрометстанции Екатерино-Никольское, представлен в таблице 4:

Таблица 4

Глубины	Температура почвы в градусах на:						
	1. V	5. V	10. V	15. V	20. V	25. V	31.V
10 см	6,3	8,2	9,2	9,3	11,8	13,0	13,1
20 см	5,1	6,1	6,4	7,7	9,8	10,8	12,3

В северной и центральной части района, где преобладают тяжелые суглинистые почвы, прогревание почвы по сравнению с легкими почвами поймы Амура происходит медленнее.

В конце мая почва оттаивает полностью.

Число дней с осадками и сумма их от апреля к маю (см. таблицу 5) увеличивается почти вдвое.

Таблица 5

Гидрометстанции	Число дней с осадками более (в мм)						Сумма осадков за месяц	В % от годового количества
	0,1	0,5	1	2	5	10		
Апрель								
Помпеевка	7	5	4	4	2	1	27	4,6
Екатерино-Никольское	8	7	5	4	2	1	23	3,9
Май								
Помпеевка	12	8	8	7	3	1	48	8,0
Екатерино-Никольское	12	10	8	7	4	2	67	11,3

В первую половину весны обычно выпадает снег, перемеживающийся с дождем или совместно с ним («мокрый снег»).

Из-за малой высоты снежного покрова и быстрого схода его при значительном коэффициенте стока запасы почвенной влаги на весну в основном определяются осенними влагозапасами. В среднем запасы продуктивной влаги на легких суглинистых почвах, по данным ГМС Екатерино-Никольское, в третьей декаде апреля — первой декаде мая вполне достаточные и составляют: в слое 0—20 см около 25—35 мм, в слое 0—50 см — 60—80 мм. Весенние паводки на Амуре бывают невысокими и только в отдельные годы оказывают вредное влияние на сельское хозяйство района.

Весной облачность, по сравнению с зимним сезоном, сильно увеличивается, число ясных дней уменьшается до 30%, а пасмурных — возрастает и составляет 47%.

В апреле — мае наблюдаются наименьшие значения относительной влажности воздуха (69—70%).

Наряду с большой повторяемостью восточных и северо-восточных ветров на территории района весной отмечаются сухие и теплые ветры западных и юго-западных направлений. Последние обычно имеют суховейный характер и способствуют значительному иссушению верхних слоев почвы.

В апреле и мае в среднем наблюдаются по 8—9 дней с суховеем в каждом месяце; в целом на весну приходится около 49% общего числа суховеев за вегетационный период (6), в отдельные годы количество суховеев достигает 17 дней в апреле (1946 г.) и 13 дней в мае (1950 г.).

Относительная влажность воздуха в дневное время при суховеях, как видно из таблицы 6, может понижаться до 9 — 10%, а температура воздуха повышаться до 24—30° (6).

Таблица 6

Месяцы	Недостаток насыщения в 13 часов (миллибары)			Относительная влажность воздуха в 13 часов (%)			Температура воздуха в 13 часов (в градусах)		
	норма	максимум	наблюдения	норма	минимум	наблюдения	норма	максимум	наблюдения
Апрель	7,1	24,8	19.IV 1939 г.	57	10	20.IV 1950 г.	7,4	23,7	19.IV 1939 г.
Май	11,4	33,1	27.V 1946 г.	54	9	14.V 1947 г.	15,1	29,6	27.V 1938 г.

Относительная влажность воздуха в весенние месяцы при суховеях в 5—6 раз меньше средней многолетней величины, а значения температуры воздуха в 2—3 раза превышают норму.

Средняя скорость весеннего суховея составляет 8 м/сек. Однако нередко она повышается до 10 м/сек. и более. Максимальное количество таких суховеев за месяц в апреле достигает 5, в мае — 4. По степени интенсивности суховеи Сталинского района относятся в основном к категории слабых и очень слабых (6), но ввиду большой их продолжительности в отдельные годы они оказывают неблагоприятное влияние на сельское хозяйство.

Лето в Сталинском районе наступает в конце первой декады мая и заканчивается в середине третьей декады сентября. Общая его продолжительность около 140 дней.

Как уже указывалось, сумма активных температур (выше 10°) за этот период равна 2400° (среднемноголетняя за 1940—1957 гг.), дни со среднесуточными температурами выше 15° особо благоприятные для вегетации таких теплолюбивых культур, как рис и томаты, начинаются обычно в первой декаде ию-

ня (4.VI). Количество их составляет около 97 с суммой активных температур 1 988°. В отдельные годы сумма активных температур за указанный период варьирует от 1 697° (1941 г.) до 2 347° (1943 г.). Дни со среднесуточной температурой воздуха свыше 20° держатся в июле и первой половине августа (41 день). Наиболее теплым месяцем является июль. Средняя температура воздуха по декадам[1] такова: май: II — 10,5°, III — 13,2°; июнь: I — 15,8°, II — 16,2°, III — 18,6°; июль: I — 19,9°, II — 21,4°, III — 21,7°; август: I — 21,6°, II — 20,4°, III — 18,4°; сентябрь: I — 16,0°, II — 12,5°, III — 10,7°.

Наиболее высокие дневные температуры воздуха отмечаются в июле, причем абсолютные значения их могут достигать 35°, а в июне и августе — до 28—34°. Средний минимум в летний период довольно высокий и колеблется от 11,8° в июле до 15° в августе; в мае и сентябре он равен 5—8°. Число теплых ночей со средней минимальной температурой — 4—5° в Екатерино-Никольске составляет около 138 (2); в других районах ЕАО число их гораздо меньше и колеблется от 114 дней в Биракане, до 131 в центральной части ЕАО.

На протяжении лета в районе наблюдаются довольно высокие температуры почвы как в верхнем пахотном слое, так и на глубинах. Самые высокие температуры пахотного слоя (22—23°) отмечены в июле; в августе температуры удерживаются около 20—22°, а в сентябре снижаются в среднем до 15—16°. Ход температуры почвы по месяцам и по различным глубинам представлен в таблице 7.

Таблица 7

Месяцы	Температура почвы по глубинам						
	5 см	10 см	15 см	20 см	40 см	80 см	320 см
Май	11,3	10,0	10,6	9,5	8,1	1,5	1,3
Июнь	18,4	17,0	16,6	15,9	14,4	6,2	6,7
Июль	23,2	21,8	23,1	21,9	20,7	17,1	—
Август	21,9	20,8	22,0	21,7	20,0	16,8	8,6
Сентябрь	14,9	15,1	15,5	15,6	15,7	14,6	10,6
Октябрь	6,3	6,7	7,3	7,7	7,3	9,7	10,0

Высокие температуры почвы в июле и августе неблагоприятно отражаются на прирост картофеля, вызывая «старение клубней».

Осадки, выпадающие за май — сентябрь, составляют около 90—95% годового их количества. Согласно классификации П. И. Колоскова (1), Сталинский район по сумме выпадающих осадков можно отнести к подвлажному поясу. Особенно много

[1] Здесь и дальше приводятся данные по гидрометстанции Екатерино-Никольское, как наиболее разработанные. Там, где приводятся данные других станций, указывается их название.

осадков наблюдается в июле и августе. По годам количество летних осадков подвержено большим колебаниям, в результате чего может быть то влажное, то засушливое лето. Так, в 1954 г. за вегетационный период (май—сентябрь) выпало 282 мм осадков, или 56% нормы, а в 1951 г. за этот же период выпало 857 мм осадков, или 177% нормы. Еще более изменяется месячное количество осадков (таблица 8).

Таблица 8

	Количество осадков по месяцам (в мм)					Сумма осадков за V—IX (мм
	май	июнь	июль	август	сентябрь	
Среднемноголетнее	67	97	129	135	74	502
Засушливый 1954 г.	47	39	27	47	122	282
Влажный 1951 г.	52	107	225	298	175	857

Наибольшие суточные величины осадков приходятся на летние и осенние месяцы. Только в одном случае максимальное количество осадков (240 мм) выпало за сутки в мае 1894 г. в Екатерино-Никольске, что является рекордной величиной для всего района. За 1912—1955 гг. в течение теплого периода года отмечались следующие максимумы осадков за сутки (таблица 9).

Таблица 9

Месяцы							
IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
38	45	57	69	81	54	28	

Повторяемость больших количеств осадков за сутки за период с 1894 г. по 1955 г. представлена в таблице 10.

Таблица 10

Повторяемость осадков 1 раз в течение:	1 года	10 лет	20 лет	40 лет	Наблюдавшийся максимум
Сумма в мм	58	120	151	204	240

В течение июня — сентября каждомесячно наблюдается 10—15 дней с осадками.

Во время летне-осенних паводков р. Амур почти ежегодно затопляет огромные площади пойменных лугов в восточной части района. Пойма Амура, расположенная в западной части района (в предгорьях М. Хингана), затопляется очень редко.

В летний период отмечается наибольшая облачность — в среднем за сезон наблюдается до 52% пасмурных дней. Ясных дней в Сталинском районе, по сравнению с остальными районами ЕАО (2), выдается гораздо больше — около 24%.

Наибольшее число часов солнечного сияния (таблица 11) бывает обычно в июле (около 267). Средняя за сезон продолжительность солнечного сияния в день равна 7,6 часа.

Наибольшее число туманов отмечается в июле — сентябре (до 4—5 случаев за каждый месяц), причем наблюдаются они утром или вечером.

Начиная с июля со сменой северо-западных ветров на юго-восточные, южные и северо-восточные начинает резко возрастать относительная влажность воздуха (таблица 11). В августе, несмотря на высокие температуры воздуха, она достигает максимума — средняя 82% за месяц.

Таблица 11

Екатерино-Никольское					Помпеевка				
май	июнь	июль	август	сентябрь	май	июнь	июль	август	сентябрь
Среднемесячная влажность воздуха в %									
69	76	80	82	76	—	—	—	—	—
Число дней с относительной влажностью в 13 час. ≤30%									
9	2	0	0	1	13	2	0	0	2
Число дней с относительной влажностью в 13 час. ≥80%									
3	4	6	6	4	2	3	5	6	4

В июле и августе даже в дневное время (13 часов) относительная влажность ниже 30% не бывает, наоборот в эти месяцы днем отмечается до 5—6 случаев с большим увлажнением воздуха (80% и выше).

Высокая относительная влажность воздуха, частые осадки в летний период способствуют распространению грибных заболеваний у сельскохозяйственных растений, а размокание почвы в это время создает неблагоприятные условия уборки яровых культур.

Летние месяцы характеризуются наименьшими средними скоростями ветра. Минимум среднемесячной скорости ветра приходится: на юге района (Екатерино-Никольское) на июль—август (2,8 м/сек), в горной северо-западной части района (Помпеевка) — на июль (около 1,4 м/сек.). Преобладающим направлением ветра летом в равнинной части района является северное, северо-восточное и восточное, в горной северо-западной части района основным потоком будет юго-восточный — здесь на изменение направления оказывает влияние рельеф.

Осень в Сталинском районе, как и весна, непродолжительна. Длится она около 40—46 дней и начинается обычно в конце первой декады сентября одновременно с переходом средней суточной температуры воздуха через 15°. В горных районах осень наступает несколько раньше — в первых числах сентября.

В третьей декаде сентября ко времени перехода средней суточной температуры воздуха через 10° заканчивается вегетационный период большинства теплолюбивых культур.

Вторая половина осени характеризуется быстрым понижением температуры воздуха; так, переход среднесуточной температуры через 5° наступает в начале второй декады октября, а спустя две недели начинаются отрицательные температуры (таблица 12).

Таблица 12

Среднедекадная температура воздуха						
Сентябрь			Октябрь			Ноябрь
I	II	III	I	II	III	I
16,0	12,5	10,7	8,2	4,7	0,7	—5,1

Первый мороз в воздухе обычно наступает в горной части района (Помпеевка) 25 сентября, на юге — 4 октября. Однако даже на юге района в некоторые годы первые заморозки в воздухе могут быть в конце второй декады сентября. Наступление заморозков различной интенсивности характеризует таблица 13.

Таблица 13

	Даты наступления заморозков интенсивностью					
	0°	—1°	—2°	—3°	—4°	—5°
Средняя	3.X	3.X	10.X	10.X	15.X	21.X
Самая ранняя	26.IX	28.IX	1.X	2.X	6.X	12.X
Самая поздняя	14.X	17.X	19.X	20.X	26.X	29.X

В сентябре в почве сохраняется еще довольно высокий температурный фон, а в октябре температура почвы в среднем снижается вдвое (таблица 14).

Таблица 14

	Средняя температура почвы на глубинах (см)						
	5	10	15	20	40	80	360
Сентябрь	14,9	15,1	15,5	15,6	15,7	14,6	10,6
Октябрь	6,3	6,7	7,3	7,7	7,3	9,7	10,0

За сентябрь—октябрь выпадает около 12% годового количества осадков, причем их количество быстро падает (таблица 15).

Таблица 15

Количество осадков по декадам (мм)					
Сентябрь			Октябрь		
I	II	III	I	II	III
28	26	20	11	7	6

Интенсивность осенних осадков по сравнению с летом значительно меньше. В конце осени возможно выпадение снега, но ввиду высоких температур почвы снежный покров не образуется.

Облачность от сентября к октябрю значительно уменьшается, а число ясных дней возрастает. Так, в октябре вероятность ясного состояния неба (44%) превалирует над пасмурным состоянием (35%). Продолжительность солнечного сияния и в сентябре и в конце октября довольно высокая, порядка 180—200 часов, т. е. в среднем за день около 6—7 часов.

В октябре наблюдается второй годовой минимум относительной влажности воздуха — 67%, причем в 13 часов средняя относительная влажность за месяц понижается до 48%. Число суховейных дней с низкой относительной влажностью воздуха, высокой температурой и недостатком насыщения воздуха становится вновь максимальным. По И. Ф. Соколову (6) в сентябре отмечается в среднем до 5, а в октябре до 6 подобных дней.

Ветры в сентябре — октябре преобладают: в равнинной части района северо-западного и северного направления, в горной части северо-западные и западные. На октябрь приходится наибольшая повторяемость сильных ветров. Возникновение их обусловлено смещением циклонов с юга Забайкалья (7). Особенно часты случаи сильного ветра у Екатерино-Никольского; в горной части района (Помпеевка) повторяемость сильных ветров уменьшается до нуля.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

1. Среднемесячная и годовая температура воздуха (°С).

Месяцы / ГМС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Екатерино-Никольское	—21,0	—15,8	—8,3	3,1	10,7	16,9	21,0	20,1	13,1	4,5	— 8,5	—18,5	1,4
Помпеевка	—25,0	—19,9	—9,3	3,2	10,5	16,8	20,7	18,9	11,8	2,7	—11,1	—23,2	0,3

2. Абсолютный максимум температуры воздуха по месяцам (°С)

Месяцы / ГМС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Екатерино-Никольское	—2	5	15	24	30	34	35	34	28	24	15	2
Помпеевка	—4	0	13	25	30	33	34	34	28	25	11	—4

3. Абсолютный минимум температуры воздуха (°С)

Месяцы / ГМС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Екатерино-Никольское	—40	—39	—34	—20	—4	0	5	4	—6	—16	—32	—40
Помпеевка	—42	—42	—34	—23	—7	2	8	5	—7	—19	—35	—44

4. Количество осадков по месяцам и за год (мм)

Месяцы / ГМС	Сумма осадков в мм за I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Хлебный Прииск	3	4	8	28	47	93	161	123	114	24	10	5	620
Екатерино-Никольское	6	4	9	23	67	97	129	135	74	24	17	8	593
Помпеевка	5	5	10	27	48	93	141	115	101	30	14	8	597

5. Среднемесячная и годовая относительная влажность воздуха в %%

Месяцы / ГМС	I	II	III	IV	V	IV	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Екатерино-Никольское	71	79	73	70	69	76	80	82	76	67	70	72	74

6. Число дней с относительной влажностью в 13 час. ≤ 30%

Месяцы / ГМС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Екатерино-Никольское													
Среднее	0	0	3	10	9	2	0	0	1	6	2	0	33
Наименьшее	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Наибольшее	0	1	11	21	18	8	1	1	3	12	13	0	21
Помпеевка													
Среднее	0	0	2	14	13	2	0	0	2	8	1	0	42
Наименьшее	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Наибольшее	0	1	5	23	23	5	1	1	4	17	4	0	58

7. Число дней с относительной влажностью в 13 час. ≥ 80%

Месяцы / ГМС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Екатерино-Никольское													
Среднее	2	1	2	3	3	4	6	6	4	2	3	2	38
Наименьшее	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	27
Наибольшее	14	7	7	9	6	10	14	12	9	5	5	7	57
Помпеевка													
Среднее	1	1	1	2	2	3	5	6	4	2	2	2	38
Наименьшее	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	30
Наибольшее	3	1	2	4	4	5	12	9	7	5	6	7	40

8. Число часов солнечного сияния по месяцам

Месяцы / ГМС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Екатерино-Никольское	170	196	238	217	213	228	267	229	202	177	130	141

9. Отношение наблюдавшегося солнечного сияния к возможному в %%

Месяцы / ГМС	I	II	III	V	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Екатерино-Никольское	73	82	72	61	54	53	61	58	61	57	66	63

10. Число дней без солнца

ГМС \ Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Екатерино-Никольское	3	1	2	3	4	2	2	3	3	4	4	4

11. Средние, ранние, поздние даты наступления фенофаз у яровой пшеницы (за 10 лет наблюдений)

ГМС	Дата	Посев	Всходы	3-й лист	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Цветение	Молочная спелость	Восковая спелость	Полная спелость
Екатерино-Никольское	Средняя	24.IV	15.V	27.V	5.VI	12.VI	29.VI	7.VII	17.VII	26.VII	4.VIII
	Ранняя	8.IV	25.IV	18.V	28.V	4.VI	10.VI	2.VII	10.VII	18.VII	28.VII
	Поздняя	4.V	20.V	2.VI	15.VI	27.VI	4.VII	15.VII	24.VII	4.VIII	10.VIII

12. Средние, ранние, поздние даты наступления фенофаз у овса (за 10 лет наблюдений)

ГМС	Дата	Посев	Всходы	3-й лист	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Цветение	Молочная спелость	Восковая спелость	Полная спелость
Екатерино-Никольское	Средняя	29.IV	19.V	28.V	8.VI	17.VI	4.VII	12.VII	20.VII	30.VII	6.VIII
	Ранняя	16.IV	10.V	20.V	26.V	4.VI	25.VI	2.VII	10.VII	18.VII	28.VII
	Поздняя	10.V	28.V	6.VI	30.VI	7.VII	13.VII	22.VII	29.VII	9.VIII	14.VIII

13. Средние, ранние, поздние даты наступления фенофаз у сои (за 9 лет наблюдений)

ГМС	Дата	Посев	Всход	3-й лист	Образование соцветия	Цветение	Созревание
Екатерино-Никольское	Средняя	20.V	25.VI	22.VI	16.VII	21.VII	2.IX
	Ранняя	10.V	16.VI	10.VI	10.VII	12.VII	6.VIII
	Поздняя	2.VI	30.VI	4.VII	22.VII	2.VIII	20.IX

14. Средние, ранние, поздние даты наступления фенофаз у картофеля (за 10 лет наблюдений)

ГМС	Дата	Посадка	Всходы	Образование боковых побегов	Образование соцветия	Цветение	Конец цветения	Увядание ботвы
Екатерино-Никольское	Средняя	9.V	11.VI	23.VI	5.VII	14.VII	31.VII	25.VIII
	Ранняя	3.V	4.VI	15.VI	25.VI	10.VII	15.VII	5.VIII
	Поздняя	19.V	18.VI	28.VI	8.VII	22.VII	14.VIII	10.IX

ЛИТЕРАТУРА

1. П. И. Колосков. Климатические основы сельского хозяйства Амурской губернии. Благовещенск, 1925; 2. М. М. Партанский. Климатический очерк Биробиджанского района в сельскохозяйственном отношении. Отчет экспедиции КОМЗЕТ, 1927 г. по обследованию Бирско-Биджанского района, 1930; 3. В. В. Вильямс. Отчет по маршрутному почвенному обследованию Бирско-Биджанского района. 1930; 4. А. И. Качияни. Почвы земледельческих районов Дальнего Востока. Хабаровск, 1954; 5. Климатический справочник по СССР, вып. 1, 1932 г., Европейская часть СССР; 6. И. В. Соколов. О суховеях Сталинского района Еврейской автономной области. Текст лекции 1957 г. ДВ НИГМИ; 7. В. Пушкарева, Ю. Роскина, Л. Тимашева и др. Сборник работ по климатической характеристике Хабаровского края. Управление гидрометслужбы Дальнего Востока.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ГОРОДА ХАБАРОВСКА

И. А. МИЧУРИНА,
действительный член Географического общества СССР,
климатолог

Город Хабаровск находится в области муссонного климата умеренных широт, характерной чертой которого является смена в направлении воздушных потоков зимой и летом на противоположные. Поток выхоложенного континентального воздуха (зимний муссон) из области Азиатского антициклона обусловливает здесь холодную, сухую, ясную зиму. Установление летом, вследствие прогрева, над поверхностью материка области пониженного давления при повышенном давлении над океаном создает поток влажного теплого морского воздуха (летний муссон) и соответственно дождливое и теплое лето. Весна и осень представляют собой переходные сезоны, в которые происходит смена зимнего типа циркуляции летним и наоборот. В результате муссонной циркуляции фактор географической широты города в формировании температурного режима проявляется как бы в ослабленном виде. С этим обстоятельством связывается более низкая, чем на той же широте в Европейской части СССР, средняя годовая температура воздуха в Хабаровске и особенности сезонов года.

Регулярные инструментальные наблюдения за погодой в районе города начались с конца семидесятых годов прошлого века, однако проводились они со значительными перерывами, вызванными перебоями ассигнований на организацию метеорологической службы в царское время и иностранной военной интервенцией 1918—1922 гг. на Дальнем Востоке. Несмотря на эти перерывы, к настоящему времени накоплены достаточные многолетние ряды, чтобы с уверенностью охарактеризовать режим погоды Хабаровска.

Годовой ход метеорологических явлений представлен графиком (рис. 1). В конце статьи приводятся климатические данные, характеризующие средний ход погодных явлений по месяцам, декадам и в целом за год.

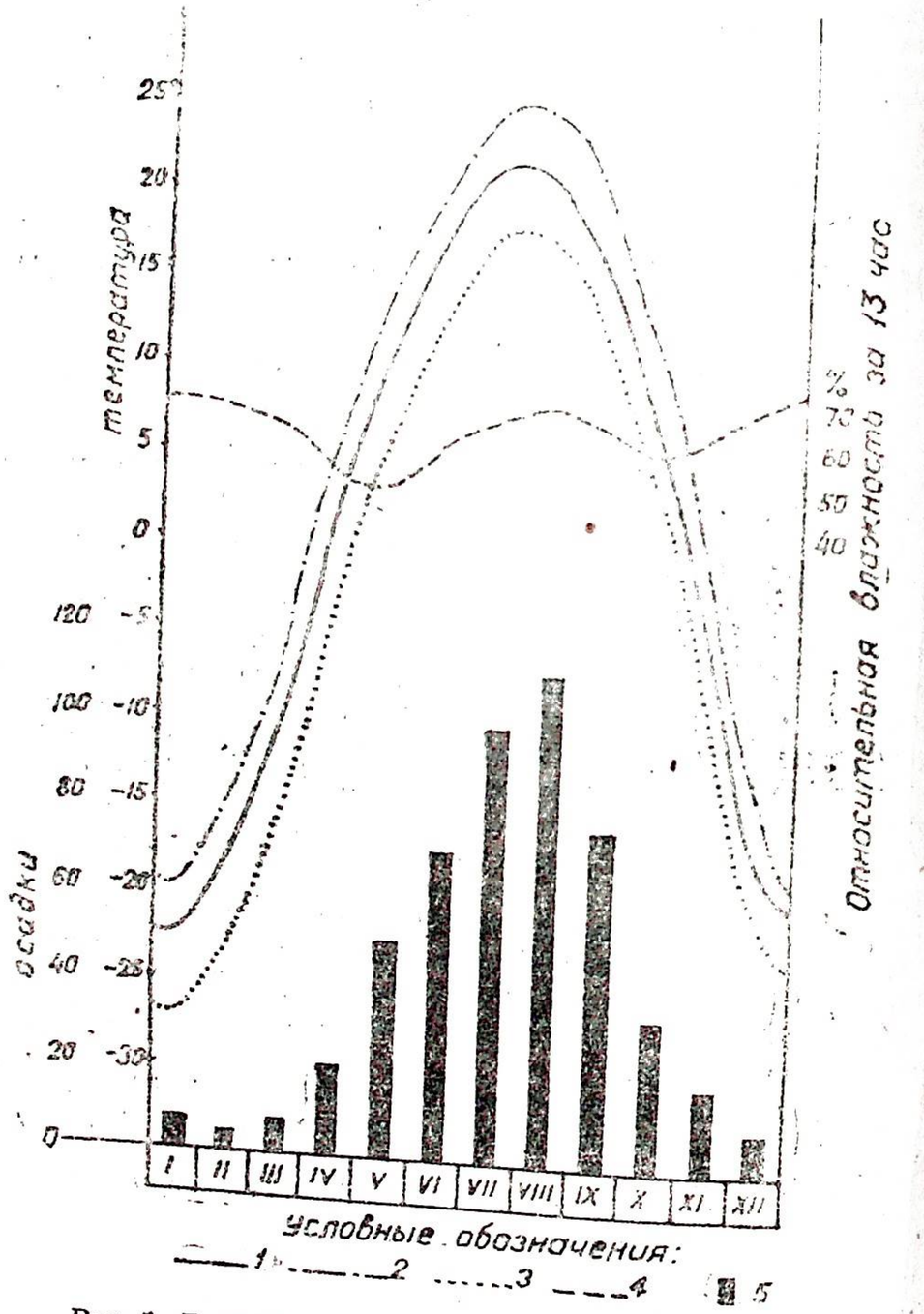


Рис. 1. Годовой ход метеорологических элементов.

1 — средняя суточная температура воздуха; 2 — средняя температура воздуха на 13 час.; 3 — средний минимум температуры воздуха; 4 — относительная влажность воздуха в 13 час.; 5 — осадки.

Как видно из этих данных, средняя годовая температура воздуха в Хабаровске (1)[1], вычисленная за 43 года, является положительной и составляет 1.2°. В отдельные годы средние месячные температуры могут значительно отклоняться от средней многолетней. За шестидесятилетний период температура июля колебалась от 23,7° до 18,6°, января от —16,4° до —28,6°. Максимум температуры воздуха (2) по наблюдениям за 57 лет достиг 35°. По 1935 г. наблюдения за температурой воздуха проводились в 7,13 и 21 час и с 1935 года обобщены данные наблюдений в 1, 7, 13 и 19 часов. Абсолютный минимум температуры воздуха (3) за период шестидесятилетних наблюдений составил —43°.

Средний минимум температуры воздуха (4) приводится по данным за 36 лет. Средняя температура в 13 часов (5) выведена из наблюдений за 42 года. Так как наивысшие температуры воздуха обычно отмечаются после 13 часов, то значения этой таблицы будут несколько ниже значений абсолютных максимумов. Средняя месячная температура почвы (6) получена по наблюдениям за 12 лет с помощью вытяжных термометров, установленных под естественным покровом на глубине 40, 80, 160 и 320 см.

Средняя сумма осадков (7) за год в Хабаровске по данным за 33 года составляет 505 мм. В отдельные годы суммы осадков значительно отклоняются от средней. Так, за указанный период наблюдений наибольшая месячная сумма осадков составила 246 мм, а наибольшая годовая — 968 мм (1898 г.). Наименьшая годовая сумма была равна 362 мм (1921 г.). В отдельные годы в зимние месяцы возможно отсутствие осадков.

Розы ветров в Хабаровске представлены на рис. 2. Средняя годовая скорость ветра (8) равная 4,2 м/сек. и средние месячные скорости ветра вычислены за период восемнадцатилетних наблюдений. Высота флюгера за указанный период была равна 8 м. Направления ветра (9) даны в % от общего числа наблюдений за каждый месяц и год, без учета штилей. Приведенные в таблице данные по штилям представляют среднее число штилей в 7, 13 и 21 час. Период наблюдений 27 лет.

Средняя месячная и годовая (63%) относительная влажность воздуха (10) исчислена за 20 лет. Число дней со средней суточной температурой через каждые 5° (11) и число дней с осадками различной величины (12) представляют данные наблюдений за 33 года. Как видно из таблицы, наиболее сильные дожди выпадают в Хабаровске в июле и августе.

[1] Здесь и дальше в скобках указываются места в таблице «климатические данные», где содержатся соответствующие показатели.

По подсчетам за 30 лет, среднее число дней за год с относительной влажностью (13) выше 80% составляет 57 (их можно условно отнести к влажным) и засушливых — с влажностью 30% — 8,2.

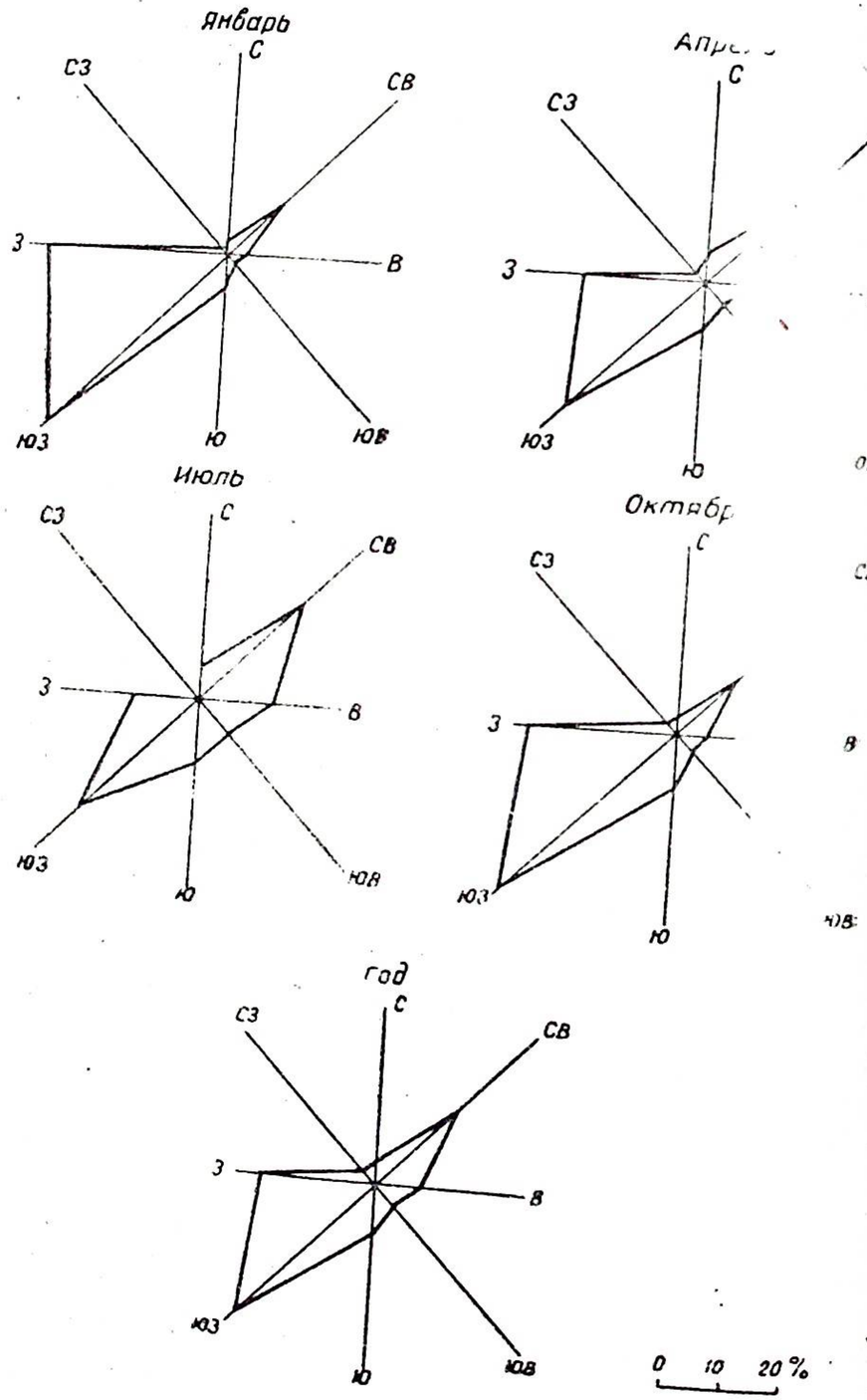


Рис. 2. Розы ветров в Хабаровске.

Сильные ветра (14), по восьмилетним данным в Хабаровске, не часты. В год бывает 33 дня, когда скорость ветра достигает или превышает 15 м/ сек. в среднем за двухминутный промежуток времени. Число дней с общей и низовой метелями (15) за 29 лет в среднем составляет за год 12.

Для оценки режима отдельных декад приводятся средние декадные температуры воздуха (16), суммы положительных средних суточных температур воздуха (17), средние декадные количества осадков (18), данные о высоте снежного покрова за период наблюдений в 21 год (19), данные об относительной влажности (20) и дефиците влажности (21), представляющем собой разность между максимальной упругостью пара, насыщающего пространство при данной температуре и упругостью фактически содержащегося в воздухе пара. Показатели вероятности заморозков различной интенсивности в воздухе (22) вычислены на основании показаний минимального термометра в психрометрической будке на высоте 2 м от земли и характеризуют заморозки в воздухе на этой высоте.

В названных климатических данных содержатся основные показатели сезонов года. Более подробная их характеристика такова

Зима начинается с установлением устойчивых морозов, что соответствует переходу средней суточной температуры воздуха через —5°. Эта дата в среднем приходится на 8 ноября. Переход средней суточной температуры воздуха через —10° — 19. XI, через —15° — 3. XII. Выпавший в ноябре снег не стаивает. Даты установления устойчивого снежного покрова таковы: средняя — 9. XI, ранняя — 16. X, поздняя — 2. XII. Зимний период отличается значительной продолжительностью и низкими температурами, что связано с зимним муссоном, резко снижающим температуры воздуха. Средняя температура января составляет —23°С. Средние минимальные температуры в январе падают до —27°, а в отдельные дни достигают —43°, что, разумеется, бывает не каждый год. 23. II средняя суточная температура переходит через —15° и 13 марта через —10°.

Ледостав на Амуре, по наблюдениям за 60 лет, происходит в следующие даты: средняя — 23. XI, ранняя — 7. XI, поздняя — 10. XII. Небо зимой большей частью безоблачно. Отношение наблюдавшегося солнечного сияния к возможному в январе составляет 78% — наибольшая в году величина.

Воздух зимой сухой. Среднее значение абсолютной влажности в январе падает до 0,9 миллибара. Несмотря на такие низкие значения абсолютной влажности, на зимние месяцы падает вторичный максимум относительной влажности (первый приходится на влажный летний период), со средними значе-

ниями 70%, что объясняется низкими температурами. Количество выпадающих осадков мало (7 мм — средняя январская сумма), поэтому высота снежного покрова невелика. Во второй декаде марта снежный покров достигает наибольшей величины — 32 см на защищенном участке. Среднее число дней в году с устойчивым снежным покровом составляет 156. Благодаря небольшой высоте снежного покрова почва глубоко промерзает. Максимальная глубина проникновения температуры 0° в почву более 320 см[1].

Даты первого мороза в почве таковы[2]:

Глубина (м) \ Дата	Средняя	Ранняя	Поздняя
0,4	30.XI	21.XI	25.XII
0,8	2 .XII	11.XII	26.I
1,6	20.II	5.II	—

Рельеф окружающей местности сильно искажает направление общего воздушного потока. Зимний северо-западный муссон, встречая на своем пути препятствия в виде Буреинского хребта, Баджала и Малого Хингана, расположенных почти перпендикулярно к потоку, частично переваливает через них, частично же обтекает их по долине Амура. На рис. 2 ясно видно, что наибольшая повторяемость ветров зимой падает на юго-западное направление (в январе 42%), т. е. ветра направлены по долине Амура. Средние скорости ветра в зимний сезон невелики. Наибольшей силы они достигают в начале зимы (5,5 м/сек. в ноябре), когда циклоническая деятельность еще достаточно развита. В январе скорость ветра наименьшая — 3,1 м/сек. В этом же месяце повторяемость затишья является максимальной (42%).

Весна. В среднем в конце марта прекращаются устойчивые морозы, учащаются радиационные оттепели и разрушается устойчивый снежный покров, что характеризует начало весеннего сезона. Среднюю дату перехода температуры через —5° 26 марта можно принять за начало весны. Период развертывания весенних процессов до начала вегетации происходит быстро. Через 0° средняя температура воздуха переходит в первой декаде апреля. Средняя температура воздуха от марта к апре-

[1] Вычислена путем интерполяции между температурами почвы на соседних глубинах (площадка расположена на высоком берегу Амура, где снег сдувается). Вследствие короткого ряда наблюдений данные могут служить только как ориентировочные.

[2] Вычислены за десятилетние наблюдения, могут служить только как ориентировочные.

лю в целом повышается почти на 12° и составляет в апреле 3°. 21 апреля происходит переход через 5°. Отдельные похолодания еще могут в апреле значительно снижать температуру. Ночные морозы продолжаются и после перехода средней суточной через 5°. За период с 1891 по 1957 гг. последний заморозок весной наблюдался в следующие даты: средняя — 4. V, ранняя — 20. IV, поздняя — 23.V. Снежный покров при небольшой его высоте сходит быстро, при этом снег не тает, а испаряется, почти не образуя талой воды. Даты освобождения от снега таковы:

	Средняя	Ранняя	Поздняя
Сход устойчивого снежного покрова	8.IV	2.II	1.V
Сход снежного покрова	19.IV	23.III	6.V

Река Амур очищается ото льда в среднем 1 мая, самое раннее — 23 апреля и самое позднее — 9 мая.

Весной усиливаются скорости ветра. Направление преобладающих ветров становится неустойчивым. Вследствие значительных скоростей ветра и недостаточного количества осадков, растения в начале вегетации испытывают недостаток влаги.

За короткую весну — со второй декады мая в среднем начинается безморозный период — почва не успевает полностью оттаять, и мерзлота на глубине более 1,5 м сохраняется до конца мая. Даты последнего мороза в почве таковы:

Глубина (м) \ Дата	Средняя	Ранняя	Поздняя
0,4	20.IV	9.IV	30.IV
0,8	30.IV	18.IV	10.V
1,6	23.V	—	6.VI

Основной минимум относительной влажности (что типично для муссонного климата) падает на весну.

За летний сезон в Хабаровске условно можно принять время самых последних заморозков или среднюю многолетнюю дату перехода средней суточной температуры воздуха через 10°, которая падает на 10 мая. Средняя продолжительность безморозного периода в воздухе (158 дней) превышает продолжительность периода со средней суточной выше 10° на 14 дней.

Изменение длительности безморозного периода из года в год может значительно колебаться. Наибольшая длительность без-

морозного периода превышает среднюю на 22 дня. Наименьшая — короче на 25 дней. Однако надо учесть, что это крайние значения и наблюдаются они редко.

Лето в Хабаровске теплое, влажное. Средняя дата перехода суточной температуры воздуха через 15° — 3. VI. Умеряющее влияние летнего муссона сказывается на температурный режим значительно меньше, чем охлаждающее влияние зимнего муссона. Так,например, средняя температура самого теплого месяца июля, равная 21°, всего на 3° ниже средней июльской температуры в Сталинграде.

Максимальные температуры летом не очень высоки (35° — абсолютный максимум), но в связи со значительной влажностью воздуха ощущаются как большая жара.

Облачность в летний сезон сильно увеличивается. Вероятность пасмурного неба (отметок 8 — 10 баллов) составляет в июле 61%. Однако сплошная пасмурность в Хабаровске бывает нечасто. Среднее число дней без солнца не превышает 4 в месяц.

Влажность воздуха летом наибольшая в году. Средняя абсолютная влажность в июле и августе достигает 19 мб, а относительная — 86%. В течение лета выпадает около 80% осадков от годового количества. Наибольшая средняя сумма осадков приходится на август (110 мм). Сумма летних осадков из года в год может значительно колебаться. Наибольшая месячная сумма осадков, наблюдавшаяся за период наблюдений была равна 246 мм. Летние дожди часто выпадают в виде интенсивных ливней. В отдельные годы суточное количество осадков может достигать 125 мм (наблюденный максимум).

Скорости ветра летом невелики, и направления его неустойчивы. Преобладающими являются ветры юго-западного и северо-восточного направления, т. е. ветры, дующие вдоль долины Амура (см. рис. 2). Среднее число дней по месяцам и вероятность лет с суховеями (в %) видны из следующих данных:

Типы суховеев	Среднее число дней					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Слабые	0,1	2,0	2,5	2,6	1,3	0,1
Средней интенсивности	0,0	0,5	0,4	0,3	0 2	0,0

Типы суховеев	Число дней с суховеями за теплый период			Вероятность лет с суховеями (%)
	среднее	наибольшее	наименьшее	
Слабые	8,6	12,5	3	100
Средней интенсивности	1,4	5	0	57

Интенсивных и очень интенсивных суховеев в Хабаровске не отмечено.

Сентябрь носит черты переходного месяца от летнего к осеннему режиму. Правда, первые заморозки в воздухе возможны только в конце сентября (23/IX — самая ранняя дата первого мороза, средняя — 10/X, поздняя — 22/X) и количество осадков еще значительно (75 мм), но большая часть их выпадает в первую декаду сентября. Средний месячный переход суточной температуры воздуха через 15° — 11/IX. В целом режим погоды в сентябре более близок к осеннему.

За начало осени можно считать среднюю дату перехода через 10°, которая падает на I/X. Этот период характеризуется более частыми прояснениями неба, уменьшением количества осадков. Влажность воздуха осенью достигает вторичного минимума после летнего подъема.

Осень в Хабаровске является сухим, ясным и довольно теплым временем года, но коротким, как и весна.

Скорость ветра в октябре увеличивается. Преобладающим направлением является юго-западное, характерное для зимнего потока. Повторяемость его составляет 32%.

Падение температуры в конце осени происходит очень быстро. Переход средней суточной температуры воздуха через 5° совершается 15/X, через 0° — 28/X. Разница между средними температурами октября и ноября является наибольшей за год и достигает 13°.

В октябре уже возможно появление снежного покрова (ранняя дата — 3/X, средняя — 26/X и поздняя — 8/XI), который вскоре становится устойчивым и свидетельствует о начале зимы.

I. Климатические данные по месяцам и за год

Элементы и показатели / Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Температура воздуха (°С)													
1. Средняя	—22,7	—17.6	—8,8	2,8	11,2	17.1	21,0	19,9	13,9	4,8	—8,0	—18,6	1,2
2. Максимум за период наблюдений	0	5	10	24	28	33	35	85	28	22	15	1	35
3. Абсолютный минимум за период наблюдений	—43	—41	—30	—17	—4	2	5	7	—4	—15	—29	—38	—43
4. Средний минимум	—26,7	—22,6	—14,3	—2,1	6,1	12,8	16,8	16,1	9,7	0,7	—11,8	—22,4	—3,1
5. Средняя температура в 13 часов	—19,8	—14,2	—5,4	6,1	14,7	20,4	24,1	23,0	17,2	8,1	—5,3	—16,4	4,4
Температура почвы (°С) под естественным покровом													
6. Средняя месячная на глубине 40 см	—5,1	—4,7	—2,5	0,2	6,3	12,8	17,7	18,3	15.0	7,9	1,9	—2,4	5,4
» 80 см	—2,4	—3,0	—2,1	—0.5	2,7	8,8	13,9	16,0	14,2	9,4	4,3	0,4	5,1
» 160 см	1,5	0,4	—0,2	0,0	0,2	3,9	8,6	11,5	12,0	10,2	6,9	3,8	4,9
» 320 см	4,9	3,7	2,9	2,3	1,7	2,0	3,8	5,8	7,6	7,7	7,5	6,3	4,7
7. **Количество осадков**	7	5	8	21	49	73	97	110	75	33	18	9	505

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ветер													
8. Средняя скорость (м/сек.)	3,1	3,3	4,1	4,6	4,3	3,7	3,5	3,4	4,5	5,4	5,5	4,5	4,2
9. Напряжение ветра (%) и среднее число штилей С	2	4	4	4	4	6	5	4	3	3	2	2	4
СВ	12	17	21	21	25	28	24	23	18	13	10	11	19
В	3	4	5	9	13	15	13	13	11	5	3	3	8
ЮВ	2	2	2	5	8	7	8	7	5	4	3	1	5
Ю	6	5	5	8	12	12	11	11	10	9	6	5	8
ЮЗ	42	35	35	31	22	20	28	26	32	39	45	48	34
З	32	29	26	20	14	11	11	14	19	25	28	28	20
СЗ	1	3	2	2	2	1	0	2	2	2	3	2	2
штиль	42	36	31	23	20	20	24	27	25	20	20	31	319
10. **Относительная влажность воздуха** (%) в 13 часов	70	68	64	52	52	62	65	69	64	55	65	71	63
11. **Число дней с температурой воздуха**													
От — до													
—39,9° — —35,0°	0,1											0,1	
—34,9 — —30,0	1,7	0,3										3,2	
—29,9 — —25,0	7,5	1,6	0,02								0,7	8,9	
—24,9 — —20,0	11,2	7,0	0,4								3.4	10,5	
—19,9 — —15,0	7,8	10,3	3,8							0,05	6,0	6,1	
—14,9 — —10,0	2,1	6,8	8,4	0,02									

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
От — 9,9 до — 5,0	10,3	2,0	10,9	1,2						1,1	9,2	1,9	
— 4,9 0,0	0,03	0,2	5,5	6,3						4,5	8,2	0,3	
0,1 5,0			1,9	13,3	2,0	0,05			0,2	9,7	2,3		
5,1 10,0			0,0	7,4	10,7	1,2	0,03		4,6	11,3	0,2		
10,1 15,0				1,6	12,5	7,6	1,7	1,9	14,6	3,9			
15,1 20,0				0,2	5,2	14,6	10,2	14,7	9,7	0,4			
20,1 25,0					0,3	6,3	16,4	13,0	0,9				
25,1 30,0						0,3	2,7	1,3					
12. **Число дней с осадками** различной величины:													
0,1 мм и выше	7,5	6,0	7,0	9,3	12,1	13,2	12,3	13,8	13,3	3,3	8.5	7,3	113,6
1,0 мм и выше	2,5	2,0	2,4	5,0	7,7	9.4	8,8	10,5	9,9	5,5	4,1	2,7	70,5
5,0 мм и выше	0,0	0,1	0,2	1,2	3,4	5.1	5.4	6,7	5,1	2,1	1,0	0,4	30,7
10,0 мм и выше	0,0	0.0	0,04	0,4	1,4	2,4	3,4	4,1	2,4	0,8	0,2	0,0	15,1
13. Число дней с **относительной влажностью воздуха**													
30% и меньше	0,0	0,0	0,2	2,3	4,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0.9	0,1	0,0	8,2
80% и больше в 13 час.	4,8	3,9	3,2	3,1	3,8	4.7	5,6	7,0	5,8	3,8	5,2	6,1	57,0
14. Число дней с ветром скоростью 15 м/сек и больше	1,8	2,4	3,0	4,4	4,6	1,8	2,5	1,9	1,9	1,9	4,2	3,0	33
15. Число дней с метелью	2	2	2	0,2						0,3	2	3	12

146

10*

II. Климатические данные по декадам

Название элементов	Декады: 1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Январь			Февраль			Март			Апрель		
16. Средняя температура воздуха	—23,2	—23,3	—21,7	—19,7	—17,4	—15,4	—12,7	—9,0	—4,8	—0,7	2,9	6,2
	Май			Июнь			Июль			Август		
	9,0	11,3	13,3	15,4	17,4	18,8	20,3	21,2	21,5	21,2	20,1	18,5
	Сентябрь			Октябрь			Ноябрь			Декабрь		
	16,3	13,9	11,5	8,5	4,9	1,0	—3,5	—8,2	—12,3	—15,7	—18,5	—21,5
17. Сумма среднесуточных температур воздуха за период с температурой: выше 0°										Апрель		
										2	31	93
	Май			Июнь			Июль			Август		
	183	296	442	596	767	955	1158	1370	1606	1818	2019	2223
	Сентябрь			Октябрь								
	2386	2525	2640	2725	2774	2787				Апрель		
5°												57

147

Название элементов	Декады: 1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Май			Июнь			Июль			Август		
	147	260	406	560	731	919	1122	1334	1570	1782	1983	2187
	Сентябрь			Октябрь								
	2350	2489	2604	2689	2718							
10°	Май			Июнь			Июль			Август		
		113	259	413	584	772	975	1187	1423	1635	1836	2040
	Сентябрь			Октябрь								
	2203	2342	2457	2467								
15°				Июнь			Июль			Август		
				110	281	469	672	884	1120	1332	1533	1737
	Сентябрь											
	1900	1915										
18. Средняя сумма осадков	Январь			Февраль			Март			Апрель		
	3	2	2	2	1	2	2	3	3	4	7	10

Название элементов	Декады: 1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Май			Июнь			Июль			Август		
	11	16	19	22	24	27	30	33	34	36	37	37
	Сентябрь			Октябрь			Ноябрь			Декабрь		
	35	23	17	13	11	9	7	6	5	3	3	3
19. Высота снежного покрова на открытом участке	Январь			Февраль			Март			Апрель		
	15	16	17	18	18	18	18	16	12	4	[1]	.
				Октябрь			Ноябрь			Декабрь		
				.		1	5	9	11	11	12	13
20. Относительная влажность	Январь			Февраль			Март			Апрель		
	71	70	69	69	68	67	66	65	51	56	52	48
	Май			Июнь			Июль			Август		
	48	52	56	60	63	63	64	65	66	68	70	69
	Сентябрь			Октябрь			Ноябрь			Декабрь		
	66	64	62	58	53	54	61	65	69	70	72	71

[1] Знак · обозначает, что в эти декады снеговой покров наблюдается реже, чем в 50% зим.

Название элементов	Декады: 1	2	3	1	2	3	1	2	3
21. Дефицит влажности (мб)	Январь 0,2	0,3	0,4	Февраль 0,4	0,5	0,6	Март 0,9	1,2	1,8	Апрель 2,6	3,5	4,4
	Май 5,2	5,9	6,3	Июнь 6,5	6,7	6,6	Июль 6,4	6,3	6,2	Август 6,0	5,5	4,8
	Сентябрь 4,3	4,0	3,7	Октябрь 3,7	3,6	3,3	Ноябрь 1,7	1,1	0,7	Декабрь 0,5	0,3	0,3
22. Вероятность заморозков различной интенсивности (%)	Апрель			Май			Сентябрь			Октябрь		
Ниже 0	100	100	100	88	51	7	—	7	24	71	100	100
» 1	100	100	95	49	12	2			10	40	88	100
» 3	100	200	86	27					2	26	64	98
» 5	100	90	34	2						5	45	98
	90	49	10							2	21	76

ПОЙМЕННАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ р. АМУРА

А. П. ТИЛЬБА,
действительный член Географического общества СССР.
кандидат биологических наук

В настоящем очерке дается краткое описание растительности поймы р. Амур от Амазара (Амурская область) до Ленинска (Еврейская автономная область) и рассматривается вопрос о тех изменениях растительного покрова, которые могут произойти при исключении паводковых разливов, при снижении максимальных паводковых уровней наполовину и в результате применения простейших мелиоративных и агротехнических мероприятий.

В пойме Амура четко выделяется три типа растительности — лесной, луговой и болотный. Особое место занимают луговостепные группировки. Все эти типы связаны в своем распространении с определенными направлениями почвообразовательного процесса и условиями водного режима местообитаний, находящимися в зависимости от рельефа территории и длительности ее затопления паводковыми водами.

По условиям пойменного режима долина Амура может быть разделена на три уровня — высокий, средний и низкий со своими характерными для каждого уровня типами растительности. Леса связаны с областью высокого уровня, луга — среднего и болота — низкого. Между этими типами местообитаний, как правило, существуют постепенные переходы и различные сочетания, благодаря чему в целом растительный покров поймы отличается значительным разнообразием и пестротой, которые усиливаются еще и тем, что многие виды растений обладают широкой амплитудой приспособляемости к различным экологическим условиям. Здесь нередки самые разнообразные сочетания луговых, лесных и степных видов. Вследствие неоднородности экологических условий в пределах каждого из выделен-

ных уровней целесообразно при обобщенной характеристике растительности произвести объединение ассоциаций в комплексы. Они в достаточной мере будут отражать современное состояние растительности поймы и направление изменений растительного покрова, если условия пойменности изменятся.

Область высокого уровня

К области высокого уровня залегания относятся релки и прирусловые приподнятые увалисто-волнистые равнины, а также участки долины Амура, сжатые горами. Они не заливаются паводками или заливаются редко, притом на непродолжительное время. Релки сложены преимущественно из мощной толщи слоистых песков и супесей и подстилаются гравийно-песчаными отложениями. Господствующим типом растительности являются леса и заросли кустарников. Существенные климатические различия на огромном протяжении от Амазара до Ленинска вызывают неодинаковость древесных формаций в разных районах долины Амура. Леса на краткопойменных, хорошо дренированных, сжатых горами участках долины Амура от впадения р. Амазар до Благовещенска и от Пашково до Амурзета подстилаются обычно почвами развитыми слабо и слабо дифференцированными на генетические горизонты. Выделяются только серый гумусовый и иллювиальный окрашенный полуторными окислами в коричнево-бурый цвет горизонты.

В северном отрезке долины — от Амазара до Джалинды — древесная растительность относится к формации лиственничников и сосновых лесов. Как лиственничные, так и сосновые леса в пойме представляют редину полноты 0,1—0,2, с подлеском из рододендрона даурского, спиреи средней, из кустарничков брусники. В составе редкого травостоя — вика жилковатая, патриния скабиозолистная, кипрей узколистный, прострел поникающий, герань Максимовича и др.

Релки на отрезке от Амазара до Благовещенска вообще редки и встречаются главным образом в районе от Бибиково до Игнатьево. Леса состоят здесь из монгольского дуба и даурской березы с примесью осины и плосколистной березы. Полнота древесного полога не превышает 0,3. Кустарниковый ярус, состоящий из леспедецы двуцветной, тоже редкий (покрытие не более 20%). Травянистый ярус редкий, формируется из сухолюбивого разнотравья с примесью ксерофильных злаков и включает в основном следующие виды: пижма сибирская, подмаренник желтый, ломонос маньчжурский, атрактилодес овальный, горец раскидистый, кровохлебка аптечная, прострел поникающий, сподиопогон сибирский, калерия тонкая и др.

Более широко распространены релки на участках от Благовещенска до Пашково и от Амурзета до Ленинска, где климатические условия благоприятнее для развития древесных растений. Леса на этих участках отличаются большей сложностью и разнообразным видовым составом. Генетически они представляют собой расстроенный тип хвойно-широколиственных лесов. Кроме монгольского дуба и даурской березы, в первом древесном ярусе встречаются липа амурская, клен мелколистный, ильм низкий. Во втором ярусе — клен приречный, боярышник Максимовича. Полнота древесного яруса достигает иногда 0,5. Кустарниковый ярус образован значительным числом видов: леспедеца двуцветная, лещина разнолистная, шиповник даурский, бересклет Маака, крушина уссурийская, калина Саржента, спирея средняя. Травянистый покров не сомкнутый, но сравнительно богат видами, в нем преобладают сподиопогон сибирский, кровохлебка аптечная, изредка встречаются — платикодон крупноцветный, ясенец пушистоплодный, прострел поникающий, полынь японская, бубенчики широколистные, гвоздика китайская, клевер люпиновый, папоротник орляк и др.

В отдельных случаях, как, например, в районе Касаткино—Ново-Покровка, описанная формация сложных леспедециевых дубрав подходит непосредственно к руслу Амура, хотя вообще релки встречаются во всех частях поймы (прирусловой, центральной и притеррасной). Особое место в пойме занимают останцы, покрытые сосновым лесом. Они приурочены к высоким незаливаемым горизонтам и характерны для района Иннокентьевка — Журавлевка и островов нижнего течения Архары. Их можно отнести к формации сложных боров. Господствующий древесный полог в них образован сосной обыкновенной. Насаждения достигают 0,7—0,8 полноты и II—III бонитета. Кустарниковый ярус сложен из леспедецы двуцветной, спиреи средней, шиповника даурского. Травянистый покров редкий—из пижмы сибирской, клевера люпинового, песчанки ситниковой, мокричника лиственничного, зверобоя утонченного, вики однопарной, горца раскидистого, сподиопогона сибирского, овса Шелля и др.

Леса релок, за исключением сосновых насаждений, встречающихся весьма редко, представляют порослевое возобновление после рубок, но главным образом после лесных пожаров. Этим объясняется их глубокая расстроенность, простота структуры и низкая производительность. В большинстве случаев от них остались лишь заросли кустарников из низкой поросли дуба, черной березы, липы, осины, а также леспедецы и лещины, об-

разующих вместе с травянистыми растениями особую формацию злаково-разнотравно-кустарниковых зарослей. Кустарники (не выше 65—100 см) образуют прогалины, так что покрытие не превышает 0,4—0,5, травостой редкий, низкий из прострела поникающего, скабиозы Фишера, володушки козелецеволистной, бубенчиков широколистных, сподиопогона сибирского, келерии тонкой, ириса одноцветкового, песчанки ситниковой, звездчатки утонченного и др. Более обильно здесь всегда представлено разнотравье.

Последнюю фазу обезлесения релок представляют мелкотравные злаково-разнотравные группировки. Травостой редкий (покрытие 30—40%), низкий (25—30 см), из сухолюбивых злаков и разнотравья. Обычны виды: келерия тонкая, полевица Триниуса, сподиопогон сибирский, ирис одноцветковый, кошачья лапка, подмаренник желтый, вейник наземный, володушка козелецеволистная, леспедеца ситниковая и др. Небольшими участками среди господствующего травянистого покрова встречаются кустарники — порослевый дуб, черная береза, леспедеца двуцветная — остатки некогда развитого леса.

Релки используются в качестве пастбищ, но они мало продуктивны и при систематическом использовании выбиваются. Производительность релок может быть значительно повышена путем сохранения леса там, где он еще окончательно не уничтожен, и возобновления на совершенно обезлесенных местах.

Осуществление мероприятий по лесовозобновлению не будет связано со специальными затратами. Для этого достаточно проведения самых элементарных пассивных приемов содействия естественному возобновлению. Они сводятся к охране территории от пожаров, бессистемных рубок и выпаса. Наблюдения показали, что достаточно сохранить площадь релок от перечисленных воздействий на пять—шесть лет, чтобы на них появился молодой лес, даже при условии, если от него осталась очень редкая поросль. Объясняется это благоприятным для развития древесной растительности тепловым и водным режимом релок. Весьма целесообразно введение в сохранившихся лесах на определенный период только рубок ухода.

Релки занимают сравнительно небольшую площадь в пределах 5—10% поверхности поймы, поэтому тем более целесообразно использование их в качестве лесных угодий.

Область приподнятой волнисто-увалистой преимущественно прирусловой равнины поймы покрыта сухими лугами, которые могут быть выделены в комплекс разнотравно-злаковых, злаково-разнотравных и разнотравно-злаково-кустарниковых группировок, иногда с редко разбросанными деревьями. В целом

комплекс представляет собой луга высокого уровня поймы Амура. Почвы под ним молодые, со слаборазвитым гумусовым горизонтом. Пылеватые суглинки или супеси сменяются аллювиальными песками обычно уже на глубине одного метра. Луга заливаются полыми водами редко и на непродолжительное время. В Амурской области они наиболее четко выражены на пространстве от Благовещенска до Буреи и в Еврейской автономной области — от Амурзета до Благословенного. Менее выражены по площади луга этого комплекса в районах Бибиково — Игнатьево и Бурея — Пашково, что, вероятно, связано с их распашкой, а часто превращением в полынные залежи.

Сухие разнотравно-злаковые луга чаще всего встречаются в виде трех ассоциаций: разнотравно-вейниковой с вейником наземным, разнотравно-келериевой и разнотравно-арундинелловой.

На сухих разнотравно-вейниковых лугах доминирует вейник наземный — корневищный многолетний злак. Из злаков, кроме вейника, здесь встречаются келерия тонкая, полевица Триниуса, полевица булавчатая и реже другие. Разнотравье состоит обычно из таких видов: подмаренник настоящий, горец раскидистый, ломонос маньчжурский, лазурник раскидистый, патриния скабиозолистная, герань Максимовича и др.

Разнотравно-келериевые луга экологически приурочены к склонам террас и релок и имеют несомкнутый травостой. Доминирующий злак — келерия относится к числу плотнокустовых, со сравнительно невысокими кормовыми достоинствами. Келерии сопутствует, как правило, ксеромезофитное разнотравье — леспедеца ситниковая, володушка козелецеволистная, смолевка суходольная, гвоздика китайская и др. Будучи типичным степным видом, келерия отличается значительной амплитудой экологической приспособляемости и встречается не только на сухих лугах, но иногда довольно обильно представлена и на сырых местообитаниях. Разнотравно-вейниковые и разнотравно-келериевые ассоциации распространены в наименее обеспеченных влагой местообитаниях и большой площади не занимают.

Разнотравно-арундинелловые луга распространены более широко. Существует несколько вариантов этой ассоциации, которые связаны с различными по степени увлажнения условиями. При недостаточном увлажнении сопутствующее злакам разнотравье состоит из суходольных видов и суходольных осок. На более увлажненных местах травостой содержит больший процент влаголюбивого — мезофитного разнотравья.

разующих вместе с травянистыми растениями особую формацию злаково-разнотравно-кустарниковых зарослей. Кустарники (не выше 65—100 см) образуют прогалины, так что покрытие не превышает 0,4—0,5, травостой редкий, низкий из простреливающего, скабиозы Фишера, володушки козелецеволистной, бубенчиков широколистных, сподиопогона сибирского, келерии тонкой, ириса одноцветкового, песчанки ситниковой, звездобоя утонченного и др. Более обильно здесь всегда представлено разнотравье.

Последнюю фазу обезлесения релок представляют мелкотравные злаково-разнотравные группировки. Травостой редкий (покрытие 30—40%), низкий (25—30 см), из сухолюбивых злаков и разнотравья. Обычны виды: келерия тонкая, полевица Триниуса, сподиопогон сибирский, ирис одноцветковый, кошачья лапка, подмаренник желтый, вейник наземный, володушка козелецеволистная, леспедеца ситниковая и др. Небольшими участками среди господствующего травянистого покрова встречаются кустарники — порослевый дуб, черная береза, леспедеца двуцветная — остатки некогда развитого леса.

Релки используются в качестве пастбищ, но они мало продуктивны и при систематическом использовании выбиваются. Производительность релок может быть значительно повышена путем сохранения леса там, где он еще окончательно не уничтожен, и возобновления на совершенно обезлесенных местах.

Осуществление мероприятий по лесовозобновлению не будет связано со специальными затратами. Для этого достаточно проведения самых элементарных пассивных приемов содействия естественному возобновлению. Они сводятся к охране территории от пожаров, бессистемных рубок и выпаса. Наблюдения показали, что достаточно сохранить площадь релок от перечисленных воздействий на пять—шесть лет, чтобы на них появился молодой лес, даже при условии, если от него осталась очень редкая поросль. Объясняется это благоприятным для развития древесной растительности тепловым и водным режимом релок. Весьма целесообразно введение в сохранившихся лесах на определенный период только рубок ухода.

Релки занимают сравнительно небольшую площадь в пределах 5—10% поверхности поймы, поэтому тем более целесообразно использование их в качестве лесных угодий.

Область приподнятой волнисто-увалистой преимущественно прирусловой равнины поймы покрыта сухими лугами, которые могут быть выделены в комплекс разнотравно-злаковых, злаково-разнотравных и разнотравно-злаково-кустарниковых группировок, иногда с редко разбросанными деревьями. В целом

комплекс представляет собой луга высокого уров
Амура. Почвы под ним молодые, со слаборазвитым
горизонтом. Пылеватые суглинки или супеси
виальными песками обычно уже на глубине
га заливаются полыми водами реже и на
время. В Амурской области они
пространстве от Благовещенска до
номной области — от Амурзета
ражены по площади луга этого
ково — Игнатьево и Бурея —
зано с их распашкой,
залежи.

Сухие разнотравно-злаковые
в виде трех ассоциаций:
наземным, разнотравно-келе
ловой.

На сухих разнотравно-
ник наземный — корневищ
кроме вейника, здесь
Триниуса, полевица
состоит обычно из таких
расчлененный, ломкос
натурных скабиозолистных
Разнотравно-келериевые
склонам террас и
минеральный слой
ных, со сравнительно
тельными
компонентами
злаки и
ринистый
на обеспеченность

на меньших

Область приподнятой волнисто-увалистой преимущественно прирусловой равнины поймы покрыта сухими лугами, которые могут быть выделены в комплекс разнотравно-злаковых, злаково-разнотравных и разнотравно-злаково-кустарниковых группировок, иногда с редко разбросанными деревьями. В целом

Амура. Почвы под ним молодые, со слаборазвитым горизонтом. Пылеватые суглинки или супеси
виальными песками обычно уже на глубине
га заливаются полыми водами реже и на
время. В Амурской области они
пространстве от Благовещенска до
номной области — от Амурзета
ражены по площади луга этого
ково — Игнатьево и Бурея —
зано с их распашкой,
залежи.

Сухие разнотравно-злаковые
в виде трех ассоциаций:
наземным, разнотравно-келе
ловой.

На сухих разнотравно-
ник наземный — корневищ
кроме вейника, здесь
Триниуса, полевица
состоит обычно из таких
расчлененный, ломкос
натурных скабиозолистных
Разнотравно-келериевые
склонам террас и
минеральный слой
ных, со сравнительно
тельными
компонентами
злаки и
ринистый
на обеспеченность

на меньших

Пойма среднего уровня

Область приподнятой волнисто-увалистой преимущественно прирусловой равнины поймы покрыта сухими лугами, которые могут быть выделены в комплекс разнотравно-злаковых, злаково-разнотравных и разнотравно-злаково-кустарниковых группировок, иногда с редко разбросанными деревьями. В целом

Арундинелла уклоняющаяся — многолетний корневищный злак, имеет высокий, до 1 м, стебель и широкие длинноланцетные листья. Она хорошо поедается скотом до цветения и дает сено среднего качества. Сбор сена арундинеллово-разнотравных лугов составляет от 20 до 30 ц/га.

Встречаются разнотравно-злаковые луга с равномерным участием нескольких видов злаков — келерии, наземного вейника, арундинеллы, полевицы Триниуса, волоснеца сибирского, сподиопогона и даже ковыля байкальского. Сочетание ксерофильных и мезоксерофильных злаков и разнотравья придает рассмотренным ассоциациям характер степных группировок.

Злаково-разнотравные луга распространены на дренированных, но более увлажненных местообитаниях. Они содержат больше широколиственного разнотравья, таких видов, как герань Максимовича, кровохлебка аптечная, лабазник дланевидный, серпуха венечная, соссюрея амурская, из бобовых—вики, клевер люпиновый, клевер белый (ползучий). Из злаков здесь встречаются полевицы, арундинелла, сподиопогон, волоснец сибирский и др. Урожайность злаково-разнотравных лугов достигает 15—20 ц/га сена хорошего качества.

Вдоль Амура на высокой пойме встречаются и разнотравно-бобовые луга с небольшой примесью злаков. Основным бобовым растением здесь является вика приятная — многолетнее высокое — до 70—80 см, хорошо облиственное растение, дающее много зеленой массы. Вместе с разнотравьем (вероника сибирская, лапчатка земляничная, герань Власова, вербейник даурский и др.) и злаками (вейник наземный, полевицы, арундинелла) вика дает высокие урожаи сена — до 25—30 ц/га. Иногда луга с викой приятной занимают 20—30 га, но чаще встречаются в виде небольших участков. Другим видом вики, который образует злаково-разнотравно-бобовые луга, является вика мышиная, или мышиный горошек.

Сухие разнотравно-злаковые, злаково-разнотравные и злаково-разнотравно-бобовые луга нередко образуют комплексы с кустарниками, преимущественно лещиной разнолистной и леспедецей двуцветной, а также редкими деревьями (дуб, черная береза, редко липа).

На более или менее обширных приподнятых равнинах высокой поймы часто могут быть прослежены экологические ряды, в которых одни ассоциации сменяются другими, от резко выраженных ксеро-мезофильных к типично-мезофильным. Луга высокого уровня используются как пастбища и сенокосы с травой, отличающейся сравнительно высоким качеством. Отрицательно сказывается на продуктивности этих лугов бессистемное использование: трава выбивается скотом, почва подвергается эрозии, сборы сена падают иногда до 5—6 ц/га.

И сейчас луга высокого уровня не подвергаются значительному влиянию паводков, при снижении же их уровня на 2 м по сравнению с максимальным паводочным горизонтом 1958 г. они вовсе не будут заливаться. При этом растительный покров, мало связанный с режимом поймы, не будет испытывать существенных изменений. Преобразующее влияние на растительность этих лугов могут оказать только агрономические и мелиоративные меры. Прежде всего по границам повышений должны быть сохранены кустарники, так как в их составе всегда встречается поросль древесных пород, которая в последующем послужит основанием для формирования лесозащитных полос. Меры по увеличению размеров лесных массивов будут способствовать значительному улучшению разнотравно-злаковых, особенно разнотравно-арундинеллловых лугов даже без применения специальных способов улучшения.

На плакорных местообитаниях улучшение лугов будет осуществляться различными мерами, в зависимости от конкретных условий. На лугах с древесной растительностью требуется расчистка. Срезка кустарника и корчевка деревьев вследствие легкости почв здесь производятся довольно легко. Для удаления кустарников могут быть применены и гербициды. Обычно, если кустарники имеют высокую полноту, целесообразно проводить коренное улучшение — вспашку кустарниковым плугом, дискование, боронование и посев смеси многолетних трав — люцерны, лисохвоста, костра, пырея и др. Обязательным при этом является внесение минеральных удобрений. На участках с редким кустарником достаточно его срезать и удобрить луг минеральными удобрениями, которые вносятся поверхностно. При внесении минеральных удобрений урожай трав на лугах может удвоиться, при этом в травостое значительно увеличится содержание злаков.

Область среднего уровня

К ней относятся преимущественно плоские участки центральной и притеррасной поймы среднего и низкого уровня, луговая растительность которых состоит в основном из формаций вейниково-разнотравных болотистых лугов. Плоская слабоволнистая поверхность поймы заливается здесь полыми водами один раз в четыре—пять лет и находится под водой в течение одной—двух недель; почти ежегодно оказываются под водой только пониженные участки. В почвенном отношении область среднего уровня характеризуется мощным, от 1 м и более

плащом тяжелых суглинков и глин, подстилаемых песками. Интенсивное развитие травянистого покрова, избыточное увлажнение, затрудняющее аэрацию и глубокое промерзание почвы, замедляют разложение дернины. В результате прогумусированность почвенного профиля хорошо выражена до глубины 50 см.

Экологические условия на этой части поймы неоднородны. На слабоволнисто-увалистой, в целом плоской равнине центральной и притеррасной поймы, подверженной временному сравнительно непродолжительному переувлажнению, формируется комплекс злаково-разнотравных и злаково-осоково-разнотравных лугов, доминирующее положение из злаков в которых принадлежит вейнику Лангсдорфа. На пониженных местообитаниях эти ассоциации переходят в комплекс болотных осоковых и вейниково-осоковых лугов, области низкого уровня.

Комплекс злаково (вейниково)-разнотравных и злаково (вейниково)- осоково-разнотравных лугов среднего уровня поймы включает в основном следующие группировки: вейниково-разнотравную, вейниково-осоково-разнотравную, мелкозлаково-разнотравную, злаково-кустарниково-разнотравную. В травостое господствует мезофильное разнотравье, дающее 10—20 ц/га сена. Перечисленные ассоциации комплекса имеют следующий состав.

Ассоциация вейниково-разнотравная: купальница китайская, красоднев желтый, ветреница вильчатая, подмаренник желтый, щавель кислый, лапчатка земляничная, кровохлебка аптечная, герань Власова, вербейник даурский, фиалка Гмелина, вейник Лангсдорфа, арундинелла уклоняющаяся, полевица Триниуса, мятлик луговой, вика приятная, клевер люпиновый.

Ассоциация вейниково-осоково-разнотравная: купальница китайская, лютики китайский и ядовитый, вербейник густоцветный, герань Власова, колокольчик скученноцветный, кровохлебки аптечная и мелкоцветная, василисник прямой амурский, чемерица Маака, осоки придатковая, дерновинная и др., вейник Лангсдорфа, полевицы Триниуса и булавчатая, мятлик луговой, овсяница луговая, вика приятная, чина волосистая.

Ассоциация мелкозлаково-разнотравная: разнотравье из видов характерных для предыдущей ассоциации, из злаков — те же виды, но доминируют полевицы, мятлики, вейник не преобладает.

Ассоциация злаково-кустарниково-разнотравная: кроме разнотравья и злаков, среди которых доминирует вейник, обильно представлены кустарники — ива черничная, ива коротконожковая.

Вейник на лугах среднего уровня, как правило, не плодоносит, для его полного развития не хватает влаги. Комплекс названных лугов используется в качестве сенокосов и пастбищ. Так как микрорельеф здесь не выражен — возможна механизированная уборка трав.

При исключении паводковых разливов комплекс вейниково-разнотравных ассоциаций подвергается существенным изменениям. Исчезнут условия увлажнения, способствующие развитию вейника и гигро-мезофильного разнотравья. Вейник выпадет совершенно. Он уступит место арундинелле и мелким злакам. Выпадут такие виды разнотравья, как купальница, вербейник густоцветный, красоднев, ветреница, герань Власова, чина волосистая. Усилится значение ксеро-мезофильного разнотравья — кровохлебки аптечной и др., из бобовых — клевера люпинового, вики приятной. Сборы сена несколько снизятся, но зато улучшится его качество за счет мелкозлаковых видов и бобовых трав. В целом травянистый покров приблизится по своему характеру к комплексу разнотравно-злакового типа высокого уровня.

При снижении максимальных паводковых уровней наполовину изменение коснется только вейника, он выпадет и заменится арундинеллой. Разнотравье, обладающее большой приспособляемостью к меняющимся условиям, почти не изменится в видовом отношении, но усилится его значение в травостое за счет осок. Значительная часть земель поймы среднего уровня будет, по-видимому, распахана в порядке освоения целины. Путем агротехнических мероприятий измененные луга могут быть превращены в хорошие сенокосы. Отсутствие кочек или слабая закочкаренность позволят ограничиться мерами поверхностного улучшения — срезкой кустарников, если они есть, и поверхностным внесением удобрений, а также подсевом многолетних трав без нарушения слаборазвитой дернины.

При внесении удобрений, как показал опыт, урожай на таких лугах удваивается, изменяется соотношение злаков и разнотравья в сторону увеличения злакового компонента за счет более мощного его развития, меньшей усыхаемости злаков по сравнению с разнотравьем и сокращения значительных потерь, происходящих в результате ломкости листьев разнотравья.

Комплекс болотистых вейниковых и осоково-вейниковых ассоциаций распространен на более увлажненных местах, где длительно застаивается вода и период нормального — обычного увлажнения сравнительно непродолжителен; вейник не переносит длительного недостатка переувлажнения почвы. В этот комплекс, в котором доминирует вейник Лангсдорфа входят ассоциации вейниковая, осоково-вейниковая, разнотравно-вейниковая,

спирейно-осоково-вейниковая, разнотравно-осоково-вейниковая с кустарником (ива).

Ассоциация вейниковых лугов приурочена к руслам притоков Амура, где занимает береговую, более дренированную поймы и подстилается дерновыми супесчаными, суглинистыми, иногда иловатыми и слабооглеенными почвами. Микрорельеф выражен слабо. Травостой очень густой, покрытие 100%. Урожайность вейниковых лугов высокая — 35—45 ц/га, причем скошенное в середине июня сено обладает довольно хорошими кормовыми достоинствами. Поверхность вейниковых лугов позволяет производить механизированную заготовку сена.

Использование вейниковых лугов для выпаса приводит к появлению спиреи иволистной и превращению вейниковой ассоциации в спирейно-вейниковую, отличающуюся более низкой урожайностью, а также более низким качеством сена.

Осоково-вейниковые луга — один из самых распространенных типов лугов Дальнего Востока. Они занимают плоские понижения поймы среднего, но преимущественно низкого уровня и располагаются главным образом в центральных их частях, хотя и в прирусловой части поймы также довольно широко распространены. Местоположения осоково-вейниковых лугов характеризуются переувлажненностью, вода здесь застаивается на более или менее продолжительное время, почвы иловато-глеевые и торфянисто-иловато-глеевые. Кроме вейника Лангсдорфа, в травостое распространены осоки — осока придатковая, осока пушистоплодная, осока Шмидта, а из разнотравья, чрезвычайно немногочисленного, — чистец байкальский, астра Маака, кровохлебка мелкоцветная. По урожайности осоково-вейниковые луга уступают вейниковым и дают 15—25 ц/га менее качественного сена. Поверхность этих лугов покрыта невысокими (10—15 см) осоковыми кочками, занимающими 5—10% площади луга. Механизированная уборка трав в таких условиях почти исключается.

Производительность осоково-вейниковых лугов может быть повышена при помощи мелиоративных и агротехнических мероприятий. К ним относится устройство каналов-собирателей, фрезерование, внесение минеральных удобрений и др. Осуществлению здесь агротехнических работ должны предшествовать мелиоративные. Простейшие мелиоративные меры позволят избавиться от кочек и их возобновления, а также от длительного избыточного увлажнения (затопления), способствующего развитию осок. Фрезерование в 2—3 следа последующей обработки не требует. В случае вспашки кустарниково-болотным плугом проводится последующее многократное дискование тяжелыми дисковыми боронами. Удобрения требуются калийно-фосфорные, а лучше азотно-фосфорно-калийные. Комплекс перечисленных мероприятий относится к числу коренных воздействий, которые, как показал опыт, изменяют структуру растительного покрова, преобразуют их в вейниковые, причем осоки исчезают, а площадь становится доступной для механизированной уборки трав. Положительный результат может быть получен и без мелиорации, но затрудняется фрезерование или вспашка и со временем восстанавливаются кочки. Без внесения удобрений естественное залужение проходит значительно медленнее, и урожайность трав повышается ниже возможной. Применение же всего комплекса агротехнических мероприятий повышает урожайность вдвое — до 30—40 ц/га. Еще больший эффект достигается путем искусственного залужения, посевом смеси многолетних трав. Сохраняющееся при корневом улучшении оптимальное увлажнение почвы позволяет применять здесь в качестве злакового компонента тимофеевку, волоснец сибирский, в смеси с другими злаками (костер, пырей бескорневищный, овсяница и др.) и бобовыми (клевер, люцерна, вика). В результате образуется исключительно ценный по кормовым свойствам травостой, урожайность которого достигает 40—45 ц/га. Такие луга будут представлять собой хорошие долголетние сенокосы и пастбища.

Что произойдет с вейниковыми и осоково-вейниковыми лугами при изменении пойменного режима? Снижение максимальных паводковых разливов примерно на 2—2,5 м по сравнению с максимальным паводковым горизонтом 1958 г. совершенно не снимет пойменности этих лугов, но значительно сократит время застаивания воды на поверхности почвы. В результате прекратится развитие осок, а вейник будет давать значительно меньше генеративных побегов. Продуктивность лугов почти не изменится, но улучшится качество сена за счет того, что станет более сложным состав злаков — могут появиться мятлики, полевицы, овсяницы и мезофильное разнотравье — герани, лабазник дланевидный, вика приятная и др. В том же случае, если подтопление будет исключено совершенно, а это наступит при снижении паводков на 3 — 4 м, растительный покров подвергнется более глубокому преобразованию. Ассоциации комплекса болотистых вейниковых лугов (лугов низкого уровня поймы) перейдут в ассоциации комплекса злаково-разнотравных и злаково-осоково-разнотравных лугов (лугов среднего уровня поймы). Осоки переувлажнённых лугов исчезнут, вейник уступит место разнотравью, из злаков, кроме полевиц, мятликов овсяниц, появится арундинелла. Урожайность трав несколько снизится, но улучшится качество сена.

Близкими к рассмотренным асоциациям являются ассоциации разнотравно-осоково-вейниковая с кустарником и разнотравно-вейниковая. В них также доминирует вейник Ланг-сдорфа.

Разнотравно-осоково-вейниковые луга с кустарником характеризуются наличием в растительном покрове кустарников, преимущественно ивы черничной, ивы ползучей, реже ивы коротконожковой. Разнотравно-вейниковые луга отличаются значительным участием влаголюбивого разнотравья (кровохлебка аптечная, калужницы, купальница китайская, тригонотис незабудковый, чина волосистая и др.); осоки заметной роли в составе травостоя не играют.

При изменении пойменных условий преобразование этих ассоциаций будет происходить по типу осоково-вейниковых лугов.

Область низкого уровня

Образуют ее нередко соединенные протоками депрессии и понижения, сосредоточенные преимущественно в притеррасной части поймы. Участки низкого залегания имеются также в центральной и прирусловой пойме, но здесь их происхождение связано, по-видимому, с заросшими и зарастающими старицами. Сравнительно небольшие площади понижений представлены небольшими блюдцами и днищами плоских и бессточных лощин.

Область низкого уровня поймы покрыта болотными осоковыми и вейниково-осоковыми лугами, образующими комплекс, включающий следующие основные ассоциации: осоковую, вейниково-осоковую, пушице-осоковую, тростниково-осоковую, болотно-разнотравно-осоковую и вейниково-осоковую с кустарником. Почвы болотных лугов торфяно-болотные. Для почвенного профиля характерно накопление большого количества органического вещества и слабое оглеение нижележащей глинистой толщи. Притеррасные болотные луга заливаются паводками ежегодно и долго находятся под водой. Отличаются они сильной закочкаренностью; количество кочек на площади в 1 га колеблется от 5—10 до 30—40 тысяч, покрывают они от 20 до 50% поверхности луга. Видовой состав лугов довольно однообразен. В составе всех ассоциаций доминируют осоки.

Осоковая ассоциация состоит из осоки Шмидта, осоки Мейера, пушистоплодной, дерновинной и др.; в зависимости от условий преобладает тот или иной вид. Другие растения встречаются редко, среди них чаще других чистец байкальский, мытник крупноцветный, вейник узколистный и др.

В составе вейнико-осоковой ассоциации второе место в травостое за осоками принадлежит вейнику узколистному, разнотравье редкое.

Пушице-осоковые луга включают пушицу влагалищную, редкое разнотравье и редко кустарники — иву черничную, иву ползучую и др.

Болотно-разнотравно-осоковая ассоциация отличается наибольшим разнообразием вариантов. Болотное разнотравье представлено такими видами, как сабельник болотный, кизляк кистевой, вахта трехлистная, любелия сидячелистная, калужница болотная и др.; изредка встречаются вейник узколистный, иногда обильна кровохлебка мелкоцветная.

Преобладание осоки, высокие и многочисленные кочки постоянное переувлажнение делают болотные луга недоступными не только для использования в качестве сенокосов, но и в качестве пастбищ. Только ранней весной на них пасется скот, в тех случаях когда других выгонов нет. Урожайность трав низкая — 15—20 ц/га плохого сена. Применение простейших мелиоративных и агротехнических мероприятий на таких лугах исключается. Тем не менее болотные луга представляют собой богатейший потенциальный фонд для производства грубых кормов. Почвы здесь отличаются высоким содержанием органических веществ и необходимых минеральных элементов и при соответствующих обстоятельствах могут стать местообитанием для наиболее ценных луговых трав. Проблема преобразования болотных лугов осоковой формации имеет важное значение для Приамурья в связи с тем, что эти луга занимают огромную площадь.

В широких масштабах осуществление мелиоративных мероприятий на болотных лугах станет возможным после зарегулирования Амура. На всем протяжении реки от Амазара до Ленинска, в том числе и на отрезке — Амазар — Благовещенск, где паводковый горизонт достигает 8 м, коренное изменение болотных лугов произойдет при срезке максимальных паводков на 4—5 м по сравнению с максимальным паводковым горизонтом 1958 г. Но и при этом причина заболачивания не будет полностью устранена, т. к. уровень грунтовых вод останется высоким; для понижения его на 0,5—1,0 м потребуется углубление и спрямление водотоков, устройство сети каналов-собирателей.

В результате зарегулирования Амура на болотных лугах будет происходить смена ассоциаций осоковой формации, ассоциациями вейникового и осоково-вейникового комплекса. Процесс такой смены можно будет ускорить агротехническими приемами — дискованием тяжелыми дисковыми боронами с последующим фрезерованием и естественным залужением путем посева трав. Нужно учитывать, что вейник в составе болотных лугов находится обычно в небольшом количестве и отрастает медленно, поэтому без вмешательства человека луг может покрыться

сорняками и практической ценности не представит. При посеве смеси многолетних трав для ускорения биологической активности почвы потребуется вносить навоз и известь. Искусственные бобово-злаковые луга притеррасных депрессий будут давать высокие (до 40—50 ц/га) урожаи высококачественного сена. При условии применения минеральных удобрений возможно получение двух укосов; это относится и к улучшенным вейниковым лугам, образующимся в результате естественного залужения. Земли, занятые в прошлом болотными лугами, представят также большую ценность для возделывания овощей.

При срезке паводкового уровня наполовину, по сравнению с максимальным паводковым горизонтом 1958 г., коренное изменение области низкого уровня произойдет не повсеместно. Частично пойменная обстановка останется, что вызовет сдвиг осоково-вейниковых ассоциаций на смену ассоциации осоковой формации. Контуры болотистых лугов низкого уровня поймы наложатся на контуры болотных лугов.

Зарегулирование Амура явится мощным фактором преобразования растительного покрова обширной поймы этой реки. В целом оно будет способствовать превращению малоценных в практическом отношении формаций растительности в более ценные. Изменения пойдут в направлении от болотных осоковых и вейниково-осоковых, болотистых вейниковых и осоково-вейниковых лугов к злаково-разнотравным и разнотравно-злаковым лугам. Улучшатся условия развития и древесной растительности. В производство будут вовлечены длительно или постоянно избыточно увлажненные земли, занимающие огромные площади и в настоящее время почти не используемые. Разумеется, площади высокого уровня надо будет ограждать от усиления эрозии, которой способствуют бессистемный выпас и палы. Полное обезлесение поймы следует рассматривать как крайне нежелательное явление.

Наряду с работами по освоению земель области среднего и низкого уровня необходимы будут соответствующие агролесомелиоративные мероприятия.

Приложение

Список названных в статье растений

Арундинелла уклоняющаяся — Arundinella anomala Steud.
Астра Маака — Aster Maackii Rgl.
Атрактилодес овальный — Atractylodes ovata Thunb.
Береза даурская или черная — Betula dahurica Pall.
Береза плосколистная — Betula platyphylla Suk.
Бересклет Маака — Euonymus Maackii Rupr.

Боярышник Максимовича—Crataegus Maximoviczii C. Schn.
Брусника — Vaccinium vitis idaea L.
Бубенчик широколистный — Adenophora latifolia Fisch.
Василисник прямой амурский — Thalictrum simplex L.
Вахта трехлистная — Menyanthes trifoliata L.
Вейник Лангсдорфа — Calamagrostis Langsdorffii Trin.
Вейник наземный — Calamagrostis epigeios Roth.
Вейник узколистный — Calamagrostis angustifolia Kom.
Вербейник даурский — Lysimachia dahurica Ldb.
Вербейник густоцветный — Lysimachia barystachys Bge.
Вероника сибирская — Veronica sibirica L.
Ветреница вильчатка — Anemone dichotoma L.
Вика жилковатая — Vicia venosa Max.
Вика мышиная — Vicia cracca L.
Вика однопарная — Vicia unijuga Al. Br.
Вика приятная — Vicia amoena Fischer.
Володушка козелецеволистная — Bupleurum scorzonaerifolia W.
Волоснец сибирский — Elymus sibiricus L.
Гвоздика китайская — Dianthus chinensis L.
Герань Власова — Geranium Wlasovianum Fischer.
Герань Максимовича — Geranium Maximoviczii Rgl.
Горец раскидистый — Poligonum divaricatum L.
Дуб монгольский — Quercus mongolica Fisch.
Зверобой утонченный — Hypericum attenuatum Choisy.
Ива черничная — Salix myrtilloides L.
Ива коротконожковая — Salix brachypoda Trautv.
Ива ползучая — Salix repens L.
Ильм низкий — Ulmus pumila L.
Ирис одноцветковый — Iris uniflora Pall.
Калина Саржента — Viburnum Sargenti Koehne.
Калужница болотная — Caltha palustris L.
Келерия тонкая — Koeleria gracilis Pers.
Кизляк кистевой — Naumburgia thyrsiflora L.
Кипрей узколистный — Chamaenerium angustifolium L.
Клевер белый (ползучий) — Trifolium repens L.
Клевер лупиновый — Trifolium lupinaster L.
Клен мелколистный — Acer mono Max.
Клен приречный — Acer ginnala Max.
Ковыль байкальский — Stipa baicalensis Rosh.
Колокольчик скученноцветный — Campanula glomerata L.
Костер сибирский — Bromus sibiricus Drob.
Кошачья лапка — Antennaria dioica Gaertn.
Красоднев желтый — Hemerocallis flava L.
Кровохлебка аптечная — Sanguisorba officinalis L.

Кровохлебка мелкоцветная — Sanguisorba parviflora Max.
Крушина даурская — Rhamnus dahuricus Pall.
Купальница китайская — Trollius chinensis Bge.
Лабазник дланевидный — Filipendula palmata Max.
Лазурник раскидистый — Siler divaricatum B. et H.
Лапчатка земляничная — Potentilla fragarioides L.
Леспедеца двухцветная — Lespedeza bicolor Turcz.
Леспедеца ситниковая — Lespedeza juncea Pers.
Лещина разнолистная — Corylus heterophylla Fisch.
Липа амурская — Tilia amurensis Kom.
Лиственница даурская — Larix dahurica Turcz.
Ломонос маньчжурский — Clematis manshurica Rupr.
Лисохвост луговой — Alopecurus pratensis L.
Лобелия сидячелистная — Lobelia sessilifolia Lamb.
Лютик китайский — Ranunculus chinensis Bge.
Лютик ядовитый — Ranunculus sceleratus L.
Люцерна посевная — Medicago sativa L.
Мокричник лиственничный — Alsine laricina Crantz.
Мытник крупноцветный — Pedicularis grandiflora Fisch.
Мятлик луговой — Poa pratensis L.
Овес Шелля — Avena Schelliana Hackel.
Овсяница луговая — Festuca pratensis L.
Осока дерновинная — Carex caespitosa L.
Осока придатковая — Carex appendiculata Trautv.
Осока Мейера — Carex Meyeriana Kunth.
Осока пушистоплодная — Carex eriophylla Kom.
Осока Шмидта — Carex Schmidtii Meinsh.
Орляк обыкновенный — Pteridium aguilinum Kuhn.
Патриния скабиозолистая — Patrinia scabiosaefolia Link.
Песчанка ситниковая — Arenaria juncea M. B.
Пижма сибирская — Tanacetum sibiricum L.
Платикодон крупноцветный — Platycodon grandiflorus A. ДС.
Подмаренник настоящий — Galium verum L.
Полевица булавчатая — Agrostis clavata L.
Полевица Триниуса — Agrostis Trinii Turcz.
Полынь японская — Artemisia japonica Thunb.
Прострел поникающий — Pulsatilla cernua Sprgl.
Пушица влагалищная — Eriophorum vaginatum L.
Пырей бескорневищный — Agropyrum tenerum Vassey.
Рододендрон даурский — Rhododendron dahuricum L.
Сабельник болотный — Comarum palustre L.
Серпуха венечная — Serratula coronata L.
Скабиоза Фишера — Scabiosa Fischeri DC.
Смолевка суходольная — Silene aprica Turcz.

Сосна обыкновенная — Pinus silvestris L.
Соссюрея амурская — Saussurea amurensis Turcz.
Спирея иволистная — Spiraea salicifolia L.
Спирея средняя — Spiraea media Schmidt.
Сподиопогон сибирский — Spodiopogon sibiricus Trin.
Тимофеевка луговая — Phleum pratense L.
Тригонотис незабудковый — Trigonotis myosotideum Max.
Фиалка Гмелина — Viola Gmeliniana R. et S.
Чемерица Маака — Veratrum Maackii Rgl.
Чина волосистая — Lathyrus pilosus Cham.
Чистец байкальский — Stachys baicalensis Fischer.
Шиповник даурский — Rosa dahurica Pall.
Щавель кислый — Rumex acetosa L.
Ясенец пушистоплодный — Dictamnus dasycarpus Turcz.

АЛЛЮВИЙ И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ В ПОЙМАХ ГОРНЫХ РЕК ПРИАМУРЬЯ

А. П. НЕЧАЕВ,
действительный член Географического общества СССР,
кандидат географических наук

Состав, особенности преобразования и динамика аллювия горных рек Приамурья почти не изучены.

Во время исследований в долинах рр. Хор, Бикин, Уда, Селемджа, Бурея и др. мы убедились, что целый ряд закономерностей отложения аллювия, действительных для рек равнинных территорий, не проявляются в горных потоках Приамурья и Приморья. В то же время ряд явлений, типичных для рек горных районов Дальнего Востока, вовсе отсутствует на равнинных реках.

Русловой аллювий в горных верховьях состоит в основном из более крупных материалов. С уменьшением скорости течения вначале откладывается крупная галька. В дальнейшем оставляемые частицы становятся все мельче, в связи с чем образуются отдельные слои, состоящие из аллювиального материала различной крупности. Изменяется и форма частиц руслового аллювия от округлой к плоской, способствующей уже не перекатыванию, а влечению их по дну. В первом случае после спада воды скопления крупной округлой гальки дают неравномерные, часто хаотические нагромождения аллювия, которые при следующем подъеме уровня реки могут быть снесены далее вниз. Во втором случае плоские отшлифованные обломки располагаются так, что каждый из них как бы прикрывает верхнюю половину ниже его лежащей гальки. Масса расположенных таким образом частиц аллювия создает иногда сплошную ровную поверхность, напоминающую мостовую улицы.

Отложения потока образуют прирусловую или береговую отмель, которая после каждого затопления и последующего обнажения все более увеличивает свои размеры в длину, ширину и высоту. На поверхности такой отмели происходят неравномерные по высоте отложения аллювия, разница между уровнями которых часто достигает 1,0—1,5 м. Аллювий низких уровней обычно состоит из сравнительно мелких частиц, что свидетельствует об отложении его в периоды небольших подъемов воды и при более слабом течении. Аллювиальный материал, сосредоточенный на высоких частях отмели, состоит из крупных обломков, что указывает на значительную скорость течения. Отложения высоких уровней обычно имеют ровную, почти горизонтальную поверхность и крутой, часто обрывистый склон в сторону падения потока. Между самыми низкими и наиболее высокими уровнями руслового аллювия различаются промежуточные аккумулированные слои.

В геоморфологическом отношении такая прирусловая отмель представляет зачаточную часть поймы. В дальнейшем она становится первичной основой развития типичных для поймы аккумулятивных форм рельефа, что приводит к ее резкому поверхностному расчленению. При этом отдельные уровни отложения дают начало различным по высоте элементам пойменного рельефа. Так возникает первый, типичный участок поймы, на котором в дальнейшем проявляются все последующие стадии развития аллювия, характерные для затопляемой части долины.

В периоды очередных половодий высота подъема и скорость воды над участками первичной поймы с каждым разом уменьшается, что сопровождается сокращением сроков затопления. Наконец периоды обнажения поверхности прирусловой отмели настолько удлиняются, что создаются возможности для укоренения пионеров растительного мира, которым ранее угрожала опасность быть сорванными во время паводков или залитыми на слишком большой промежуток времени. В результате этого поверхность молодой поймы в низкую воду заселяется отдельными травянистыми растениями. Многие из них часто не успевают пройти все фазы развития и смываются последующими паводками. После определенного времени развития несомкнутых травянистых группировок появляются заросли кустарников, которые впоследствии сменяются типичными для данного участка поймы лесными насаждениями. С этого времени русловый аллювий заканчивает свое самостоятельное развитие.

Пойменный аллювий, представляющий в основном тонкий песчаный, супесчаный или суглинистый материал, отлагается более энергично после начального закрепления первыми растениями прирусловой отмели. На многих участках горных рек мы отмечали, что слой пойменного аллювия вырастает в среднем на один см за каждый паводок. С момента появления поймен-

ного аллювия развитие поймы и формирование на ней растительности происходит во взаимосвязи, параллельно одно другому. Таким образом, если преобразование руслового аллювия шло только под влиянием гидрологического режима водотока, то развитие пойменного аллювия с момента его появления проходит не только под влиянием первого фактора, но и под непосредственным воздействием растительного покрова. В дальнейшем роль первого фактора все более уменьшается, но никогда не исчезает, в то время, как значение второго фактора усиливается и ко времени выхода данного участка поймы из-под влияния паводков становится преобладающим.

Распределение частиц пойменного аллювия на разных элементах рельефа поймы происходит по-разному. Повышенные части, состоящие из рыхлого материала и сравнительно мало заливаемые покрываются слоями крупнозернистого материала. Такие элементы поверхности обладают относительно слабой влагоемкостью, высокой степенью аэрации и большим запасом ежегодно пополняющихся питательных веществ. На них происходит расселение растений, приспособленных, с одной стороны, к затоплению и, с другой стороны, — к временному недостатку влаги в периоды меженей. Пониженные формы рельефа в силу своего положения даже после паводков сравнительно долгое время остаются залитыми стоячей водой, из которой происходит отложение сравнительно мелких частиц. На таких местах формируется илистый субстрат, насыщенный застойной влагой, обладающий незначительной аэрацией. На нем поселяются растения, выдерживающие длительное затопление и излишнее переувлажнение.

Аллювий пойм горных рек Дальнего Востока формируется, как правило, из двух главных горизонтов:

Нижнего, состоящего из руслового аллювия, — гальки различной величины, откладываемой в первую стадию формирования поймы и находившейся под влиянием только гидродинамического процесса.

Верхнего супесчаного или суглинистого, возникающего в результате медленного осаждения взвешенных в воде мельчайших частиц пойменного аллювия и находящихся под совместным влиянием гидрологического режима и растительного покрова поймы.

Эти обособленные горизонты аллювия с хорошо выраженной границей между ними встречаются в поймах всех изученных нами горных рек Дальнего Востока. Они свидетельствуют о горизонтальном смещении русла реки в силу боковой эрозии и вмешательства растительного покрова в процесс седиментации.

Необходимо отметить также второстепенные типы аллювиальных отложений, создающих временные, эфемерные элементы пойменного рельефа. К таким второстепенным, накладывающимся на основные, типам аллювия относятся льдинный и древесный.

Льдинный аллювий. На низменных берегах некоторых рек Дальнего Востока во время меженного уровня можно иногда наблюдать скопление беспорядочно разбросанных обломков скал, камня, гальки, величина которых в несколько раз больше размеров частиц расположенного под ними берегового субстрата (4). Водный поток, протекающий в половодье над этими местами, по всем данным не смог бы перекатить сюда крупные обломки, лежащие наверху. Несомненно, что такой каменный материал в силу проявления различных форм зимнего выветривания был доставлен сюда только льдинами. Об этом свидетельствует и литологический состав, резко отличный от состава горных пород, из которых сложены ближайшие скалы. Это дополнительно подтверждает, что подобные камни и обломки были перенесены льдинами, притом иногда из довольно отдаленных мест.

На р. Зее близ с. Сахатино и с. Мазаново нами встречены галечниковые отмели, на которых выше меженного уреза воды разбросаны камни различной величины и даже осколки крупных скал. Характерно, что они лежат на берегах прерывистой линией, показывая этим уровень подъема реки во время весенних ледоходов и места, где происходило обмеление и стаивание льдин с тяжелым грузом. Подобная льдинная аккумуляция отмечена нами также в среднем течении Селемджи, Буреи и, вероятно, имеет место на берегах рек Амурской области.

Показательно, что по направлению к востоку льдинноречная аккумуляция постепенно затухает и проявляется сравнительно редко. Так, на р.р. Хор, Бикин, Иман она, по нашим наблюдениям, крайне редка, что, вероятно, связано с климатическими особенностями, возможно с ранними весенними дождями, разрушающими лед, не могущий поэтому транспортировать каменный материал.

Весьма вероятно, что льдинная аккумуляция играет определенную роль при формировании песчаных и галечниковых отложений в местах, расположенных ниже устьев притоков, а также в дельтах крупных рек. Возможно, что скелет устьевых и дельтовых участков дальневосточных рек: Амура, Уссури, Буреи и их притоков в значительной степени сложен из материала, отложенного в процессе льдинной аккумуляции.

Древесный аллювий. К нему относятся отложения разнообразных растительных остатков, состоящих из отмерших ство-

лов деревьев с корневой системой, их отдельных обломков и ветвей, мелких остатков растений. К особенностям древесного аллювия относятся слабая окатанность обломков, отсутствие сортировки материала и слоистости, наличие многочисленных промежутков, заполненных водой, песком, галькой, недолговечность в геологическом смысле и приуроченность к современным руслам горных рек. Большие скопления древесного аллювия отлагаются главным образом на вогнутых берегах, на которых проявляется особенно интенсивная боковая эрозия реки. Древесный аллювий характерен для тех горных рек Дальнего Востока, берега которых покрыты лесными насаждениями и совершенно отсутствует на равнинных и высокогорных водотоках, лишенных древесных группировок. Этот тип аллювия, его формы, образование и развитие впервые описаны Ю. Ф. Чемековым (5).

Полный перемыв и переотложение всего аллювиального материала в пределах данного отрезка реки проходит циклично, в течение определенного промежутка времени, повторяемого многократно на протяжении существования реки. По некоторым наблюдениям в верховьях р.р. Хор, Бикин, Иман, Селемджа, Зея, Бурея такой цикл формирования пойменного мезорельефа от появления мелей, кос до исчезновения островов наиболее краток и равняется примерно 50—60 годам. На средних отрезках этих рек продолжительность существования их увеличивается и к низовьям еще более удлиняется. А. Д. Гожев (1), изучавший растительность в средней части р. Уды, считает, что «период, за который обновляется вся пойма, равен, вероятно, двумстам лет».

Вполне понятно, что формирование пойменной растительности на каждом определенном отрезке горной реки должно укладываться в те же отрезки времени, в которые происходит преобразование пойменных форм рельефа. Растительный покров появляется в пойме с момента выхода аллювия над поверхностью воды и исчезает вместе с уничтожением места своего прикрепления.

При этом роль реки в указанном процессе ограничивается лишь периодами паводков, которые из года в год становятся реже и короче, в силу накопления взвешенного материала, задерживаемого растительностью и осаждающегося по причине падения скорости течения. Одновременно усиливается накопление и обогащение поверхностного слоя острова или берега опавшими листьями, оставшимися корнями и отмершими сучьями. Весь этот неорганический и органический материал становится первичной основой почвенного покрова, который пополняется из года в год новыми порциями мелкого аллювия и различными перегнивающими остатками растений.

Пионерами заселения формирующихся участков поймы могут быть только такие растения, которые в состоянии переносить частое и длительное затопление, противостоять сильному течению воды и в то же время быстро внедряться в свободный, бедный питательными веществами галечник, песок или илистый грунт. Лишь после того, как субстрат, находящийся под такими растениями, будет преобразован, покрыт сверху первичной почвой и огражден от угрозы непосредственного затопления, растения-пионеры исчезают, передавая свои места более требовательным, чем они, деревьям, кустарникам и травам.

Пионерами заселения обнаженного галечника верхних и средних отрезков долин горных рек Дальнего Востока являются ивы корзиночная и росистая, чосения крупночешуйная и тополь Максимовича, а также ряд травянистых видов, главным образом однолетних. Периоды обсыхания таких галечников иногда совпадают по времени с моментами созревания и диссеминации анемохорных плодов указанных древесных растений. В этих случаях свободная территория будет заселена. В случае же несоответствия двух взаимосвязанных процессов древесная растительность не появится на новом галечнике и не будет закреплять его корнями молодых растений до тех пор, пока не произойдет указанного совпадения. Подсчет годичных слоев на стволах чосении и ивы корзиночной, срубленных в поймах р.р. Селемджи, Хора и Тумнина из растущих рядом разновозрастных насаждений (обычный разрыв 9—12 лет), показал, что благоприятные возможности для поселения этих деревьев складываются в среднем грубоориентировочно один раз в течение десятилетия. В остальные годы совпадения отсутствуют, т. к. или галечник скрыт паводковой водой и семена погибают, или галечник находится над поверхностью реки, но созревание семян еще не произошло или уже закончилось.

Быстрорастущие сеянцы ивы, чосении и тополя в течение первых лет прочно закрепляют галечник, формируя на нем обычные для таких отрезков долины ивовые, чосениевые, тополевые пойменные насаждения. Обильно разветвленная корневая система деревьев, снабженная огромным количеством мочковатых корней, проникает глубоко в слой гальки, предохраняя грунт от размывающей деятельности паводков.

В течение последующих лет во время очередных половодий густостоящие стволики древесных растений задерживают все новые и новые порции взвешенного в воде аллювиального материала, способствуя этим нарастанию в высоту занятого ими участка. Указанный взаимосвязанный процесс формирования островов и берегов и развития растительности на них сопровождается быстрым поднятием участка поймы над уровнем реки и

лов деревьев с корневой системой, их отдельных обломков и ветвей, мелких остатков растений. К особенностям древесного аллювия относятся слабая окатанность обломков, отсутствие сортировки материала и слоистости, наличие многочисленных промежутков, заполненных водой, песком, галькой, недолговечность в геологическом смысле и приуроченность к современным руслам горных рек. Большие скопления древесного аллювия отлагаются главным образом на вогнутых берегах, на которых проявляется особенно интенсивная боковая эрозия реки. Древесный аллювий характерен для тех горных рек Дальнего Востока, берега которых покрыты лесными насаждениями и совершенно отсутствует на равнинных и высокогорных водотоках, лишенных древесных группировок. Этот тип аллювия, его формы, образование и развитие впервые описаны Ю. Ф. Чемековым (5).

Полный перемыв и переотложение всего аллювиального материала в пределах данного отрезка реки проходит циклично, в течение определенного промежутка времени, повторяемого многократно на протяжении существования реки. По некоторым наблюдениям в верховьях р.р. Хор, Бикин, Иман, Селемджа, Зея, Бурея такой цикл формирования пойменного мезорельефа от появления мелей, кос до исчезновения островов наиболее краток и равняется примерно 50—60 годам. На средних отрезках этих рек продолжительность существования их увеличивается и к низовьям еще более удлиняется. А. Д. Гожев (1), изучавший растительность в средней части р. Уды, считает, что «период, за который обновляется вся пойма, равен, вероятно, двумстам лет».

Вполне понятно, что формирование пойменной растительности на каждом определенном отрезке горной реки должно укладываться в те же отрезки времени, в которые происходит преобразование пойменных форм рельефа. Растительный покров появляется в пойме с момента выхода аллювия над поверхностью воды и исчезает вместе с уничтожением места своего прикрепления.

При этом роль реки в указанном процессе ограничивается лишь периодами паводков, которые из года в год становятся реже и короче, в силу накопления взвешенного материала, задерживаемого растительностью и осаждающегося по причине падения скорости течения. Одновременно усиливается накопление и обогащение поверхностного слоя острова или берега опавшими листьями, оставшимися корнями и отмершими сучьями. Весь этот неорганический и органический материал становится первичной основой почвенного покрова, который пополняется из года в год новыми порциями мелкого аллювия и различными перегнивающими остатками растений.

Пионерами заселения формирующихся участков поймы могут быть только такие растения, которые в состоянии переносить частое и длительное затопление, противостоять сильному течению воды и в то же время быстро внедряться в свободный, бедный питательными веществами галечник, песок или илистый грунт. Лишь после того, как субстрат, находящийся под такими растениями, будет преобразован, покрыт сверху первичной почвой и огражден от угрозы непосредственного затопления, растения-пионеры исчезают, передавая свои места более требовательным, чем они, деревьям, кустарникам и травам.

Пионерами заселения обнаженного галечника верхних и средних отрезков долин горных рек Дальнего Востока являются ивы корзиночная и росистая, чосения крупночешуйная и тополь Максимовича, а также ряд травянистых видов, главным образом однолетних. Периоды обсыхания таких галечников иногда совпадают по времени с моментами созревания и диссеминации анемохорных плодов указанных древесных растений. В этих случаях свободная территория будет заселена. В случае же несоответствия двух взаимосвязанных процессов древесная растительность не появится на новом галечнике и не будет закреплять его корнями молодых растений до тех пор, пока не произойдет указанного совпадения. Подсчет годичных слоев на стволах чосении и ивы корзиночной, срубленных в поймах р.р. Селемджи, Хора и Тумнина из растущих рядом разновозрастных насаждений (обычный разрыв 9—12 лет), показал, что благоприятные возможности для поселения этих деревьев складываются в среднем грубоориентировочно один раз в течение десятилетия. В остальные годы совпадения отсутствуют, т. к. или галечник скрыт паводковой водой и семена погибают, или галечник находится над поверхностью реки, но созревание семян еще не произошло или уже закончилось.

Быстрорастущие сеянцы ивы, чосении и тополя в течение первых лет прочно закрепляют галечник, формируя на нем обычные для таких отрезков долины ивовые, чосениевые, тополевые пойменные насаждения. Обильно разветвленная корневая система деревьев, снабженная огромным количеством мочковатых корней, проникает глубоко в слой гальки, предохраняя грунт от размывающей деятельности паводков.

В течение последующих лет во время очередных половодий густостоящие стволики древесных растений задерживают все новые и новые порции взвешенного в воде аллювиального материала, способствуя этим нарастанию в высоту занятого ими участка. Указанный взаимосвязанный процесс формирования островов и берегов и развития растительности на них сопровождается быстрым поднятием участка поймы над уровнем реки и

уменьшением периодов его заливания. В результате ивовые, чосениевые и тополевые леса при достижении поймой определенной мощности получают оптимальное развитие.

Далее следует смена растительности. Первыми выпадают наименее долговечные ивняки, существующие, по нашим данным, 30—40 лет, затем чосенники, живущие в течение 80—100 лет и уступающие свои места сменяющим их лесным насаждениям. Лишь кое-где в новых формациях остаются редкие группы или отдельные деревья ивы или чосении, проходящие последние заключительные стадии своего развития. Наконец сменившая формация полностью занимает данный участок поймы, а о прошлых этапах развития свидетельствуют лишь засохшие деревья и галечниковая основа, находящаяся глубоко под мощным слоем уже типичной почвы.

В верховьях горных рек Дальнего Востока насаждения ивы корзиночной, чосении крупночешуйной и тополя Максимовича являются единственными группировками лесной растительности поймы. Срок существования ивовых ценозов может совпасть с кратким периодом преобразования быстро перемываемых островов и берегов. Чосениевые и тем более долговечные тополевые леса при быстрых темпах переформирования поймы успевают пройти лишь первые стадии развития, после которых смываются вместе с пойменными островами. По мере передвижения вниз по течению периоды существования островов удлиняются, в связи с чем увеличиваются сроки жизнедеятельности как тех, так и других насаждений. Здесь чосении доживают если не до старости, то во всяком случае до последних стадий своего онтогенеза, а тополь далеко не достигает их. Еще ниже чосениевые леса достигают пределов и отмирают в силу наступающей дряхлости, уступая свои места другим группировкам лесной растительности. Тополя в таких местах достигают своего максимального расцвета и лишь после этого уничтожаются вместе с пойменными островами.

На нижних отрезках долины, пойма которых имеет длительные периоды развития, на смену чосенникам приходят леса с участием черемухи, а при сочетании иных условий — ильмовые, ильмово-бархатовые и ясеневые лесные насаждения (3). В верхних отрезках низовий горных рек эти леса не успевают пройти полностью весь период своего формирования и смываются. Ниже по течению в силу длительного срока существования пойменных островов леса из ильма, бархата и ясеня успевают пройти полный цикл своего развития и в ряде мест уступают свои места типичным широколиственным лесным группировкам. На соответствующих отрезках поймы северных притоков Амура и на р. Уда после исчезновения чосениевых и тополевых ле-

сов и по мере выхода поймы из-под влияния паводков возникают пойменные темнохвойные группировки, эдификаторами которых являются ель сибирская, пихта почкочешуйная и редкие остатки элементов широколиственных лесов. Возобновление ели и пихты, сосредоточенное в основном на полусгнивших упавших стволах, успевает пройти первые стадии развития до тех пор, пока они не подвергнутся кратковременному и уже неопасному для них заливанию водой в паводки.

Описанный взаимосвязанный процесс преобразования поймы горных рек и смены в ней растительных формаций закономерен лишь для участков, которые в дальнейшем не подвергаются разрушающему влиянию речной эрозии и где нарастание субстрата происходит только в высоту и на протяжении длительного времени. Что же касается периферических частей пойменных островов, часто подвергающихся воздействию либо быстрого разрушения, либо, наоборот, не менее скорого нарастания, то они имеют несколько иные закономерности развития. Галечниковый, песчаный или илистый субстрат появляется здесь в виде узких, часто прерывистых полос, ориентированных параллельно береговой линии. Эти полосы, как только они выступают над поверхностью на достаточно длительный период, немедленно становятся местами поселения и дальнейшего развития быстрорастущих, но недолговечных ивовых лесов, которые на различных отрезках реки в зависимости от величины частиц аллювия формируются разными видами ивы.

Насаждения ивняков, сменяющие друг друга от берега по направлению в глубь острова, отличаются не только различным возрастом, но также разной степенью изреженности древостоя и участия травяного покрова. Самый последний ряд ивняков представлен обычно отдельно стоящими крупными деревьями, часто с засохшей вершиной. Между деревьями на вполне сформировавшейся почве наблюдается мощное разрастание травяного покрова. Еще далее, за последними ивами, простирается широкая полоса пойменного луга, состоящая в верховьях в основном из двудольного разнотравья, а в низовьях из вейника Лангсдорфа с примесью некоторых других травянистых растений. Иногда среди луга в качестве свидетелей прошлого сохраняются одиночные крупные деревья ивы или реже других пойменных видов, придающих ландшафту парковый характер.

Берегозащитные полосы ивняков, берущих на себя борьбу с водным потоком, содействуют сохранению лугов. Разлившаяся в половодье вода, встречая на своем пути такие полосы, теряет скорость и, проникая через ивняк, спокойно заливает территорию луга. После окончания паводка вода медленно сходит, оставляя на лугу плодородный слой мелкого аллювия, способст-

вующего еще более быстрому росту пойменных трав. В свою очередь дернина, образованная травянистыми растениями, плотным слоем покрывает пойменный луг, препятствуя диссеминации и появлению всходов тех или иных древесных видов. В связи с этим данная площадь пойменного острова остается длительное время занятой лугами.

Периферические участки островов, удаленные от основного русла и омываемые слабым течением реки, становятся местом отложения мельчайшего илистого аллювия. На таких местах затрудняется дренаж и создается некоторый застой воды. Это благоприятствует поселению здесь черемухи азиатской, которая иногда, особенно на средних отрезках горных рек, создает чистые насаждения. На последних стадиях своего развития черемуховые леса изреживаются и превращаются в малополнотные насаждения с густым травяным покровом, в составе которого главную роль играет вейник Лангсдорфа и в меньшей степени крупные папоротники. Формирующаяся скрытая дерново-подзолистая почва имеет слоистое строение, что свидетельствует о периодах заливания паводками. Иногда черемуха отдельными деревьями или группами отмечается в центральных частях пойм, среди ильмовых, ильмово-бархатовых или иных насаждений. В таких случаях она, появляясь значительно позднее, занимает строго ограниченные участки понижений с илистым грунтом. Быстрое выпадение черемухи из состава древостоя смешанных пойменных лесов объясняется тем, что она обладает узкой амплитудой приспособления к обсыханию.

Отмеченные закономерности во взаимодействии аллювия и растительного покрова пойм горных рек Дальнего Востока характерны не только для описанных выше насаждений, но также и для других группировок древесных и травянистых растений, заселяющих те или иные участки поймы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гожев А. Д.** Леса Удского района. Тр. Амгунь-Селемдж. эксп., ч. II. М. 1934; 2. **Еленевский Р. А.** Вопросы изучения и освоения пойм, 1936; 3. **Нечаев А. П.** Бархат амурский в долине р. Селемджи. Уч. зап. Хабаровск. пединститута, т. IV, 1959; 4. **Нечаев А. П.** Льдинная аккумуляция на Дальнем Востоке, 1959 г. Рукопись; 5. **Чемеков Ю. Ф.** Заломы, их образование и развитие. Изв. ВГО т. 87, 1955; 6. **Шанцер Е. В.** Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювийных свит. Тр. инст. геологич. наук, в. 135, Геологическая серия, 1951.

К ВОПРОСУ О БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ ПОСАДКАХ

Г. А. ТРЕГУБОВ,
действительный член Географического общества СССР

Береговая и пойменная растительность играет крайне существенное значение во всех процессах развития русла потока и прилегающей поймы. Она умеряет силу ветра и тем снижает волнобой, связывая грунт корнями, она придает ему некоторую устойчивость против подрезающей силы потока и разрушения волнобоем. Наконец береговая и пойменная растительность является фильтром, задерживающим песчано-илистый материал, несомый ветром и водными потоками как со стороны акватории, так и со стороны территорий, окружающих пойму.

Регулирующим фактором расселения отдельных видов растений в пойме является их способность выдерживать определенной длительности затопление в вегетирующем состоянии или восстанавливать наземные органы, утраченные в наводнение. Так как растения по разному приспособлены к длительности затопления, то в пойме они расселяются зонально, причем нижняя граница зоны распространения отдельных видов растений наблюдается всегда, а верхняя граница, даже у таких видов, как ивы, чаще всего отсутствует, или она крайне неопределенна.

В течение двух лет (1954—1955 гг.) Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства проводил исследования по определению нижних границ этой зоны в условиях естественного расселения отдельных видов растений с целью определения высотных отметок, на которых возможно их искусственное разведение.

Работы велись методом нивелировки крайних нижних границ расселения отдельных видов с ходом от уровня реки, при известном (на день производства измерений) горизонте воды

вующего еще более быстрому росту пойменных трав. В свою очередь дернина, образованная травянистыми растениями, плотным слоем покрывает пойменный луг, препятствуя диссеминации и появлению всходов тех или иных древесных видов. В связи с этим данная площадь пойменного острова остается длительное время занятой лугами.

Периферические участки островов, удаленные от основного русла и омываемые слабым течением реки, становятся местом отложения мельчайшего илистого аллювия. На таких местах затрудняется дренаж и создается некоторый застой воды. Это благоприятствует поселению здесь черемухи азиатской, которая иногда, особенно на средних отрезках горных рек, создает чистые насаждения. На последних стадиях своего развития черемуховые леса изреживаются и превращаются в малополнотные насаждения с густым травяным покровом, в составе которого главную роль играет вейник Лангсдорфа и в меньшей степени крупные папоротники. Формирующаяся скрытая дерново-подзолистая почва имеет слоистое строение, что свидетельствует о периодах заливания паводками. Иногда черемуха отдельными деревьями или группами отмечается в центральных частях поймы, среди ильмовых, ильмово-бархатовых или иных насаждений. В таких случаях она, появляясь значительно позднее, занимает строго ограниченные участки понижений с илистым грунтом. Быстрое выпадение черемухи из состава древостоя смешанных пойменных лесов объясняется тем, что она обладает узкой амплитудой приспособления к обсыханию.

Отмеченные закономерности во взаимодействии аллювия и растительного покрова пойм горных рек Дальнего Востока характерны не только для описанных выше насаждений, но также и для других группировок древесных и травянистых растений, заселяющих те или иные участки поймы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гожев А. Д.** Леса Удского района. Тр. Амгунь-Селемдж. эксп., ч. II. М. 1934; 2. **Еленевский Р. А.** Вопросы изучения и освоения пойм, 1936; 3. **Нечаев А. П.** Бархат амурский в долине р. Селемджи. Уч. зап. Хабаровск. пединститута, т. IV, 1959; 4. **Нечаев А. П.** Льдинная аккумуляция на Дальнем Востоке, 1959 г. Рукопись; 5. **Чемеков Ю. Ф.** Заломы, их образование и развитие. Изв. ВГО т. 87, 1955; 6. **Шанцер Е. В.** Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювийных свит. Тр. инст. геологич. наук, в. 135, Геологическая серия, 1951.

К ВОПРОСУ О БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ ПОСАДКАХ

Г. А. ТРЕГУБОВ,
действительный член Географического общества СССР

Береговая и пойменная растительность играет крайне существенное значение во всех процессах развития русла потока и прилегающей поймы. Она умеряет силу ветра и тем снижает волнобой, связывая грунт корнями, она придает ему некоторую устойчивость против подрезающей силы потока и разрушения волнобоем. Наконец береговая и пойменная растительность является фильтром, задерживающим песчано-илистый материал, несомый ветром и водными потоками как со стороны акватории, так и со стороны территорий, окружающих пойму.

Регулирующим фактором расселения отдельных видов растений в пойме является их способность выдерживать определенной длительности затопление в вегетирующем состоянии или восстанавливать наземные органы, утраченные в наводнение. Так как растения по разному приспособлены к длительности затопления, то в пойме они расселяются зонально, причем нижняя граница зоны распространения отдельных видов растений наблюдается всегда, а верхняя граница, даже у таких видов, как ивы, чаще всего отсутствует, или она крайне неопределенна.

В течение двух лет (1954—1955 гг.) Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства проводил исследования по определению нижних границ этой зоны в условиях естественного расселения отдельных видов растений с целью определения высотных отметок, на которых возможно их искусственное разведение.

Работы велись методом нивелировки крайних нижних границ расселения отдельных видов с ходом от уровня реки, при известном (на день производства измерений) горизонте воды

по данным ближайшего водомерного поста. Районы исследований располагались на Амуре от с. Самаро-Орловка до оз. Петропавловское, на Зее от с. Москвитино до с. Ново-Петровка. Средняя отметка нижнего края распространения отдельных видов растений определялась в результате 3—15 наблюдений, сделанных на разных участках, удаленных друг от друга на 5—10 км.

Получены следующие данные (таблица 1).

Таблица 1

Виды растений	Амур по Хабаровскому водом. посту		Нижняя Зея по Даниловскому вод. пост.	
	высотные отметки (см)	общая средняя длительность затопления отметки в сутках за сезон	высотные отметки (см)	общая средняя длительность затопления отметки в сутках за сезон
1	2	3	4	5
Однолетние влаголюбивые травы	130—200	135	—	—
Осока, образование кочек	210	132	—	—
Верблюдка крупноплодная	220	128	—	—
3—5-летние ивы	260	125	155	78
Полынь жертвенная	280	121	—	—
Дурнишник зобатый	290	118	—	—
Заросли ивы старше 10 лет	290	118	210	70
Вейниковые луга	330	115	300	46
Тростник	360	113	300	46
Ива росистая	470	43	400	34
Спирея иволистная	390	71	350	40
Тополь душистый	410	68	340	42
Рябинолистник	420	66	410	32
Бересклет Маака	420	66	400	34
Яблоня сибирская	430	63	350	40
Черемуха азиатская	440	60	360	38
Клен приречный	450	53	390	35
Боярка перистонадрезанная	450	53	350	40
Акация амурская	450	53	340	42
Дуб монгольский, 100 лет	480	41	440	26
Ясень маньчжурский, 50 лет	520	38	—	—
Бархат амурский, 50 лет.	530	35	440	26
Ильм долинный	570	8	430	25
Виноград амурский	570	8	—	—
Лещина разнолистная	570	8	—	—
Береза даурская	620	3	520	17
Ольха волосистая	—	—	320	44
Сосна обыкновенная	—	—	480	20
Береза плосколистная	550	9	440	26

1	2	3	4	5
Кизильник татарский	400	69	—	—
Луносемянник	410	68	—	—
Осина	470	43	—	—
Калина Саржента	480	41	—	—
Леспедеца двуцветная	530	36	—	—
Клен мелколистный	550	9	—	—
Бузина красная	640	—	—	—
Лимонник китайский	650	—	—	—
Шиповник даурский	440	60	—	—

Наблюдения показали, что в этих районах по тиховодьям нижние границы зоны распространения видов на 20—30 см ниже средней отметки, а по волнобойным берегам и участкам быстротоков — на 50—70 см выше.

В зоне до 220 см над нулем водомерного поста на Амуре и 150 см — на Зее среди травянистой растительности преобладают виды с коротким жизненным циклом (такие, как жерухи). Встречаются здесь также растения, выросшие из случайных обрывков корневищ или занесенных водой и ветром семян, но они обычно не оканчивают своего жизненного цикла.

Нижние границы произрастания ив, тополей, дуба, винограда, яблони, березы плосколистной, бересклета Маака, сосны и ильма долинного были экспериментально проверены путем посадок этих растений в районах Хабаровска — на Амуре и сел Ново-Петровка, Натальино — на Зее. Результаты эксперимента в основном подтвердили полевые наблюдения. В относительно маловодные годы сходимость результатов оказалась полной. Но в многоводный 1959 г. горизонты, на которых саженцы выжили, поднялись для ив и тополя на 70 см, а для других пород — на 20—50 см. Так вели себя крупные, прижившиеся в посадках 1955 г. саженцы с высотой в 70—100 см, более мелкие же погибли. Это объяснило повсеместно наблюдающуюся разницу в горизонтах расселения молодняка древесных и кустарниковых пород, занимающих более низкие отметки по сравнению с взрослыми экземплярами: в затопляемой зоне необходим относительно длительный период маловодья для того, чтобы появившийся молодняк древесных пород успевал вырасти до таких размеров, при которых в наводнения у него не затапливалась бы крона. Затопленные с кроной указанные выше молодые растения при длительности стояния воды (свыше пяти — семи суток) погибали. В экспериментальных посадках ив на низких горизонтах приживаемость оказывалась тем выше, чем крупнее использовался материал и чем больше была сохранена

или развилась корневая система саженцев к моменту наступления длительного наводнения.

В пределах любого бассейна нижняя граница расселения растительных видов целиком зависит от характера подъема и длительности стояния уровней воды. Поэтому каждый плес, характеризующийся собственным графиком гидрографа, должен иметь и свои данные по высотному обоснованию нижней границы распространения хозяйственно-важных растений, в первую очередь ив и тополей, являющихся основой облесения пойм. Учитывая, что рано или поздно облесение берегов станет практической задачей, желательно, чтобы в практику работы гидрографических отрядов повсеместно входило бы определение отметок нижнего края зоны расселения этих деревьев и кустарников.

В результате экспериментов следует сделать следующие рекомендации. Для районов Хабаровска и Нижней Зеи можно установить следующие высотные границы посадок на прирусловых отложениях:

Таблица 2

Наименование по высотному положению	Граница зоны (см)		Подбор древесных пород
	Амур, район Хабаровска	Нижняя Зея по Даниловскому водомер. посту	
Низкие	220—400	180—300	Только ивы: трехтычинковая, русская, прутовидная, Сюзева и тонколистная.
Средние	400—500	300—350	Ивы, тополь, яблоня, бересклет Маака, черемуха азиатская и др.
Высокие	500—600	350—500	Все вышеперечисленные и кроме них: дуб монгольский, ясень маньчжурский, ильм долинный, березы, выше средины зоны сосна и бархат.

При производстве посадок леса следует помнить, что чем ближе к нижнему краю зоны, тем крупнее должен использоваться посадочный материал. Вблизи края зоны низких песков в качестве посадочного материала следует использовать хлысты ивы с частью корней, высотой 2 м и более.

Однако правильный подбор пород далеко еще не гарантирует успеха. Необходимо учитывать также запас воды и пищи на будущих местообитаниях деревьев и кустарников.

В прирусловых и пойменных посадках в условиях амурского бассейна недостаток воды в почве ощущается крайне редко (только в сильные засухи). Обычно пески и супеси на глубине в 50—70 см располагают запасом влаги достаточным для поддержания жизни растения. Иначе дело обстоит с запасом питательных веществ, от наличия которых часто зависят результаты озеленительных работ как по приживаемости, так и по росту деревьев и кустарников.

В результате экспериментальных посадок пойменные прирусловые наносы по запасу питательных элементов можно разделить на четыре категории. При этом показателем обогащенности песков принято содержание пыле-илистых частиц, определяемое достаточно просто и дающее надежные результаты. (Таблица 3).

Таблица 3

№№ п.п.	Наименование песков	Содержание пыле-и илоглинистых частиц (по анализу механического состава) в %
1	Тощие	Менее 2
2	Бедные	2—5
3	Мелкоземистые	5—10
4	Супеси	Свыше 10

По влажности в пределах этих групп следует различать грунты сухие и увлажненные (за счет фильтрации или подтока грунтовых вод). Сухие грунты, как правило, расположены на вершинах береговых валов, релок или на их крутых склонах и занимают небольшие по площади пространства. Увлажненные грунты занимают более пониженные элементы рельефа.

На сухих тощих грунтах без внесения в лунки торфа или растительной почвы посадки производить нельзя. Посадочный материал ив следует использовать только корнесобственный, желательно с глыбкой и заглублением при посадке на 70—80 см. На влажных тощих грунтах обогащение посадочных лунок органическим веществом необязательно, но посадки ив желательно вести корнесобственным посадочным материалом с глыбками. Посадку ив корнесобственным и посадочным материалом без глыбок и кольями можно допустить только на постоянно увлажненных участках, но рост саженцев все же будет тугой.

На бедных сухих песках посадку ив следует вести корнесобственным материалом с глыбками или без глыбок с заглублением на 50—70 см. На увлажненных бедных песках допусти-

мы все известные виды посадок ив; другие породы деревьев и кустарников укореняются хорошо, но крайне медленно растут.

На мелкоземистых сухих песках посадка ведется корнесобственным материалом без глыбок, допускается посадка ивы и тополя кольями. На тех же песках, но увлажненных удаются все виды вегетативного разведения ив, тополей и удовлетворительно растут сосна, яблоня, груша, виноград, дуб, бересклет Маака (если, разумеется, позволяет горизонт).

На супесях лесоразведение ведется обычными приемами, и породный состав ограничивается только уровнями стояния воды.

При посеве трав на тощих сухих песках необходимо их прикрытие растительным грунтом или посев в лунки с торфянистым грунтом. На тощих влажных и бедных сухих песках для трав, очевидно, будет достаточно лункового внесения небольших порций растительного грунта при соблюдении ранних сроков высева или посеве под сезон дождей.

На остальных грунтах всходы трав развиваются нормально, при этом лучший травостой образуется на супесях. На тощих и бедных песках посевы трав в первый год изрежены и низкорослы. Улучшение роста наступает после прекращения передвижения несомого ветром песка. Травостой первого и второго года паводнения переносит плохо или вообще гибнет. Относительно хорошо чувствует себя только верблюдка крупноплодная, относительно устойчивы и способны к самовозобновлению мышей и дурнишник. Тимофеевка и овсяница луговая в опытах не сохранились.

Небольшая дальневосточная практика опытных и производственных посадок прирусловых видов ив на затопляемых и незатопляемых песках показывает, что укоренение и рост ивняка на голых поверхностях песков или по сплошной вспашке лугово-дерновых почв в большинстве случаев происходит успешно, тогда как посадки по задернелой поверхности обычно оказываются неудачными. Отмечена гибель хороших ивовых посадок и в том случае, если из-за отсутствия ухода в посадках по сплошной вспашке целины лугового типа междурядья через два—три года полностью зарастут травой. По-видимому, постепенное задернение почвы является одной из главных причин часто наблюдаемого распада старовозрастных прирусловых ивняков и связывается нами с изменением воздушного режима почвы под воздействием задернения.

Ивняки малоустойчивы к пожарам: в случае проникновения огня под их полог они уже не восстанавливаются. Поэтому, несмотря на достаточно благоприятные условия для роста вне территорий, защищаемых в весеннее время водными преградами, ивняки по поймам встречаются редко. Существует прямая закономерность: чем меньше обжитость берегов, тем обширнее ивовые заросли.

Амурский бассейн в недалеком будущем будет вовлечен в крупное гидротехническое строительство, что потребует огромных берегозащитных и, в частности, озеленительных работ. В свою очередь они невозможны без знания законов расселения растительности по берегам водоемов. Изученность этого вопроса в настоящее время незначительна. Поучительный опыт создания различного рода берегозащитных посадок в западных районах страны непосредственно на берега Амура перенесен быть не может. Следовательно наступило время углубленной разработки теории и практики лесоразведения в пойменных условиях Амурского бассейна.

РЕГУЛИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЗЕМЛЕЧЕРПАНИЯ НА РЕКАХ[1]

И. Ф. КАРАСЕВ,
инженер

Простое углубление судового хода путем прямого извлечения грунта — далеко не единственная цель современного землечерпания на реках. Оно все более становится средством активного воздействия на речной поток, при котором его собственная энергия обращается на создание удобных для судоходства форм русла. В этом случае землечерпание принимает капитальный характер и дает устойчивый долговременный эффект. Положительные результаты в регулировании русла средствами землечерпания достигнуты на Волге, Каме, Оке и других реках. Имеются примеры удачной разработки капитальных прорезей и на Амуре. В предстоящие годы подобные работы получат еще большее распространение во всех речных бассейнах. В этих условиях одной из наиболее актуальных задач гидротехники свободных рек становится более углубленная разработка, все еще недостаточно выясненных гидравлических принципов применения землечерпания для регулирования русла.

В настоящее время общепризнаны два факта, относящиеся к регулирующей способности землечерпания. Во-первых, воздействие прорези на режим потока зависит от ее удельного веса в живом сечении и, во-вторых, наибольший эффект землечерпание может дать прежде всего на сравнительно малых реках, где удельный вес прорези в живом сечении достаточно велик.

[1] Отмечая наличие в работе И. Ф. Карасева некоторых дискуссионных положений, редколлегия «Амурского сборника» приглашает читателей прислать ей свои замечания по вопросам, поднятым в статье.

Хотя практика землечерпания на больших реках дает немало примеров, когда относительно небольшие по объему прорези вызывали существенные изменения в состоянии потока и приводили к улучшению судоходных условий на длительное время, по-прежнему широко распространено мнение, что землечерпание на таких реках остается «метлой, удаляющей сор». Это мнение находит свое подтверждение при обосновании габаритов землечерпательной прорези на перекатах по методике, разработанной Н. А. Ржаницыным (1).

Н. А. Ржаницын рассмотрел случай устройства прорези шириной $b_п$ и глубиной $\Delta h_п$ в прямоугольном русле переката с глубиной $h_о$ (рис. 1). Из сопоставления условий протекания одного и того же расхода $Q_о$ в бытовом и углубленном сечении им было найдено выражение:

$$V_п = V_о \frac{\frac{B_о}{B_о - b_п}\left(\frac{h_п}{h_о}\right)^{0,67}}{1 + \frac{b_п}{B_о - b_п}\left(\frac{h_п}{h_о}\right)^{1,67}} \text{ м/сек.}, \qquad (1),$$

где: $V_п$ — скорость на прорези. $V_о$ — бытовая скорость течения на перекате.

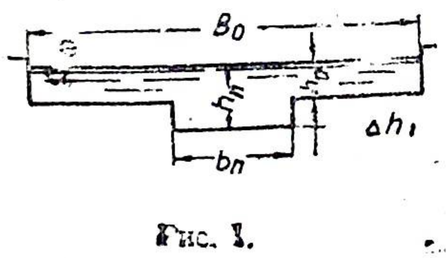


Рис. 1.

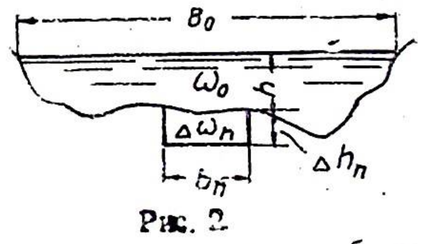


Рис. 2.

С целью облегчения анализа полученная зависимость была представлена в виде системы кривых $\frac{V_п}{V_о} = f\left(\frac{h_п}{h_о}, \frac{b_п}{B_о}\right)$ для размеров прорези, наиболее часто встречающихся в практике. Используя этот график для определения гидравлически наивыгоднейших габаритов прорези, Н. А. Ржаницын определяет для относительной глубины $B = \frac{h_п}{h_о} = 1,5$ необходимую относительную ширину прорези $A = \frac{b_п}{B_о} = 0,22 \div 0,34$.

Следовательно, удельный вес прорези для рассматриваемого случая составит:

$$p = \frac{\Delta\omega_п}{\omega_о} = \frac{\Delta h_п}{h_о}\frac{b_п}{B_о} = A\,(B-1) = 0,27\,(1,5-1) = 0,135$$

На сравнительно небольших реках фактически выполняемые относительные размеры прорезей близки к полученным оптимальным пределам. Что касается многоводных рек, то там удельный вес прорези оказывается в 4—5 раз меньше гидравлически наивыгоднейших соотношений, определяемых по Н. А. Ржаницыну. Отсюда и делается вывод, что на больших реках землечерпательные прорези практически доступных размеров не способны активизировать поток на судоходной трассе.

Однако это вовсе не так. Но, чтобы убедиться в этом, нам придется отказаться от зависимости, установленной Н. А. Ржаницыным (1).

Рассмотрим живое сечение русла сложной формы, площадью ω_0 (рис.2). После устройства прорези в результате перераспределения расхода в живом сечении реки на углубленной части русла произойдет активизация потока — увеличится скорость течения. В размываемом русле, как показал В. М. Маккавеев (2), поток сам устанавливает свою шероховатость. При этом коэффициент шероховатости в формуле Шези-Маннинга теряет свою неизменность и получает выражение:

$$n = a\,(HI)^{\frac{1}{6}}$$

Соответственно для средней скорости на любой вертикали устанавливается зависимость:

$$V = \frac{I^{\frac{1}{3}}}{a}\, h^{\frac{1}{2}}, \qquad (2)$$

где: a — коэффициент пропорциональности.

Если выделить в этом выражении характеристики, которые могут быть приняты постоянными для рассматриваемого сечения и отдельно обозначить их, то получим:

$$V = Kh^{\frac{1}{2}}$$

Обобщенная характеристика $K = \frac{I^{\frac{1}{3}}}{a}$ вполне определена, когда известен измеренный расход Q_0

В самом деле: $Q = \omega_0 V_{ср} = \omega_0 K H_{ср}^{\frac{1}{2}}$

Откуда: $K = \frac{Q_0}{\omega_0 H_{ср}^{\frac{1}{2}}} = \frac{Q_0\, B_0^{\frac{1}{2}}}{\omega_0^{3/2}}$

Возвращаясь к скорости на любой вертикали, будем иметь:

$$V = \frac{Q_0\, B_0^{\frac{1}{2}}}{\omega_0^{3/2}} \frac{h^{\frac{1}{2}}}{} \text{ м/сек.} \qquad (3).$$

Следовательно, скорость течения на прорези:

$$V_n = \frac{Q_0\, B_0^{\frac{1}{2}} \left(h_0 + \frac{p\omega_0}{b_n}\right)^{\frac{1}{2}}}{(\omega_0 + p\omega_0)^{3/2}} \text{ м/сек.} \qquad (4),$$

где h_0 — бытовая глубина потока на месте прорези до ее выполнения.

Таким образом, при заданном удельном весе прорези p или ее относительной глубине B вместе с возрастанием ширины b_n скорость на прорези убывает, не принимая экстремальных значений.

Ту же зависимость можно установить и по формуле Н. А. Ржаницына (1), если предварительно преобразовать ее:

$$V_n = V_0 \frac{B_0 \left(\frac{h_n}{h_0}\right)^{0,67}}{B_0 + b_n \left[\left(\frac{h_n}{h_0}\right)^{1,67} - 1\right]}$$

И здесь прирост скорости тем меньше, чем больше b_n, т. к. всегда $B = \frac{h_n}{h_0} > 1$

Но отсюда следует, что предложенная Н. А. Ржаницыным методика нахождения наивыгоднейшей ширины прорези при заданной относительной глубине B теряет свою убедительность.

Значительно сложнее зависимость результирующей скорости на прорези от ее удельного веса p при заданной ширине. Здесь уместно поставить вопрос, при каком p скорость V_n окажется максимальной?

Из условия: $\frac{\delta V_n}{\delta p} = \frac{\omega_0(\omega_0 + p\omega_0) - 3\,(b_n h_0 + p\omega_0)\omega_0}{2\, b^{\frac{1}{2}} (b_n h_0 + p\omega_0)^{\frac{1}{2}} (\omega_0 + p\omega_0)^{5/2}}\, Q_0^{\frac{1}{2}} B = 0$

находим:

$$P_{max} = \frac{\omega_0 - 3\, h_0\, b_n}{2\, \omega_0} \qquad (5)$$

имея в виду, что $\frac{\delta^2 V_n}{\delta\, p^2} < 0$ при $p = p_{max} > 0$

Для прямоугольного сечения:

$$p_{max} = \frac{B_0 - 3\, b_n}{2\, F_0} \qquad (5)$$

И, наконец, после подстановки относительной ширины

$$A = \frac{b_п}{B_0};$$

$$p_{max} = \frac{1-3A}{2} \qquad (6).$$

В таком случае для рассмотренного выше примера

$$p_{max} = \frac{1-3 \cdot 0,27}{2} = 0,095,$$

или в 1.4 раза меньше, чем по Н. А. Ржаницыну.

Итак, максимальная скорость течения на прорези заданной ширины достигается при вполне определенном значении p_{max}.

Ширина прорези имеет определяющее значение для величины ее удельного веса в сечении. При $A = 0,333$, когда прорезь занимает треть ширины русла, $p_{max} = 0$, т. е. прорезь не только не ведет к местному повышению активности потока, но и вызывает общее затухание скоростей в живом сечении, в том числе и на углубленной его части.

Хотя критерий $A = 0,333$ получен лишь в порядке первого приближения, он вполне отражает тот хорошо известный факт затухания скоростей, который отмечается в практике углубления перекатов при достаточно большом уширении прорезей. Пределы изменения A нельзя считать окончательно установленными. С этой точки зрения будут представлять интерес специальные натурные и лабораторные исследования по определению критерия A.

В том, что чем уже прорезь, тем эффективней перераспределение расхода воды для активизации потока на прорези, можно убедиться, если формулу 4 привести к случаю прямоугольного сечения и вычислить относительный прирост скорости при $p = p_{max}$:

$$n_{max} = \frac{V_{п(max)}}{V_0} = \frac{0,385}{\sqrt{A}\,(1-A)} \qquad (7)$$

Из графика n_{max} (рис. 3) нетрудно заключить, что возрастание скорости течения становится особенно интенсивным после того, как прорезь станет уже 0,1 B_0. Правда, для того, чтобы при $A=0,1$ реализовать максимальную скорость $V_{п(max)} = 1,35\ V_0$, необходимо иметь $P_{max} = 0,35$, что практически трудно осуществить.

Далеко не всегда необходимо обеспечивать на прорези непременно максимальную скорость течения. Для стабилизации судового хода в регулируемом русле скорости течения должны быть достаточно высоки для того, чтобы транзитные наносы

проходили прорезь без осаждения. Вместе с тем чрезмерное увеличение скорости нежелательно, т. к. оно вызовет излишний размыв русла и деформацию прорези, не говоря уже о дополнительной потере скорости судов при преодолении течения. К тому же за счет отложения продуктов размыва может произойти ухудшение нижележащего участка реки.

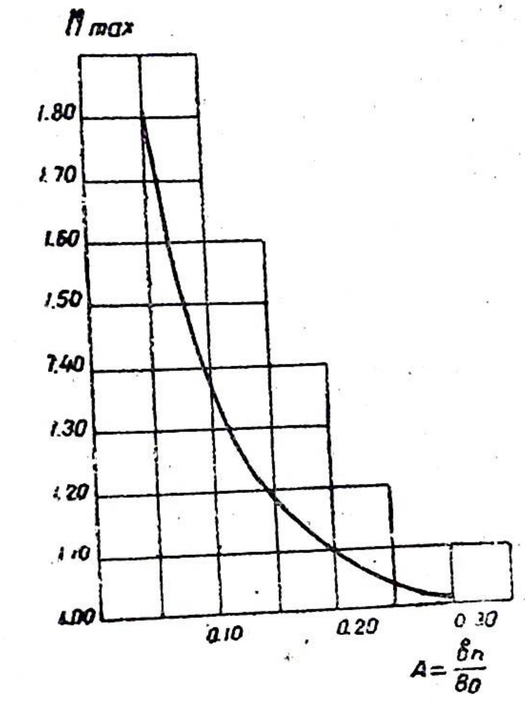


Рис. 3. Кривая зависимости максимального возможного относительного увеличения скорости течения от относительной ширины прорези.

Оптимальные условия будут соблюдены, если в качестве расчетной скорости на прорези принять неразмывающую скорость $V_н$ для частиц грунта, которые окажутся на проектном дне. При этом транзитные наносы той же крупности на прорези осаждаться не будут: по данным Г. И. Шамова, движение наносов прекращается при гораздо меньшей скорости:

$$V_{отл} = 0,64\ V_{max} = 0,64 \cdot 1,3\ V_н = 0,83\ V_н$$

В то же время не будет и чрезмерного размыва прорези по глубине.

Неразмывающая скорость может быть определена по формуле В. Н. Гончарова:

$$V_н = 3{,}9 \left(H \frac{d_{ср}}{d_{max}} \right)^{0,2} (d_{ср}+0{,}0014)^{0,3} \quad (8),$$

где $d_{ср}$ и d_{max} соответственно средний и максимальный диаметр грунта в м.

Разумеется, конкретные условия проектирования могут потребовать иного подхода к выбору величины расчетной скорости. Но во всех случаях неразмывающая скорость, вероятно, окажется наиболее оптимальной для регулирования русла.

В одинаковых физико-географических условиях русла и больших и малых рек сложены по фракционному составу в общем из одного и того же грунтового материала, благодаря чему не может быть и резкого различия в величинах потребного повышения скорости на больших и малых реках, а само относительное увеличение скоростей не окажется слишком большим. Обычно оно равно 1,2—1,3. Увеличение $V_п$ в 1.5 раза по сравнению с V_0 может иметь место лишь в исключительных случаях.

И уже подавно не возникает надобности в реализации того максимума скорости, который возможен в широком русле при $A = 0.05$ (см. рис. 3), т. к. это отвечало бы шестикратному увеличению крупности наносов на прорези.

Итак, потребное относительное увеличение скорости на прорези определяется грунтовыми условиями и не зависит от размеров и водности реки.

Кроме необходимости обеспечить расчетную скорость, обусловленную характером грунта переката, выбор ширины прорези предопределен условиями производства землечерпательных работ и размерами судов. Надо учесть, что даже мелкосидящие речные суда требуют для себя сравнительно широких ходов (не говоря уже о движении плотов). Поэтому ширина судовых ходов на разных реках колеблется значительно меньше, чем ширина самих русел рек (чем меньше и уже река, тем больше A).

Из сказанного вытекает следующий важный вывод.

На средних реках, где $\frac{b_п}{B} = A > 0{,}10$ необходимая для стабилизации углубляемого русла скорость $V_п$ соответствует возможному при устройстве прорези максимуму скоростей V_{max}. Для его достижения необходимо закладывать прорезь полных оптимальных размеров P_{max}.

На широких реках, где $A < 0{,}10$ тот же эффект может быть достигнут при значительно меньшем удельном весе прорези. Здесь его не потребуется доводить до P_{max}. Чтобы убедиться

в этом, достаточно выразить относительный прирост скорости $n = \frac{V_п}{V_0}$ в прямоугольном русле через A и p, используя формулы 3 и 4:

$$n^2 = \frac{A + P}{A(1+p)^3}$$

откуда: $$A = \frac{p}{n^2(1+p)^3 - 1} \quad (9)$$

Эта формула сохраняет физический смысл рассматриваемой задачи в диапазоне $0 < A \leqslant A_{max}$ и $0 < P \leqslant P_{max}$, причем A_{max} и P_{max} определяются из выражений 6 и 7 для $n_{max} = n > 1$, где n — относительный прирост скорости, принимаемый для расчета по формуле (9).

Представим зависимость (9) в виде графика на осях p и A (рис. 4), ограничив A и p значениями, при которых заданное увеличение скорости на прорези n достигается при наименьшем ее удельном весе P. В соответствии с формулой (6) это будут оси координат и прямая, соединяющая точки $A = 0{,}333$ и $p = 0.50$. На пограничной прямой лежат точки, которым соответствуют промежуточные значения P_{max} и A_{max}, дающие, n_{max}, согласно формулам 6 и 7. Каждый из n_{max} может быть также получен по формуле 9 при значениях $A < A_{max}$ и $p < p_{ma}$ Соединяя точки с различными p и A, но для одних и тех же n получим семейство кривых $n = f(A, p)$.

График наглядно показывает, что одно и то же увеличение скорости n, в зависимости от ширины прорези, обеспечивается при разных относительных размерах ее P. Так, для реки, имеющей ширину $B = 700$ м и при ширине прорези $b_п = 80$ м для увеличения скорости в 1,1 раза удельный вес прорези в живом сечении должен оставлять 0,05 в то время, как на другой реке, где $B_0 = 300$ м, $b_п = 55$ м поставленная цель может быть достигнута только при $P = 0{,}15$.

Рассмотрение графика приводит и к другому важному заключению. Оказывается, для каждого относительного увеличения скорости n существует диапазон наивыгоднейшей ширины прорези. Принятие большей ширины прорези ведет к чрезмерному возрастанию ее удельного веса p. На графике область наивыгоднейших A заключена между осью абсцисс и пунктирной пограничной кривой.

Наш анализ относился к руслам, гре прорезью занято менее трети их ширины, при этом не учитывалась роль отвалов грунта. На узких судоходных реках ширина прорезей превосходит этот предел.

Как уже отмечалось, из формулы 6 следует, что при $A \geqslant 0{,}333$ всякое углубление русла вызовет общее затухание

скорости в увеличенном живом сечении, в том числе и на прорези. Вместе с тем известно немало примеров эффективного регулирования русла землечерпанием и значительного увеличения транзитных глубин на сравнительно узких реках. Активизация потока на узких реках достигается тем, что часть расхода вытесняется из боковых емкостей русла путем их заполнения или изоляции отвалами грунта. На этих реках, как правило, удельный вес прорези велик и, значит, не бывает недостатка в объемах грунта для создания струенаправляющих дамб, наращивания побочней и перекрытия затонских емкостей.

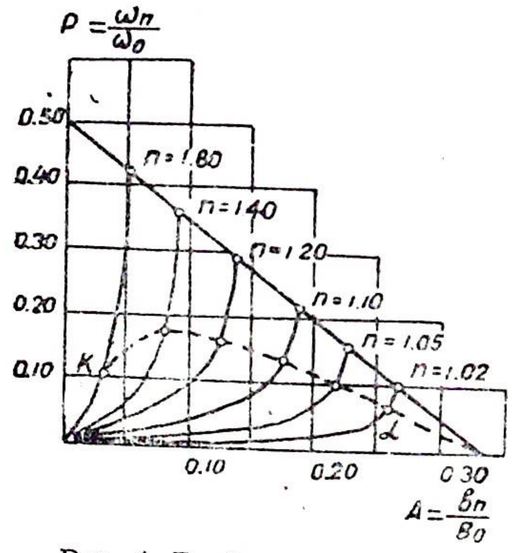


Рис. 4. График зависимости относительного увеличения скорости течения от относительных размеров прорези.

Относительная ширина прорези при капитальном землечерпании должна рассматриваться, как важная качественная характеристика реки. В этом отношении реки могут быть разбиты на следующие три группы:

I — широкие реки	$A \leqslant 0{,}1$
II — средние реки	$0{,}1 < A < 0{,}33$
III — узкие реки	$A \geqslant 0{,}33$

На широких реках активизация потока на прорези происходит за счет гидравлического перераспределения расхода в живых сечениях. Главное регулирующее значение здесь имеет создание искусственных емкостей, привлекающих расход воды. Отвалы грунта играют в этом случае подчиненную роль, хотя

также обладают способностью регулировать распределение расхода при правильном их размещении и сохранности от распыления в потоке. Землечерпание здесь выступает как средство гидравлического регулирования.

На узких реках привлечение расхода на судовой ход достигается в результате силового воздействия отвалов грунта на поток. Эффект регулирования на таких реках — это прежде всего эффект укладки отвалов грунта. Роль землечерпания в этом случае можно было бы назвать силовым регулированием.

Средние реки занимают промежуточное положение, при котором и прорези и отвалы грунта имеют важное регулирующее значение.

При силовом регулировании принципиальная схема формирования глубоководного русла сводится к ликвидации растекания и некоторому сужению потока (рис. 5). Река постепенно принимает канализированный призматический вид. В сущности здесь решается обычная задача выправления рек с отвалом грунта в качестве русловых сооружений.

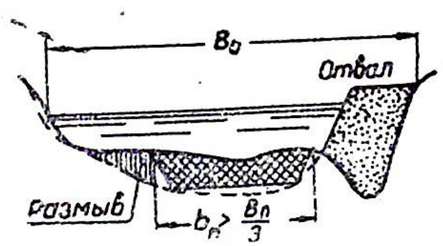


Рис. 5. Схема силового регулирования русла.

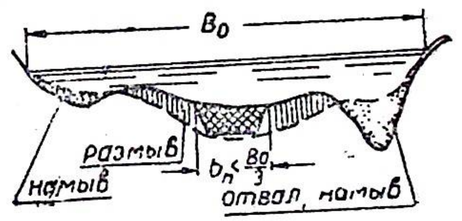


Рис. 6. Схема гидравлического регулирования русла.

В случае гидравлического регулирования преобразование естественной формы живого сечения осуществляется за счет углубления русла и бокового размыва откосов прорези и прилегающих к ним зон, где глубины меньше и, следовательно, меньше неразмывающие скорости (формула 8). По мере развития судоходной части русла происходит некоторое обмеление боковых частей. В конечном счете может быть выработан относительно стабильный и удобный для судоходства параболический профиль живого сечения (рис. 6).

При гидравлическом регулировании должны преобладать относительно узкие, но глубокие прорези. Хотя они не всегда приведут к образованию законченного проектного профиля, но, как отмечает Н. И. Маккавеев (3), более глубокие прорези в большинстве случаев лучше сохраняют приданную им конфигурацию и имеют в среднем более устойчивые глубины, чем про-

рези мелкие. При этом, естественно, дно регулирующих прорезей не должно быть ниже дна плесовых лощин, где глубина в 2—2,5 раза больше, чем на перекатах, что повсеместно создает благоприятные условия для применения регулирующих прорезей.

Особую роль регулирующие прорези должны сыграть в улучшении судоходных условий на реках Амурского бассейна.

Своеобразие р. Амура и его притоков состоит в том, что постоянная угроза мелководья здесь наблюдается на общем фоне повышенного стока в навигационный период. Для выправления таких рек, как Нижний Амур и Нижняя Зея, методами силового регулирования потребовались бы большие капиталовложения и мощные технические средства. Их привлечение не может быть оправдано отраслевыми выгодами одного речного транспорта. С этой точки зрения гидравлическое регулирование остается единственным оперативным, экономичным и эффективным методом улучшения судоходных условий на Амуре.

Этот вывод, основанный на теоретическом анализе гидравлических свойств регулирующей прорези, подтверждается данными практики путевых работ. Приведем характерный пример.

Группа Кайдановских перекатов — наиболее затруднительный 22-километровый участок Нижнего Амура. Осередки и острова, загромождающие уширенное русло реки, разбивают поток на многочисленные и неглубокие рукава и протоки. Наиболее мелководный перекат расположен в месте разветвления основного русла на два судоходных рукава ниже с. Ченки (рис. 7). Именно здесь предпринимались неоднократные попытки создать земснарядами глубокий судовой ход на перевале от левого берега основного русла в правобережный рукав, к острову Труд, где за последние 10 лет извлечено до 1,5 млн. м^3 грунта. Обычные габариты прорезей были: длина 600—1800 м, ширина 90—180 м, глубина от проектного уровня 4,25—4,55 м. При этом характеристики, отнесенные к живому сечению неразветвленного судоходного русла при средне-низком уровне, составляли $P = 1—2\%$, $A = 5—10\%$, а относительное увеличение скорости на прорези $n = 1{,}05$.

До 1957 г. прорези неизменно заносились, часто еще до конца той же навигации, в течение которой производилось землечерпание. В числе причин заносимости прорезей на этой части Кайдановского переката обычно указывают слишком крутое положение прорезей к преобладающему направлению течения (под углом 15°), перехват прорезью наносов, поступающих из протоки между островами Ченки и Труд, и неблагоприятные последствия паводков. Наряду с этим очень важной, хотя и не

вскрытой до конца причиной является неправильное назначение габаритов прорези.

Нигде в другом месте, как на Кайдановском перекате, не проявилось так наглядно опрометчивое стремление обязательно уширить капитальные прорези в расчете на так называемое привлечение расхода. В конце концов ширина прорезей была доведена до двойной гарантийной — 180 м, а прорези продолжали заноситься.

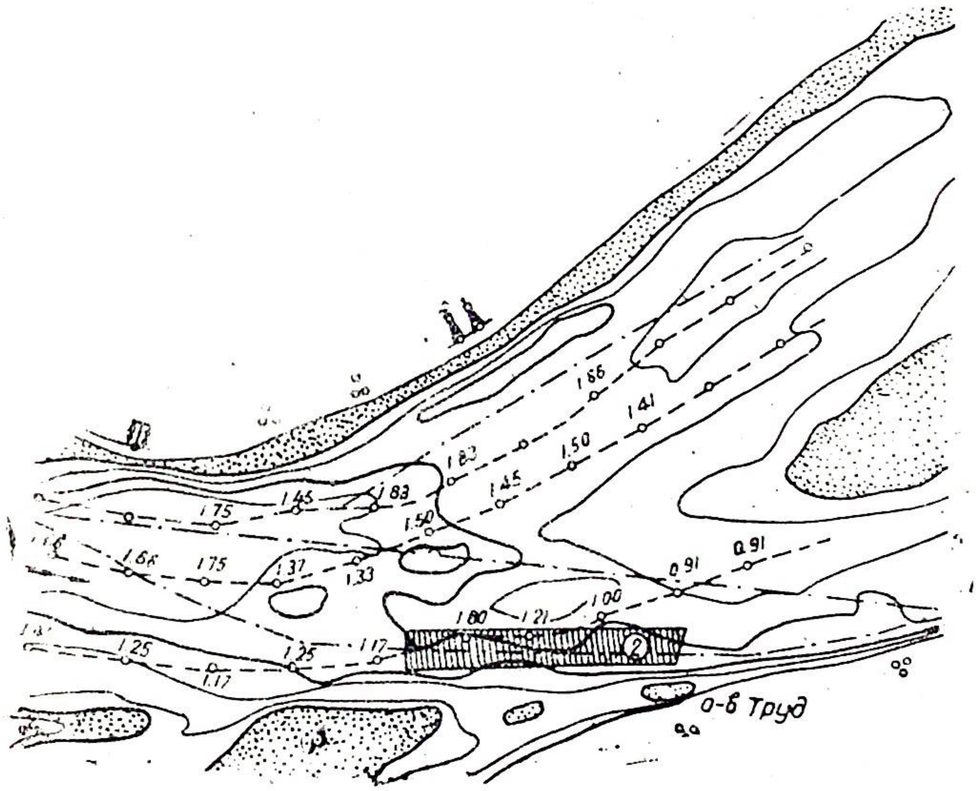


Рис. 7. План Кайдановского переката.
Съемка 7 июля — 7 августа 1957 г. Срезка 6,90—7,02.

В 1957 г. прорезь была перенесена правее и затрассирована положе к направлению течения — под углом 10° (рис. 7). Прорезь разрабатывалась многочерпаковым шаландово-рефулерным земснарядом «Амурский-13» в период с 20 июля по 3 сентября в основном на подъеме паводка. Из прорези на длине 1 км и ширине 160 м было извлечено 235 т м^3 грунта. Что касается глубины прорези, то проектное дно было заложено на 0,5 м глубже, чем обычно.

25 сентября, через 20 дней после окончания землечерпательных работ, на пике осеннего паводка при срезке 7,0 м была

произведена первая контрольная съемка прорези (рис. 8). На этот раз был зафиксирован благоприятный результат. Несмотря на паводочные условия, по оси прорези выработанные глубины полностью сохранились — это свидетельствовало о правильном выборе трассы землечерпания. В плане произошло небольшое искривление прорези за счет наносных выступов со стороны обеих кромок. Ширина прорези в этом месте сократилась до 50 м, глубины же потеряны не были, хотя и обнаружилась полная бесполезность большого объема грунта, извлеченного для уширения прорези.

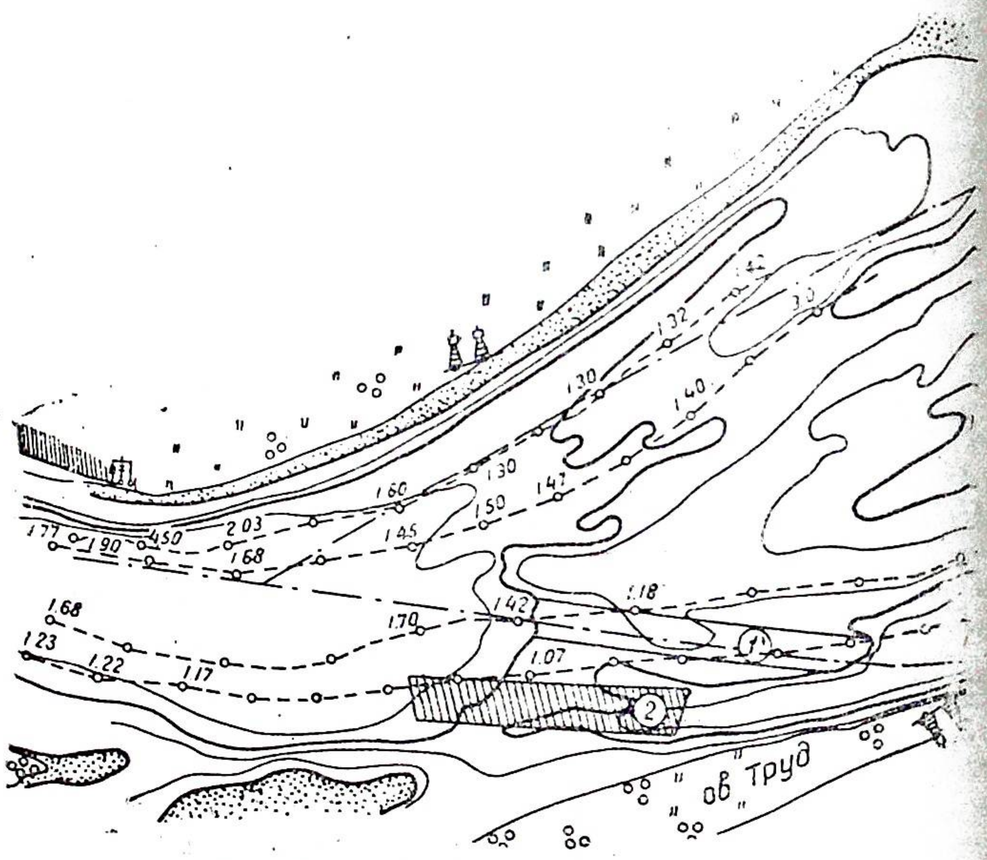


Рис. 8. План Кайдановского переката.
Съемка 25 сентября — 1 октября 1957 г. Срезка 1,33—3,00 — 3,11.

Наиболее примечателен тот факт, что эта узкая, но глубокая борозда, прорезающая гребень переката, не получила почти никаких изменений в течение следующего года до контрольной съемки, произведенной 3—6 сентября 1958 года при срезке 4,30 м. На плане по этой съемке мы лишь видим, как уширилась верхняя часть прорези, образуя раструб на сопряжении с верхней плесовой толщиной (рис. 9). Более того, по данным контрольной съемки 1959 г., прорезь сохраняет повышенные

глубины на сокращенной ширине 50—75 м. Что касается судоходной ложбины, ограниченной проектной изобатой, то она заметно уширилась, причем общий характер изменения форм прорези воспроизводит схему преобразования русла при гидравлическом регулировании.

Чем же объяснить неодолимую жизнеспособность этой «царапины» на дне многоводной реки?

Первая же прикидка по графику $n = f(A, p)$ показывает, что относительное увеличение скорости на прорези в случае со-

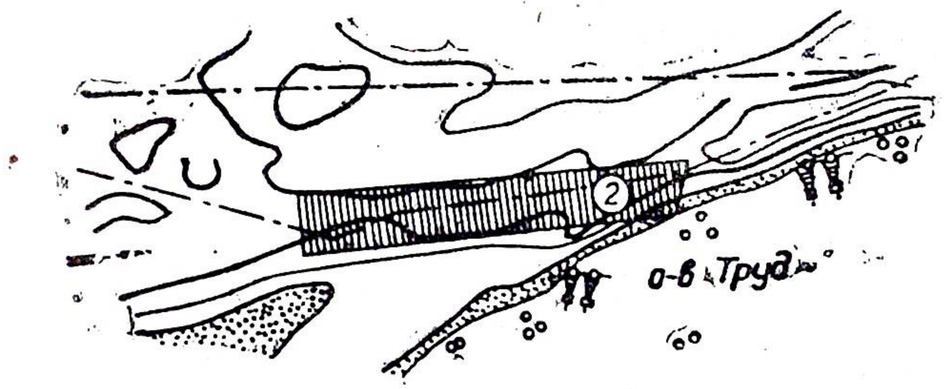


Рис. 9. План Кайдановского переката.
Съемка 3 — 6 сентября 1958 г. Срезка 4,29.

кращения ее ширины со 160 до 50 м не только не падает, но, напротив, несколько возрастает и во всяком случае оказывается намного выше, чем на более мелких прорезях, выполнявшихся до 1957 г. Это вытекает из следующего сопоставления:

Ширина прорези (м)	Глубина от прежнего уровня (м)	A	p	$n=\frac{V_n}{V_o}$	$\frac{m_{уз}}{m_{ум}}$
50	4,75	0,029	1,0085	1,12	1,00
160	4,75	0,092	0,027	1,099	1,02
180	4,25	0,010	0,0216	1,07	1,05

Конечно, нельзя объяснить рассматриваемый факт только одним рациональным соотношением габаритов прорези. На ее устойчивость, несомненно, положительно влияли и другие преимущества: и то, что она плавно сопрягается с верхней плесовой лощиной; и то, что, вероятно, могло произойти общее смещение динамической оси потока вправо, в сторону прорези, в результате размыва правого берега, отмеченного в последние

годы в пределах острова Труд. Нельзя также не считаться с возможностью благоприятных изменений в режиме движения наносов из протоки между островами Ченки и Труд.

Тем не менее несомненно, что решающую роль в жизнеспособности прорези сыграло оптимальное соотношение ее поперечных размеров, сложившееся естественным порядком.

Еще один пример.

Нижнее течение р. Зеи отличается неустойчивым песчано-гравийным дном, блужданием потока и прохождением многократных летних паводков. На расположенном здесь Верхне-Петровском перекате долгое время не удавалось закрепить судовой ход на перевале к левому берегу под небольшим углом к

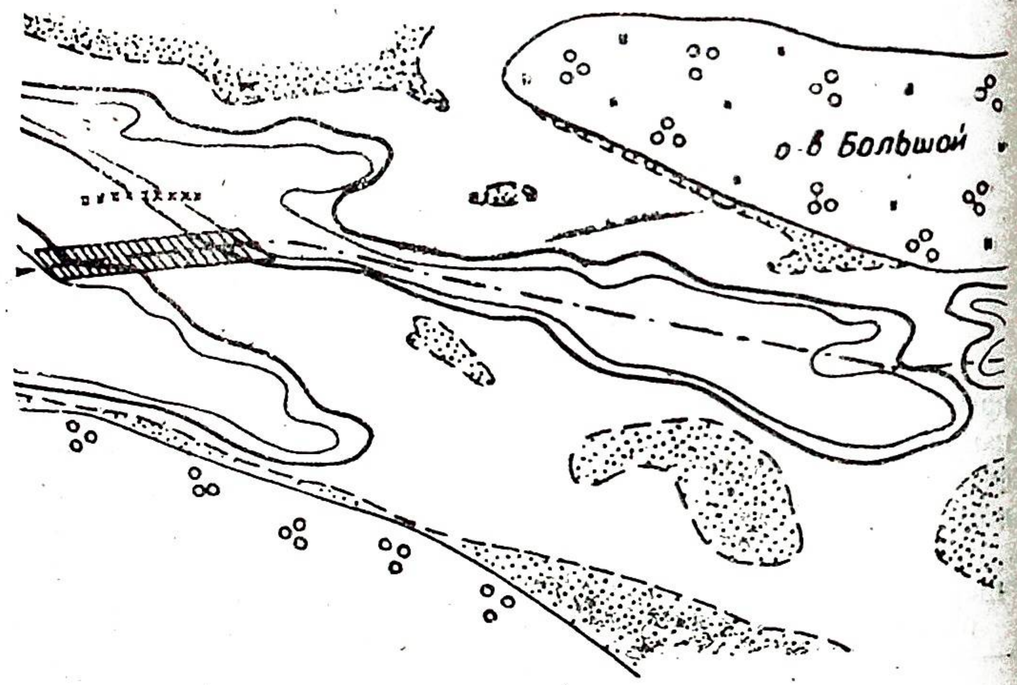


Рис. 10. Верхне-Петровский перекат.
Съемка 1—22 сентября 1951 г. Срезка 2,70—2,95.

оставляемой части верхней плесовой лощины (рис. 10). Прорези, возобновляемые дважды в навигацию, неизменно заносились. Так происходило, пока ширина прорези назначалась 70—90 м, толщина снимаемого слоя 1—1,2 м; при этом относительные характеристики для уровня, выше проектного на 1,7 м, составляли: $A = 0{,}035$; $P = 0{,}024$.

Стоило сократить ширину прорези до 60 м ($A = 0{,}025$), а толщину снимаемого слоя довести до 1,5—1,6, как при том же

удельном весе ($P = 0{,}022$) был получен совершенно новый результат. Съемка, произведенная через год (рис. 11) после прохождения четырех летних и одного весеннего паводков, показывает, что борозда прорези не только сохранилась, но и значительно уширилась. На ней закрепилась наиболее активная ветвь блуждающего потока, поддерживающая судовой ход в верхней части переката. Скорости на более узкой прорези при проектном уровне были выше, чем на прежних более широких прорезях на 7,5%, но крупность перемещаемых наносов увеличилась в 1,25 раза, и этого оказалось достаточным, чтобы прорезь сохранила свою жизнеспособность не только в течение навигации, но и нескольких последующих лет.

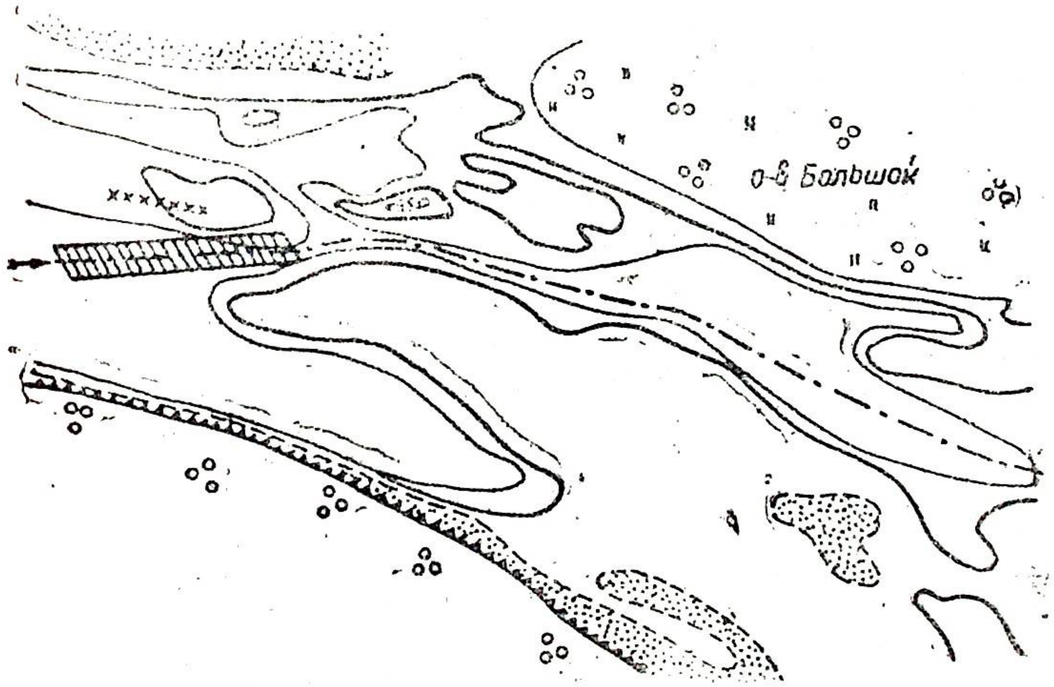


Рис. 11. Верхне-Петровский перекат.
Съемка 13—26 мая 1953 г. Срезка 0,60—2,38.

Итак, прорези, даже сравнительно небольших размеров A и P, выполняемые на широких многоводных реках, — это не эфемерная царапина на подвижной поверхности дна. Как только в русле появилась искусственная борозда, в противовес тенденции ее исчезновения возникает неизбежная активизация течения, которая поддерживает жизнеспособность прорези. Бо-

лее того, регулирующая прорезь способна вызвать направленные изменения в состоянии потока и преобразовать судоходные условия участка реки.

Как долго будет существовать в русле прорезь с оптимальными гидравлическими габаритами, способна ли она сохранить устойчивость при колебаниях уровня воды? Прежде чем ответить на этот вопрос, необходимо решить, какому наполнению русла должны отвечать оптимальные проектные габариты прорези.

Оптимальные размеры регулирующих прорезей должны быть отнесены к тому уровню на спаде паводка, при котором прекращается естественный размыв гребня переката. Анализируя устойчивость землечерпательных прорезей на Кайдановском и Верхне-Петровском перекатах, мы рассматривали их относительные характеристики при уровне, превышающем проектный на 1,70—2 м. Именно при такой срезке на перекатах уже бывает возможен срыв гарантированных глубин, и потому размыв должен начаться не позднее этого момента. Ведь отсюда и проистекла необходимость вмешательства в естественный режим русла. Значит, прежде всего для этого состояния и должна рассчитываться эффективность осуществляемых мероприятий.

Процессы на прорези при иных более высоких или более низких уровнях зависят, конечно, от конкретных условий участка реки, подлежащих исследованию в каждом отдельном случае. Вместе с тем, как показывают приведенные выше примеры, регулирующая прорезь оптимальных габаритов, в принципе, обладает жизнеспособностью и при этих уровнях. Естественный ход гидравлических процессов на правильно заложенной прорези таков, что результаты землечерпания лишь тогда будут утрачены, когда наступят общие изменения береговой линии, режима скоростей течения и движения наносов.

Само собой разумеется, что все многообразие явлений при взаимодействии потока и прорези не может быть сведено только к тем закономерностям, которые вытекают из рассмотрения одного живого сечения потока в призматическом русле. В естественных потоках на прорезь оказывают влияние режим уровней и уклонов, характер долины и поймы, источники поступления и форма движения наносов, устойчивость дна, берегов и др. Судьба прорези зависит от ее отношения ко всем этим естественным факторам, т. е. в конечном счете от того, как она запрассирована. Поэтому придание прорезям оптимальных габаритов само по себе не только не исключает, но, напротив, предполагает правильное их трассирование. Углубленное исследование гидравлических свойств регулирующих прорезей на разных реках еще более повысит роль капитального землечерпания, как мощного и оперативного средства активного воздействия на речной поток в интересах коренного улучшения судоходных путей.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Н. А. Ржаницын.** Обоснование габаритов землечерпательной прорези. Труды ЦНИИЭВТ, вып. VIII, 1956; 2. **В. М. Маккавеев.** Распределение продольных и поперечных скоростей в открытых потоках. Труды ГГИ, вып. 2/56, 1947; 3. **Н. И. Маккавеев.** Русловой режим и трассирование прорезей. Речиздат, 1949.

ЗАЩИТА ПУТИ ОТ РАЗМЫВОВ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

М. И. МИЛЬШТЕЙН,
кандидат технических наук

Многолетний опыт эксплуатации железных дорог Приамурья, Приморья и Забайкалья показывает, что во многих случаях конструкция пути не удовлетворяет условиям пропуска паводковых вод, что вызвано просчетами при проектировании и строительстве. Неизученность и необжитость Дальнего Востока к началу железнодорожного строительства послужили причиной того, что в процессе изысканий Уссурийской и Амурской железных дорог местные гидрологические условия не учитывались.

В процессе изысканий и прокладки пути отверстия искусственных сооружений и высота насыпей на подходах к ним рассчитывались на Дальнем Востоке по нормам стока, принятым для Европейской части России. В результате расчетные расходы по сравнению с натуральными оказались заниженными в несколько раз и при сильных паводках пути неоднократно подвергались разрушению, причем на длительное время нарушалось регулярное движение поездов.

К настоящему времени положение это в значительной степени исправлено. Дальгипротрансом и другими организациями проведены перерасчеты мостовых переходов, а пропускная способность многих мостов после их реконструкции значительно увеличена.

Предстоящие большие работы по регулированию стока таких крупных рек, как Амур, Зея, Бурея, Уссури, путем строительства гидроэлектростанций и крупных водохранилищ наверное всегда решат вопрос защиты от паводков, в т. ч. и железнодорожных путей. Однако в течение длительного времени железнодорожному хозяйству еще неоднократно придется действовать во время паводков, поэтому необходимо располагать постоянными и временными мобильными средствами, устройство которых позволит дистанциям пути предотвращать разрушение линии паводковыми водами.

В настоящей статье обобщается опыт борьбы с наводнениями, накопленный службами Дальневосточной, Забайкальской и других железных дорог.

1. Анализ причин разрушения полотна при паводках

Особенности климатических условий Дальнего Востока (муссонные ливни, гористый рельеф и т. д.) вызывают очень быстрый подъем паводковой воды, достигающий в отдельных случаях до 4—5 м/сутки.

При недостаточной пропускной способности искусственных сооружений и малой высоте насыпи на подходах к мостам, вода очень быстро достигает бровки земляного полотна, затапливает большую площадь вдоль железнодорожного пути и наконец переливается через насыпи (рис. 1 и 2).

Наблюдение за ходом катастрофических паводков 1938, 1943, 1950 и 1953 гг. показали, что главными причинами разрушения земляного полотна, а иногда и верхнего строения пути являются:

1. Перелив воды через бровку земляного полотна, а иногда и через головку рельса;

2. Усиленная фильтрация воды через тело и основание насыпи, сопровождающаяся вымыванием грунта насыпи;

3. Переувлажнение откосов.

При подъеме воды выше бровки земляного полотна вода, размывая балластный слой, устремляется по основной площадке полотна и скатывается по низовому откосу, размывая его в слабых местах по закону регрессивной эрозии.

В результате фильтрации воды через тело насыпи происходит:

1. Перемещение грунтовой массы под влиянием гидродинамического давления воды;

2. Вынос сначала мелких, а затем более крупных фракций грунта и неравномерная просадка его при постепенном развитии скоростей движения фильтрующей воды (процесс суффозии);

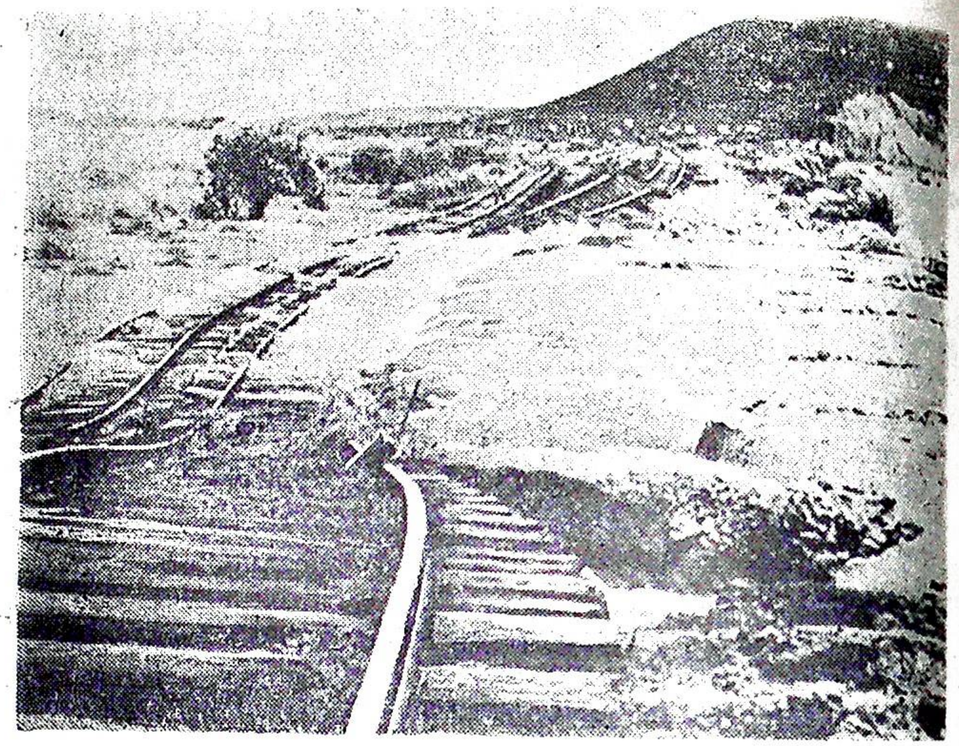


Рис. 1.

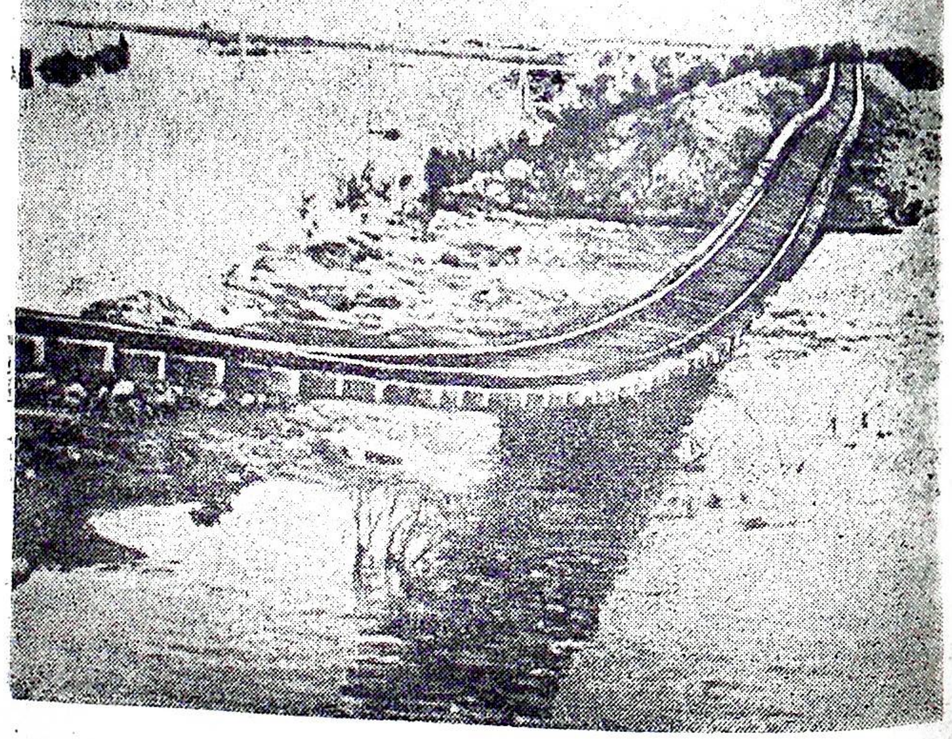


Рис. 2.

3. Выщелачивание фильтрующей водой легко растворимых соединений.

Суффозионные процессы будут иметь место, если

$$V_д > V_{кр}$$

где: $V_д$ — действующая скорость фильтрации на границе дна нижнего бьефа; $V_{кр}$ — критическая скорость фильтрации.

Расчеты показали, что в некоторых пойменных насыпях действительная скорость фильтрации в 2,7 раза больше критической, что обусловливает возможность образования суффозионных каверн и воронок. При этом, если основание насыпи отсыпано из мелкого песка или суглинка, у подошвы низового откоса наблюдаются выпучивание и повреждения вследствие вымывания грунта; при отсыпке низовой части крупным гравием и камнем насыпь не подвергается разрушению.

Главными причинами сплывов откосов земляного полотна в период наводков можно считать чрезмерное насыщение откосов и инфильтрацию поверхностных вод в тело насыпи. Наибольшее количество таких сплывов наблюдается во время резкого спада наводка, а также при интенсивной фильтрации воды через тело насыпи. Интенсивность оползания откосов колеблется от 3—4 см до 10 см в сутки, а в некоторых местах деформация наступает внезапно, вызывая сползание больших объемов земли. Образование воронок размыва у основания насыпи нередко приводит к полному разрушению земляного полотна.

При подъеме воды в пойме часть воды с большой скоростью проходит в отверстие моста, а остальная масса водного потока, встречая на своем пути преграду, бьет по пойменной насыпи. При этом вода растекается по поверхности преграды, а скорости течения резко изменяют свое первоначальное направление (рис. 3). Часть расхода воды отклоняется вдоль насыпи к мосту, другая — движется вдоль насыпи в обратном направлении и третья — главная часть потока—стремится к основанию преграды — откосу насыпи. Размыв основания насыпи вызывается потоком воды, направленным вниз. Глубина размыва может быть определена по формуле:

$$H_р = CH_о,$$

где: Нр — глубина размыва в м; С — величина, зависящая от крутизны откосов насыпи, фактической скорости течения воды и допускаемой скорости на размыв (для грунтов основания насыпи); Но — глубина затопления насыпи.

Наблюдения за процессом разрушения земляного полотна в наводки показали, что разрушению подвергаются не только неукрепленные откосы, но и откосы, укрепленные одиночной и даже двойной мостовой. Это происходит в результате динами-

ческого воздействия воды в момент удара об откос насыпи вследствие перемещения потока вниз и вверх по откосу, как по поверхности, так и по толще крепления.

Обычно разрушение каменного покрытия откосов начинается с выноса отдельных камней в непосредственной близости от места удара волны. Вынос одного—двух камней вызывает на-

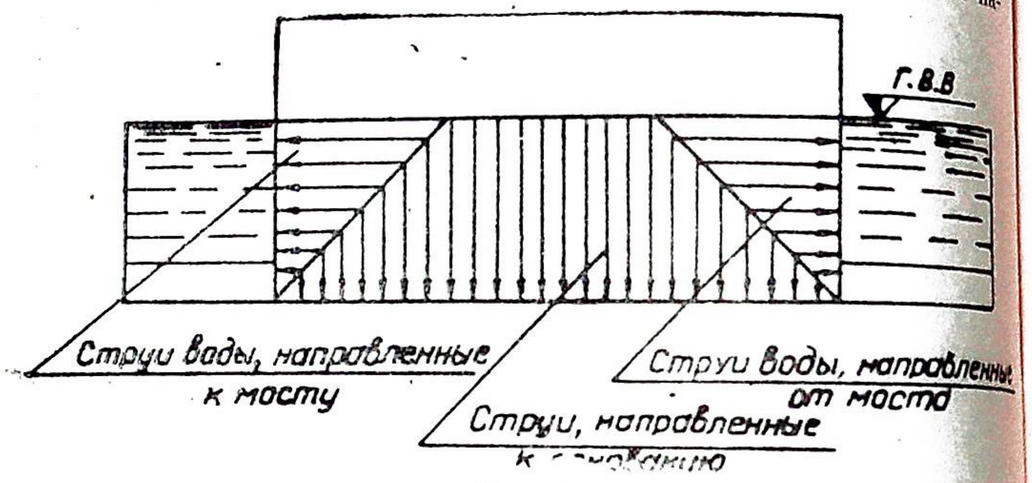


Рис. 3.

рушение связи в кладке и может привести к катастрофическому разрушению всего укрепления вверх и вниз по откосу. Поток в этом случае усиленно размывает неукрепленную часть откоса и смывает ряд камней вокруг пустоты. Кроме того, образуется усиленный ток воды под каменную кладку, и камни отделяются от откоса целыми пластами.

Следовательно, укрепленный откос должен выдержать и погасить удар потока воды, не допустить перемещения частиц грунта откоса под укрепление и уменьшить фильтрацию воды.

Главными причинами нарушения устойчивости и разрушения опор искусственных сооружений являются:

1. Недостаточность отверстия мостов;
2. Неправильное направление течения воды в русле под мостом, вследствие неисправного состояния или отсутствия регуляционных сооружений и особенно водоразделительных дамб;
3. Большие донные скорости течения воды;
4. Недостаточная глубина заложения опор;
5. Недостаточные меры защиты русла вокруг опор в процессе их эксплуатации;
6. Недостаточная высота от горизонта высоких вод до низа конструкции пролетных строений и возможная вследствие этого закупорка отверстия моста плывущими предметами.

Начало деформации земляного полотна и искусственных сооружений обычно сопровождается следующими признаками: появлением продольных трещин на обочине полотна, на бермах, а также откосах; появлением поперечных трещин, особенно вблизи искусственных сооружений (труб, мостов); вспучиванием откосов; появлением мутной воды с низовой стороны насыпи, что сигнализирует о фильтрации воды через тело земляного полотна; переполнением водой водоотводных устройств земляного полотна; образованием водоворотов, завихрений у откосов насыпей, конусов, струенаправляющих дамб, траверс, опор мостов и оголовков труб; застоев воды в кюветах и каналах; появлением просадки рельсовой колеи над трубой; нарушением мощения на откосах дамб и конусов.

2. Устройства и мероприятия по предупреждению размыва пути

Противоразмывные устройства призваны предупреждать возможность нарушения железнодорожного пути (постоянные конструкции) и в случае паводка, когда появляется опасность разрушения, — предотвращать размыв (временные конструкции).

К постоянным и временным защитным устройствам предъявляются следующие требования:

1. Достаточная сопротивляемость против размыва, подмывов и смывов;
2. Достаточная устойчивость против сдвига или опрокидывания под действием напора воды;
3. Подвижность и гибкость позволяющие сооружению приспособляться к деформациям основания без нарушения основной формы;
4. Связанность частей сооружения при сохранении подвижности, недопускающей размывов;
5. Возможность быстрого применения, сообразуясь с обстановкой;
6. Сохранность конструкции при заблаговременной заготовке и хранении вблизи опасных мест;
7. Возможность неоднократного использования для защиты железнодорожного пути;
8. Простота уборки после спада воды.
9. Возможность использования местных недефицитных строительных материалов.
10. Максимальная экономичность.

Выработанные опытом противоразмывные устройства и мероприятия можно сгруппировать следующим образом:

Действия паводков	Предполагаемые защитные мероприятия
Смыв верхнего строения пути и земляного полотна	1. Устройство земляного вала вдоль обочины земляного полотна 2. Укладка на обочине загруженных грунтом рогожных мешков 3. Установка железобетонных щитов вдоль обочины земляного полотна
Фильтрация воды через тело пойменной насыпи и суффозия грунта с откосов	1. Устройство водонепроницаемого экрана 2. Устройство земляной присыпки на низовом откосе 3. Защита откосов от фильтрации гидрофобным грунтом 4. Устройство обратных фильтров со стороны низового откоса
Размыв верховых и низовых откосов	1. Отмостка верхового и низового откосов 2. Отмостка обочины 3. Устройство хворостяных, камышовых и каменно-хворостяных выстилок 4. Заблаговременная посадка деревьев вблизи откосов пойменной насыпи
Затопление и размыв водоотводных устройств	1. Увеличение сечения существующих нагорных канав 2. Устройство второй линии нагорных канав 3. Защита откосов гидрофобным грунтом 4. Устройство деревянных поперечных лотков
Размыв струенаправляющих дамб, конусов, траверс	1. Устройство защитной одежды из камня 2. Заделка вымоин каменными отсыпями 3. Устройство щитов из гибких досок
Подмыв устоев и быков	1. Загрузка вымоин каменными отсыпями 2. Заделка вымоин 3. Укладка тяжелых фашинных тюфяков 4. Забивка шпунтовых ограждений
Вынос (смыв) малых искусственных сооружений в поймах больших рек	1. Закрытие в период пропуска паводковых вод отверстий пойменных мостов и труб шандорами 2. Засыпка в поймах рек (там, где это возможно) искусственных сооружений

Земляной вал вдоль обочины пойменной насыпи (рис. 4) создается с целью предотвращения размыва балластного слоя

и земляного полотна. Иногда он протягивается вдоль всей затопляемой части и является постоянным устройством. Однако широко рекомендовать это мероприятие нельзя вследствие его дороговизны. Кроме того, при отсыпке земляного вала затрудняется отвод воды от основной площадки земляного полотна, а в зимнее время часть вала, выступающая над бровкой, будет задерживать снег в период зимних метелей. Более целесообразно, как показала практика, производить отсыпку временного земляного вала (рис. 5). После спада воды такой вал можно убрать. Устройство вала на обочине земляного полотна возможно при сравнительно невысоком подъеме воды (0,50—1,00); над бровкой при более мощном подъеме воды такая присыпка окажется непригодной.

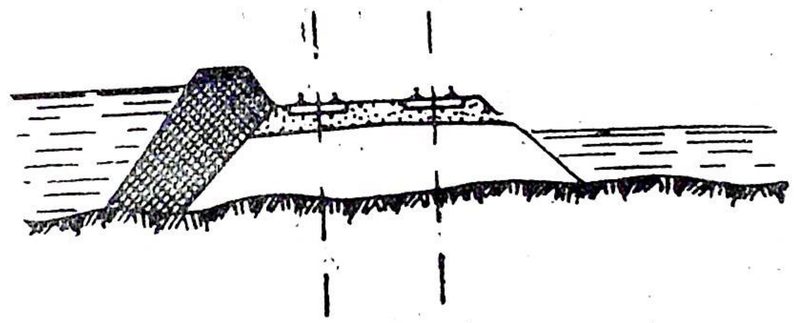


Рис. 4

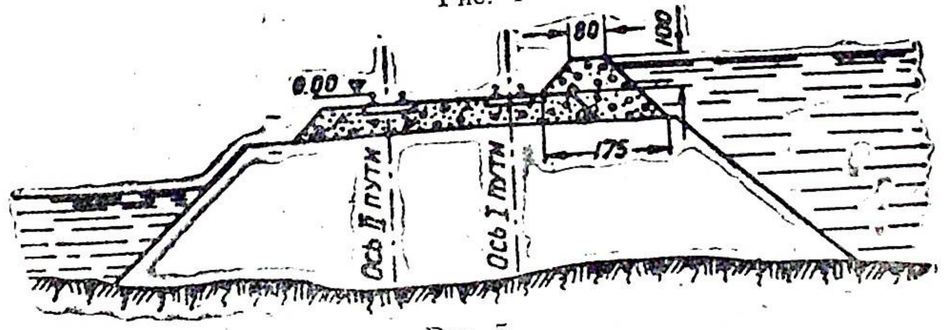


Рис. 5.

Очень широко и успешно применяется во время паводков **укладка на обочине загруженных грунтом мешков рогожных** малых размеров (длиной 53, 60 и 70 см и шириной 75, 80 и 100 см) и холщовых (62×106,5 см и 62×111 см). Увязочным материалом служит шпагат или мочала. Для загрузки используется любой балласт. Заполняются мешки на $^2/_3$ их емкости и укладываются вдоль обочины «в стенку» с соблюдением перевязки швов.

Заградительная железобетонная стенка (рис. 6) представляет собой устройство, могущее предотвратить перелив воды при ее подъеме более 1 м выше бровки земляного полотна.

Вдоль бровки, на расстоянии не ближе 2 м от наружной грани крайнего рельса, в тело насыпи забиваются железобетонные тавровые или двутавровые столбы. В их пазы при помощи крана устанавливаются или крепятся при помощи специальных планок железобетонные щиты (плиты). Зазоры между столбом

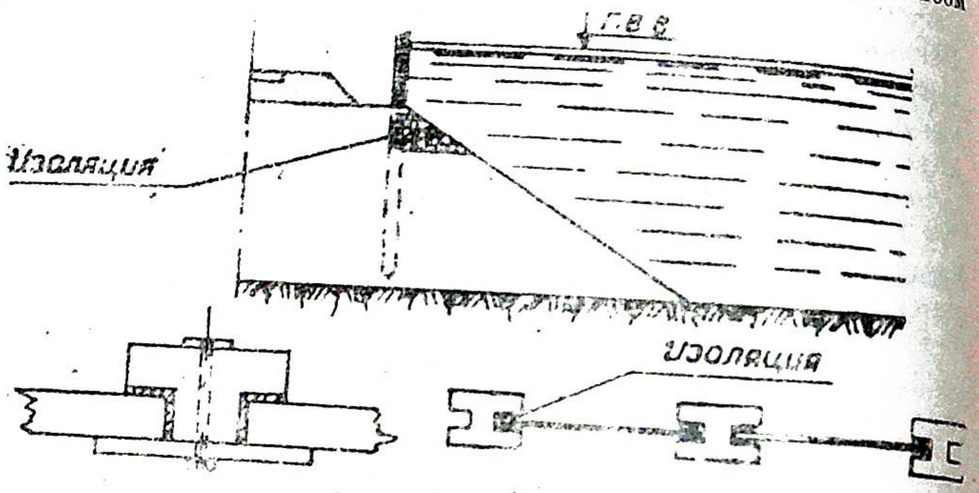


Рис. 6.

и щитом при двутавровом сечении столба заливаются гудроном; при тавровом — укладывается изоляционная прокладка. Низ железобетонного щита находится ниже отметки обочины земляного полотна на 0,5 м. С целью предотвращения фильтрации воды под щиты поверхность грунта у основания щита изолируется слоем мятой глины. Укрепление от размыва изоляционного слоя и верха откоса насыпи производится каменной кладкой. Сборная конструкция заградительной железобетонной стенки дает возможность в нужное время устанавливать или убирать щитовую линию. В результате расчетов на прочность рекомендуются размеры:

щит — 2,5×2,0×0,09 м;
железобетонный столб — 0,3×0,2×4,15 м;
глубина забивки столба в грунт — 2,65 м;
расстояние между осями столбов — 2,16 м.

Предусматривается изготовление щитов и столбов на заводах сборных железобетонных конструкций.

Установка заградительной стенки осуществляется в следующей последовательности:

1. Разбивка оси стенки; 2. Выгрузка железобетонных столбов с платформ по фронту работ краном ПК-6; 3. Забивка железобетонных столбов дизель-молотом с использованием самоходного крана с копром; 4. Устройство уступа вдоль откоса насыпи (у бровки) высотой 0,6 м и шириной 1,05 м, с уклоном

к откосу 20%; 5. Укладка изоляционного слоя из мятой глины по полке уступа; 6. Установка щитов самоходным краном; 7. Изоляция зазоров у щитов; 8 Укладка камня у основания щитовой линии.

Высота заградительной железобетонной стенки над бровкой земляного полотна принята 2 м, исходя из расчета подъема воды трехсотлетней повторяемости. Фактически наблюдения показывают, что только в самые большие наводки вода поднимается выше бровки земляного полотна на 60—70 см. Поэтому высоту щита можно уменьшить на 1 м и тем самым значительно удешевить стоимость щитовой линии.

Применение железобетонной стенки во всех отношениях более целесообразно, чем применение временных или постоянных заградительных земляных валов. Запас некоторого количества железобетонных щитов в восстановительном поезде даст возможность применить их в любом месте. Вместо железобетонных столбов можно временно использовать обычные рельсовые рубки.

Водонепроницаемый экран на верхнем откосе устраивается следующим образом (рис. 7). Предварительно в откос на глубину 0,5 м забивают колья, сзади которых горизонтально укладываются снопы прутьев ивы, образующие барьер. Огороженная часть откоса взрыхляется, и на нее насыпается глинистый грунт, непрерывно перемешиваемый лопатами. Когда отсыпка выходит на уровень горизонта высоких вод, ее укладывают слоями, тщательно утрамбовывая деревянными трамбовками.

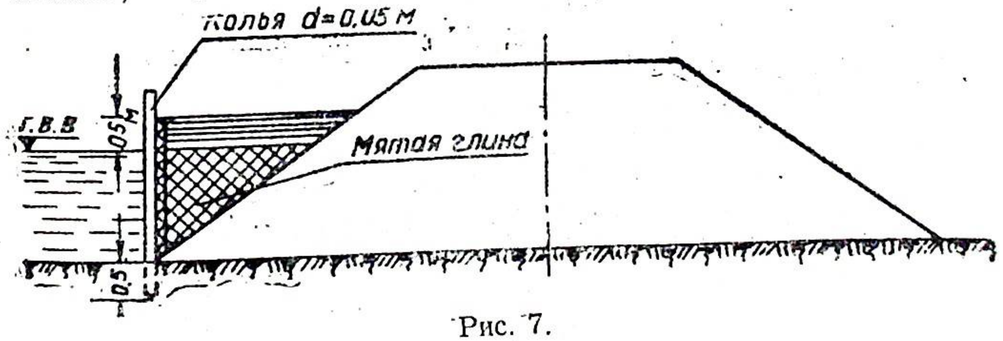


Рис. 7.

Земляная присыпка низового откоса (рис. 8) целесообразна при фильтрации воды через низовой откос, сопровождающейся суффозией с появлением опасности оползания откоса. Вдоль откоса забивается ряд кольев на глубину от 1 до 1,5 м через 0,5 м кол от кола и на расстоянии 1—1,5 м ряд от ряда. Забивка идет в направлении от бровки к подошве. Поперек насыпи колья скрепляются хворостяными фашинами; для упора верхнего ряда кольев вдоль бровки земляного полотна забивается

ряд анкерных кольев. После забивки кольев откос загружается землею.

Опыт показывает, что при такой присыпке опасность оползания откосов устраняется, т. к. соединение кольями сползающего пласта с неподвижным задерживает его движение. За-

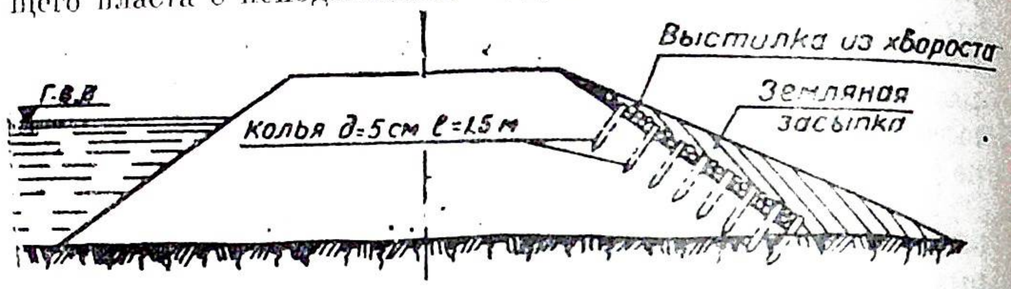


Рис. 8.

грузка откоса землею нужна для увеличения устойчивости уже закрепленного откоса. Этот способ можно применить и для укрепления верхового откоса.

Экран из гидрофобного грунта, т. е. из материала, не смачивающегося водой, имеет большие преимущества. Отходы нефтепродуктов — мылонафт или битумы, каменноугольные продукты — деготь, пек, уложенные после сушки слоем толщиной 5—10 см выдерживают гидростатическое давление в несколько метров водяного столба. Опыты, проведенные кафедрой «Основания и фундаменты» Хабаровского института инженеров железнодорожного транспорта, дают возможность рекомендовать следующий состав гидрофобного грунта и толщину защитного покрытия, исходя из условий применения на Дальнем Востоке (рис. 9).

Мелкозернистый песок — крупностью зерен менее 2 мм, свободный от гравелистых, галечных и органических включений, с содержанием пылеватых глинистых включений не более 15%, обрабатывается в сухом нагретом до 130—150° С состоянии растворе битума в нефти или зеленом масле. Добавка раствора битума составляет от 0,5 до 2,5% от веса сухого пе-

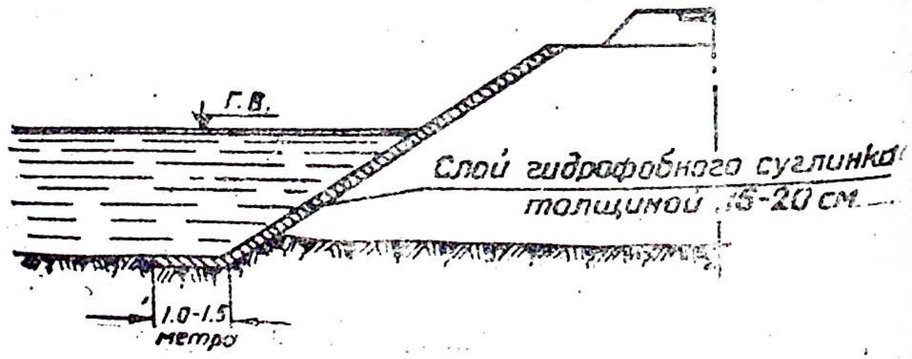


Рис. 9.

ска. Смесь песка с битумом тщательно перемешивается в течение 7—10 минут до получения массы однородного цвета.

Гидрофобный суглинок приготовляется из сухого молотого суглинка путем обработки его в нагретом от 100° до 150° С состоянии раствором битума в нефти или зеленом масле. Далее добавляется раствор битума (от 5 до 8% от веса), и полученная масса тщательно перемешивается в течение 7—10 минут до достижения однородного цвета. Состав раствора битума для гидрофибизации грунта зависит от марки битума и на 1 т битума составляет:

Растворитель	Един. изм.	Для марки битума			
		НБ II	НБ III	НБ IV	НБ V
Нефть с удельным весом 0,92	кг	1 200	1 600	1 800	2 000
Зеленое масло	кг	600	800	1 200	1 500

Расход раствора битума на 1 т сухого песка равен 20—30 кг, на 1 т сухого молотого суглинка — от 40 до 80 кг.

Обратные фильтры представляют дренажные устройства и применяются с целью предотвращения выноса частиц, грунта, выпора или разжижения грунта на низовом откосе или в основании насыпи в нижнем бьефе. Устройство таких фильтров следует считать обязательным: при возможности выхода крисвой депрессии на низовые откосы, при возможности появления выхода фильтрационного потока в нижний бьеф насыпи.

Наружный (заслонный) дренаж представляет наиболее простое легкодоступное в условиях эксплуатации мероприятие, предотвращающее разрушение или сплыв грунта низового откоса при выходе фильтрационного потока на поверхность. Кроме того, такое устройство выполняет функции пригрузки воздействия воды (волны) со стороны нижнего бьефа. Дренаж состоит из приемной в виде обратного фильтра из одного или нескольких слоев постепенно укрупняющегося материала и отводящей, по которой производится отвод воды в нижний бьеф, состоящий из гравия, щебня или каменной наброски. Камень, применяемый для устройства дренажа, должен обладать морозостойкостью, не должен размокать и растворяться водой. Песчаные и песчано-гравелистые материалы для слоев обратного фильтра не должны содержать глинистых частиц более 3—5% по весу.

Отмостка откосов каменным покрытием широко применяется при укреплении пойменных насыпей, конусов мостов и

должна быть устойчивой при всех изменениях уровня воды. Существующий порядок укрепления при помощи такой отмостки только насыпи с напорной стороны нельзя считать всегда правильным. Анализ паводкового размыва земляного полотна на дорогах Дальнего Востока убеждает в необходимости каменной одежды также для низового откоса и основной площадки земляного полотна. Лучшим будет устройство двухслойных каменных покрытий, состоящих из верхнего покрытия, образованного укладкой в один слой камня надлежащих размеров и подстилающего слоя, уложенного из разнозернистого щебня или гравия. Для предохранения поверхности укрепленного откоса от размыва при действии волн необходим фильтрующий (подстилающий) слой, укладываемый непосредственно на поверхность откоса; фракционный состав его должен содержать частицы, начиная от размера частиц тела укрепляемого откоса до крупных, образующих скелет подстилающего слоя.

Крепление откосов отсыпкой из рваного камня производится из глыб весом от 60 кг до нескольких тонн. Такое крепление свободно деформируется при осадке, не разрушается течением, слабо истирается донными наносами и, кроме того, обладает значительной шероховатостью, превышающей шероховатость русла. При возникновении продольных течений у сооружений из рваного камня скорости не достигают опасных величин. Как недостаток необходимо отметить большой расход камня на 1 м^2 откоса. Во избежание вымывания мелких частиц из тела насыпной части сооружения отсыпку из рваного камня желательно укладывать на откос слоями разной крупности: вначале мелкой щебенкой, затем одним—двумя слоями более крупного камня и, наконец, камнем расчетного диаметра, отвечающего скоростям потока.

Посадка лесозащитных и кустарниковых полос в пойменной части насыпи и у регуляционных сооружений хорошо себя оправдывает. Такие насаждения снижают скорость и величину волны потока, задерживают наносы в местах, опасных размывом, и укрепляют грунт, увеличивая его сопротивляемость размыву. Выбор породы деревьев и кустарников для посадки решается в зависимости от условий; обычно идут ивы разных видов. Посадку ив лучше производить осенью в конце сентября, но можно и в мае в несколько рядов в шахматном порядке. Через два—три года насаждения вступают в работу.

Каменные отсыпи и другие способы загрузки вымоин у опор применяются давно, но иногда без учета характера размывов и величины вымоины, при том первыми попавшимися под руку каменными материалами. Для успеха мероприятия нужно про-

водить промеры глубины вымоин и пользоваться для их заделки каменными породами, отличающимися большим весом, прочностью (граниты, сиениты и др.) и угловатыми формами. Поблизости от мостов, подвергающихся или могущих подвергаться подмывам, надо всегда иметь некоторый запас естественного или искусственного камня удовлетворительного качества.

Размеры требуемого камня при различных скоростях течения таковы:

Максимальные данные скорости (м/сек.)	Минимальные размеры при удельном весе 2 (см)	Минимальные размеры в см при удельном весе 2,5 (см)
0,25	0,4	0,25
0,50	1,5	1,00
1,00	6,0	4,00
1,50	13,5	9,00
2,00	24,0	16,00
2,50	37,5	25,00
3,00	54,0	36,00
4,00	96,0	64,00
5,00	150,0	100,00

Хороши каменные, т. н. «цепные» осыпи, в которых камни приблизительно одинаковых размеров соединяются между собой прочными цепями или проволокой длиной до 1 м. Такие «гирлянды» погружают вокруг защищаемых опор в двух взаимно перпендикулярных положениях, и они образуют достаточно хорошую защиту нижней части опоры от подмыва.

Во время паводков тщательное устройство отсыпей чрезвычайно затруднено. Однако и в этих условиях надо не упускать из виду измерения вымоин и отсыпей у опор, а также дна русла реки с тем, чтобы отсыпки направлять в нужную сторону. Обеспечив временную защиту опор при высоком уровне воды, надо использовать любое «затишье» для приведения осыпей в надлежащий порядок.

При очень больших скоростях течения воды (от 3 м/сек. до 5 м/сек.) для верхней загрузки вымоин около мостовых опор с успехом применяются габионы Пальвиса, изготовленные из железной, отожженной, оцинкованной проволоки и заполняемые камнем общим объемом 2—3 м^3. Для экономии материалов можно рекомендовать выполнение сетки, обращенной к волне из толстой проволоки, сплетенной шестигранными ячейками, а внутренних граней — из тонкой проволоки с квадратными ячейками. После того, когда габионы задержат несколько

паводков, они заполняются наносами, приобретают известную монолитность и могут служить до 40 лет.

Гибкие щиты связываются веревками из отдельных досок с зазорами в 4—5 см, каждая пятая доска внизу просверливается и через отверстие к ней привязывается мешок с грунтом. Применяются такие щиты в местах, где начинается размыв конусов или струенаправляющих дамб у мостов. Длина щита должна соответствовать нижнему очертанию защищаемого сооружения. Между поверхностью, покрытой щитом и грунтом, скорость течения воды резко падает, вследствие чего размыв прекращается.

Каменная отсыпка применяется чаще всего в период паводка, как мера по прекращению местного размыва. После спада воды и детального обследования мест размыва возникает необходимость капитально укрепить размытое место. Для этой цели в настоящее время широко применяются **тяжелые фашинные тюфяки,** собираемые на берегу или лучше на льду и опускаемые на дно размытого места.

Процесс сборки хворостяного тюфяка не представляет особой сложности и общеизвестен. Надо здесь рекомендовать следующую последовательность производства работ по опусканию тюфяка на дно реки (на место размыва) зимой по способу инженера Дальневосточной железной дороги В. Г. Кириллова.

Предварительно на льду прорубается майна, причем площадь, отводимая под нее, разбивается на ряд прямоугольников, откуда постепенно выкалывается лед. Льдины вводятся в специально устроенный заранее «двор» — небольшой канал 2,5×4,5 м, начинающийся от места работ и идущий вниз по течению. Очистив двор ото льда, туда вводятся льдины из майны (вертикально).

Поперек готовой майны укладываются на расстоянии 1 м один от другого старые рельсовые рубки и на них крестообразно продольные и поперечные прутяные канаты через 1 м один от другого (поперечные канаты должны иметь длину, равную ширине майны) с тем, чтобы их пересечения приходились под рельсами. Пересечения канатов перевязываются проволокой или веревкой.

После вязки нижней сетки в пересечении канатов устанавливают «козульки», и дальше идет вязка тюфяка обычным порядком. Когда все рельсы вытащены и тюфяк сядет на воду, его перекрывают комплектом рельсов, располагая их по два ряда через две клетки под теми поперечными канатами, где оставлены лишние концы вязок. После укладки рельсов над тюфяком, делают подвязку тюфяка по середине и по краям к одному из парных рельсов при помощи оставленных концов вязок.

По окончании подвязки тюфяка его загружают камнем (из расчета 0,12—0,13 м³ на 1 м²) и, подтянув натуго травками, приступают к посадке на дно. При погружении тюфяка производится его догрузка с плота до 0,25 м³ на 1 м². Камень заранее подвозится и складывается возле майны. Скорость погружения тюфяка от 0,3 до 0,5 м/мин.

На рельсы, к которым тюфяк не подвязан, около подвязок в три шеренги вдоль трех линий перевязок становятся рабочие с топорами и начинают рубку подвязок. Под первую команду рубятся подвязки по течению и средние, а примерно через 1—2 секунды под вторую команду — подвязки и низовая шеренга. При этом нельзя становиться на рельсы, к которым подвязан тюфяк, т. к., освобождаясь, они сильно выгибаются и могут сбросить людей в воду. Ни в коем случае нельзя опускать тюфяк низовым концом вперед или перегружать низовую сторону иначе его перевернет течением. Нельзя также перегружать и верховую напорную сторону.

Опущенный тюфяк освобождается от травок при слабом течении через 2—3 часа, при среднем — через 10—12 часов, а при сильном — через сутки после загружения.

Описанный способ опускания тюфяка был успешно применен на р. Хор в 1948 г.

Как показал опыт работы путейцев Забайкальской и Дальневосточной железных дорог, там, где хорошо изучена работа пойменных насыпей и искусственных сооружений в период паводков, там, где продуман план работ, заранее сосредоточены в наиболее опасных местах нужные материалы и нужные мероприятия применяются комплексно, паводковый период проходит без серьезных повреждений железнодорожного пути.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ СОВЕТСКОГО ПРИАМУРЬЯ

В. А. ЯРМОЛЮК,
действительный член Географического общества СССР, геолог

Настоящий обзор охватывает советское Приамурье в пределах Амурской области и Хабаровского края[1]. Эта территория характеризуется сложным геологическим сложением и разнообразием полезных ископаемых. В ее строении принимают участие осадочные, метаморфические и вулканогенные породы почти всех систем, начиная от древнейших—архейских, кончая современными. Из осадочных образований здесь не установлены только фаунистически охарактеризованные отложения среднего и верхнего кембрия, ордовика и нижнего триаса.

Наиболее древние породы — архейские, развиты на севере Амурской области. Они представлены различными гнейсами и кристаллическими сланцами, а также амфиболитами, кварцитами, мраморами, участвующими в строении Алданского щита. Южнее проходит широкая полоса распространения докембрийских, преимущественно, протерозойских пород, близких по составу к архейским, образующих складчатую систему, обрамляющую с юга Алданский щит. В меньшей мере докембрийские породы развиты на Малом Хингане, в бассейне Буреи и нижнем течении Зеи. Здесь они слагают разобщенные участки древнейших структур, возможно примыкавшие ранее к северной части Китайской платформы (1, 2, 5) и возникшие, вероятнее всего, еще в синийское время. Указанием на это является тот факт, что синийские отложения Малого Хингана по своим фа-

[1] Площадь описываемого района составляет 651 тыс. км², в том числе 304 тыс. км² входит в Амурскую область и 347 тыс. км² в Хабаровский край.

циальным и структурным особенностям ближе всего стоят к платформенным отложениям, позднее интенсивно дислоцированным в процессе появления герцинской и более молодых складчатостей.

Между этими древнейшими тектоническими сооружениями (Алданским щитом на севере и Китайской платформой на юге) от верховий Амура протянулась на восток в субширотном направлении полоса палеозойских пород, образующих складчатые структуры амурского отрезка монголо-охотской геосинклинали. Здесь установлены фаунистически охарактеризованные терригенно-карбонатные отложения кембрия, силура, девона и карбона. В верховье р. Селемджи полоса палеозойских пород разветвляется на две ветви: одна поворачивает на северо-восток к Охотскому морю, а вторая отходит к югу, обрамляя с северо-востока и востока древние структуры Китайской платформы. Незначительное развитие палеозойские отложения имеют на западных склонах Сихотэ-Алиня в бассейнах рр. Хора и Анюя, где обнажаются в антиклинориях мезозойских структур.

Восточная часть рассматриваемой территории, охватывающая Сихотэ-Алинь и низовье р. Амура, является областью преимущественного развития песчано-сланцевых пород мезозойского, главным образом юрско-мелового возраста, образующих Сихотэ-Алиньскую складчатую систему. Мезозойские породы развиты также в бассейнах Буреи, Селемджи, в среднем течении Зеи и в верховьях Амура, где выполняют наложенные прогибы в палеозойском фундаменте. В бассейнах Буреи и Селемджи с ними связана промышленная угленосность (Буреинский каменноугольный бассейн и Огоджинское месторождение).

Образования кайнозойского возраста, представленные преимущественно осадочными породами и, в меньшей мере, изверженными породами, приурочены к межгорным впадинам—низменностям: Средне-Амурской (она же Амуро-Сунгарийская), Нижне-Амурской, Амуро-Зейской, Верхне-Зейской и некоторым другим, менее значительным по размерам.

Осадочные вулканогенные и метаморфические толщи всех систем, за исключением кайнозойских, собраны в складки, разбиты многочисленными разрывными нарушениями и прорваны разновозрастными и разнообразными по петрографическому составу интрузивными породами.

Столь сложное геологическое строение Приамурья обусловило образование в его недрах многочисленных месторождений разнообразных полезных ископаемых, в том числе каменного и бурого угля, черных, цветных, редких и благородных металлов, редких земель, а также нерудного сырья и различных строительных материалов. При этом с наиболее древними породами

ми — архейскими и протерозойскими — установлены рудопроявления и месторождения железных руд, дистеновых сланцев, графита, слюды, мрамора, золота и др. С синийскими отложениями связаны месторождения железных и марганцевых руд, магнезитов, доломитов, известняков, а несколько севернее рассматриваемой площади, в бассейне Маи, к ним приурочены мощные залежи горючих сланцев, запасы которых составляют многие миллиарды тонн. Среди палеозойских отложений установлены месторождения марганца, известняков; а с палеозойскими интрузивными породами связана промышленная золотоносность многих районов Амурской области и Хабаровского края, а так же рудопроявления редких земель и редких металлов. Мезозойские отложения характеризуются, прежде всего своей промышленной угленосностью, а мезозойские гранитоиды несут с собой месторождения и рудопроявления олова, ртути, вольфрама, молибдена, золота, редких и цветных металлов и других полезных ископаемых. При этом наиболее рудоносными оказались верхнемеловые (лярамийские) граниты; с ними связано формирование главнейших месторождений олова на Дальнем Востоке. Палеогеновые отложения, приуроченные к современным межгорным впадинам, почти повсеместно имеют промышленную угленосность, а неогеновые, четвертичные и современные образования, представленные рыхлыми или слабодиагенезированными отложениями, характеризуются наличием месторождений кирпичных, керамзитовых и тугоплавких глин, кварцевых, кварц-полевошпатовых и каолиновых песков, а также песчано-гравийных смесей и сырья для производства силикатного кирпича. У Николаевска-на-Амуре с ними связаны месторождения бурых железняков, а в ряде мест Амурской области и на юге Хабаровского края — месторождения минеральных красок. Наконец современные четвертичные и частично неогеновые рыхлые отложения содержат золотоносные россыпи. Изверженные породы и прежде всего гранодиориты, граниты, кварцевые порфиры, базальты, долериты и вулканические туфы представляют собой многочисленные месторождения строительных камней.

К настоящему времени в Приамурье выявлены следующие месторождения главнейших полезных ископаемых.

Каменные угли. В Верхне-Буреинском районе Хабаровского края расположен крупнейший на Дальнем Востоке Буреинский каменноугольный бассейн, к центру которого от транссибирской магистрали проложена железнодорожная ветка Известковая — Чегдомын. Каменные угли здесь приурочены к отложениям нижнемелового возраста, среди которых они образуют около 80 пластов, в том числе 55 пластов имеющих рабочую

мощность. Отдельные пласты достигают мощности 12 м. Общие геологические запасы углей оцениваются в 22—23 млрд. т. В бассейне разведано несколько месторождений, из которых наиболее изученным является Ургальское. Запасы угля на этом месторождении по промышленным категориям ($A_2 + B + C_1$) составляют 1 923 миллиона тонн. Отрицательной стороной ургальских углей является их повышенная зольность, составляющая 20—40%, а отсюда и слабая их спекаемость. Однако проведенные в последнее время исследования показали, что эти угли поддаются обогащению, в процессе которого зольность снижается до кондиционной и они становятся пригодными для получения металлургического кокса. В связи с этим представляется необходимым ставить вопрос об организации на Ургале коксохимического предприятия. Из других месторождений Буреинского бассейна детально разведывалось только месторождение Олонжинское, на котором подсчитанные запасы по промышленным категориям составляют 20,77 млн. т.

Южнее Буреинского бассейна в среднем течении левого притока Буреи — р. Тырма располагается Тырминский каменноугольный бассейн также нижнемелового возраста. Здесь выявлено 15 мелких разобщенных между собой угленосных участков. Наиболее крупный из них—участок Кустяковский—имеет запасы угля по промышленным категориям 1,15 млн. т.

В Амурской области можно выделить следующие угленосные площади: Верхнеамурскую, Зейско-Депскую и Огоджинскую, связанные с отложениями нижнего мела и, возможно, верхней юры. В пределах Верхнеамурской угленосной площади известны месторождения Бутефское, Осежинское, Пермыкинское, Свербеевское и Толбузинское. Ни одно из этих месторождений детально не изучено, хотя на протяжении последних 25 лет неоднократно принимались за их разведку. Связано это с тем, что пласты углей всех этих месторождений являются сложными, разубоженными пустыми прослоями и сильно нарушены.

В Зейско-Депской угленосной площади известно 14 пластов каменного угля мощностью от 0,6 до 4,25 м, с суммарными геологическими запасами в 345 млн. т. Они сосредоточены преимущественно на двух месторождениях: Депском и Новоямпольском. Оба месторождения разведывались. При этом на первом запасы подсчитаны по категориям $A_2 + B + C_1$ в количестве всего 1 млн. т, а на втором по категории C_2 в количестве 1,6 млн. т. Угли обоих месторождений относятся к длиннопламенным, жирным и газовым, но, к сожалению, и к высокозольным.

В Амурской области пока эксплуатируется одно Огоджинское месторождение каменного угля, расположенное в среднем течении р. Огоджа — левого притока Селемджи. Оно представлено несколькими пластами каменного угля значительной мощности. Месторождение как следует не разведано, но на его углях уже работает электростанция, снабжающая электроэнергией золотодобывающие предприятия. В последние годы Огоджинская угленосная площадь была значительно расширена.

Бурые угли. Значительные пространства юго-восточной части Амуро-Зейской низменности сложены палеогеновыми слабо диагенезированными отложениями, среди которых залегают мощные пласты бурых углей. Здесь известно несколько месторождений, из которых наибольшую промышленную ценность имеет Райчихинское, где один, т. н. «Верхний» пласт, имеющий мощность 5—6 м, отрабатывается открытым способом. Запасы угля на месторождении по промышленным категориям составляют 460 млн. т, а ежегодная добыча—около 8 млн. т. Восточнее Райчихинского находится Архаро-Богучанское месторождение (не эксплуатирующееся), на котором известно 5 пластов мощностью от 0,15 до 18,7 м. В 1958—1959 гг. к северо-западу от Райчихинска выявлено новое — Ерковецкое — месторождение бурых углей с запасами по категории C_2 3,5 млрд. т. Эти запасы сосредоточены в трех пластах, имеющих среднюю мощность от 2,0 до 4,8 м, залегающих на глубинах от 36 м до 200 м.

Значительную роль в экономике Дальнего Востока должно сыграть законченное разведкой в 1958 г. Бикинское буроугольное месторождение, расположенное на границе Хабаровского и Приморского краев. Пласты угля этого месторождения имеют большую мощность (до 30 м), залегают близко от поверхности, в связи с чем будут отрабатываться карьерным способом. Запасы по промышленным категориям составляют 550 млн. т, а общие геологические запасы достигают нескольких миллиардов тонн.

В 1958 г. закончено разведкой Хабаровское месторождение бурых углей, расположенное непосредственно у города Хабаровска, с запасами более 300 млн. т. Они сосредоточены в нескольких пластах, в том числе имеющих мощность до 20—30 м. Угли залегают в среднем на глубине около 150 м и могут быть использованы с экономической эффективностью при подземной газификации.

В пределах Приамурья имеется целый ряд других месторождений бурого угля небольших по запасам: Базовское, Литовское, Хунгарийское, Ушумунское. Известны также выходы бурых углей на р. Горин и в верхнем течении Амгуни, в

частности, близ устья р. Баджал. Баджальское месторождение заслуживает дальнейшего изучения. При наличии промышленных запасов оно может стать энергетической базой для центральных районов Хабаровского края.

Железные руды. Самыми крупными из изученных месторождений железных руд являются Гаринское и Кимканское, представляющие железорудную базу для создания на Дальнем Востоке крупных предприятий черной металлургии.

Гаринское месторождение расположено в Амурской области, в Зее-Селемджинском междуречье, примерно в 150 км к северо-востоку от г. Свободного. Это крупнейший железорудный объект на востоке страны, имеющий запасы по категориям $A + B + C_1 + C_2$ около 400 млн. т и свыше 500 млн. т перспективных за счет глубоких (свыше 400 м) неразведанных горизонтов. Руды на месторождении магнетитовые контактово-метасоматического типа, со средним содержанием железа 41,7%. Они образуют 56 рудных тел, мощностью от 2 до 49 м и протяженностью от 80 до 1500 м, залегающих среди метаморфических, первично вулканогенно-осадочных пород предположительно докембрийского возраста. Залегание рудных тел крутое, близкое к вертикальному. Значительная часть гаринских руд в течение длительного времени может отрабатываться открытым способом. Руды месторождения являются легкообогатимыми, а часть из них может идти в плавку без обогащения или только с предварительной агломерацией. Вблизи Гаринского месторождения известны и другие месторождения подобного типа, в частности Лебедихинское, Имчиканское, Партизанское и Селемджинское, но они из-за ограниченных запасов пока не представляют самостоятельного значения, хотя руды некоторых из них, например Партизанского, отличаются высоким содержанием железа (55—68%).

Кимканское месторождение расположено в горах Малого Хингана вблизи железнодорожной станции Известковая. Руды месторождения осадочно-метаморфогенного типа. Они представлены железистыми магнетитовыми и магнетито-мартитовыми кварцитами, приуроченными к т. н. Хинганской толще[1]. Произведенные испытания показали, что кимканские руды вполне удовлетворительно обогащаются магнитной сепарацией. Разведанные запасы руд на месторождении составляют 189,4 млн. т по категориям $A+B+C_1$ и 32,3 млн. т по C_2. Руды залегают в виде крутопадающих пластов мощностью 4—57 м

[1] Возраст толщи пока точно не установлен. Часть исследователей относит железистые кварциты Малого Хингана к нижнему кембрию, другие, в том числе и автор, склонны их считать синийскими.

и протяженностью до 1300 м, в связи с чем значительная часть запасов может быть отработана открытым способом.

Помимо Кимканского месторождения в горах Малого Хингана, имеется ряд других месторождений железа, с общими перспективными запасами не менее 800 млн. т, но они изучены очень слабо.

Более детально разведано месторождение у города Николаевска-на-Амуре, представленное бурыми железняками осадочного типа. Руды залегают в основании четвертичных отложений, слагающих террасу, на которой расположена восточная часть города. Месторождение характеризуется неглубоким залеганием рудных тел (от 0,2 до 31 м), значительной мощностью рудного пласта (в среднем 2,7 м) и пригодно для открытой отработки. Исследования показали, что руды легкообогатимы, а частично не требуют обогащения. Однако запасы их ограничены (14,8 млн. т), что не позволяет рассматривать месторождение в качестве самостоятельного объекта для организации металлургического предприятия.

В последнее время геологическими работами были открыты три новых железорудных месторождения — Сиваканское, Хехцирское и Гилюйское.

Сиваканское месторождение выявлено аэромагнитной съемкой в 1959 г. на южных отрогах Станового хребта в междуречье Ток-Сивакан (бассейн верхнего течения Зеи), где обнаружены две сопряженные аномалии — северная и южная, располагающиеся на площади 10×7 км. Северная аномалия имеет 19000 гамм, южная — около 6500 гамм с воздуха, а по наземным измерениям—соответственно 120—40 тыс. гамм. В пределах северной аномалии канавами были вскрыты 3 рудных тела, мощностью от 80 м до 200 м и протяженностью до 400 м, представленные кварц-амфибол-магнетитовыми и кварц-магнетитовыми рудами, залегающими среди гнейсов архея. Качество руд пока не выяснено. В 25—30 км севернее Сиваканского месторождения выявлены еще 2 магнитные аномалии, которые, как и Сиваканская, будут изучаться более детально.

Гилюйское месторождение, выявленное в 1959 г., расположено в среднем течении Гилюя, где, среди протерозойских кварцево-серицитовых сланцев, встречены магнетитовые кварциты с содержанием магнетита до 60—70%. Месторождение не изучено, тем не менее оно привлекает к себе внимание как высоким содержанием магнетита, так и приуроченностью к метаморфическим породам докембрия, с которыми в ряде мест земного шара, в том числе и в складчатом обрамлении Алданского щита, связаны крупные по запасам, богатые по содержанию железа месторождения.

Хехцирское железорудное месторождение было открыто осенью 1958 г. Оно расположено в горах Хехцирского хребта, примерно в 40 км южнее центра г. Хабаровска. По предварительным данным, месторождение представлено богатыми магнетитовыми рудами контактово-метасоматического типа с средним содержанием железа 63%.

Марганец. Совместно с железными рудами в составе хинганской толщи Малого Хингана залегают марганцевые руды, образующие местами промышленные месторождения. Всего здесь известно около 30 месторождений и рудопроявлений, из которых к настоящему времени разведано два месторождения: Биджанское, или Кабалинское, и Южнохинганское с общими запасами марганцевых руд около 15 млн. т. Биджанское, или Кабалинское, месторождение находится в Облученском районе, примерно в 60 км к югу от ст. Биракан. Запасы руды в залежи, имеющей мощность в среднем 6 м, при протяженности 900 м, составляют по категориям $A + B + C_1$ — 6 348 тыс. т, при среднем содержании марганца 18,4%.

Южнохинганское месторождение марганца находится в Сталинском районе, в нескольких километрах к северу от села Столбовое. Рудные тела представлены крутопадающими пластами, мощностью от 0,5 до 8,0 м. Сосредоточены они в нескольких участках, вытянутых в меридиональном направлении на 5½ км, из которых два участка — Поперечный (главный) и Серпуховский—имеют промышленное значение. Запасы марганцевых руд на месторождении составляют: по категориям $A+B+C_1$ — 6 441 тыс. т (в том числе 5,5 млн. т на участке Поперечном) и по категории C_2 — 2 474 тыс. т. Содержание металла в рудах составляет: на участке Поперечном — 21%, на участке Серпуховском — 20%. Руды малохинганских марганцевых месторождений представлены браунитовыми, кварцево-родохрозитовыми и родохрозит-гаусманитовыми разностями.

Более богатые по содержанию марганца руды (до 40%) известны на хребте Вандан, непосредственно на железнодорожной магистрали Волочаевка—Комсомольск, но промышленных месторождений здесь пока не выявлено. В геологическом отношении марганцевые руды Вандана приурочены к кремнистым сланцам пермского возраста, которые почти повсеместно в пределах своего развития являются марганценосными, в том числе и на Воронежских высотах под Хабаровском.

Редкие металлы. Геологическими исследованиями последних десятилетий Дальний Восток четко определился как важнейшая редкометальная провинция Советского Союза. Это относится и к рассматриваемой территории, на которой широко распространены рудопроявления олова, вольфрама, молибдена,

ртути, сурьмы и др. редких металлов, а также редких земель. Некоторые из этих рудопроявлений представляют месторождения большой промышленной ценности. Наибольшее значение из них имеют месторождения олова, генетически связанные в основном с верхнемеловыми гранитами гипабиссального типа и пространственно приуроченные к ослабленным зонам складчатых структур или к окраинам молодых платформ. Часто они располагаются среди покровов молодых эффузивов, излившихся в период непосредственно предшествовавший рудообразованию.

Месторождения и рудопроявления олова, группируясь на отдельных территориях, образуют в совокупности рудные узлы или даже крупные рудные районы. Одним из таких рудных районов является Комсомольский, или Мяо-Чанский, рудный район, расположенный по левобережью Амура, вблизи города Комсомольска. Другим промышленно-важным оловорудным районом является Хингано-Олонойский, расположенный в северной части Малого Хингана. Центральным месторождением этого района является месторождение Хинганское, которое эксплуатируется уже свыше 10 лет и дает стране наиболее дешевый оловянный концентрат.

Все практически ценные из известных месторождений олова относятся к сульфидно-касситеритовой формации. Напротив, все известные месторождения кварц-касситеритового типа (по рр. Бурея, Хор, Анюй, Селемджа, а также на Малом Хингане) практического значения пока не имеют. Группа месторождений Комсомольского рудного района привлекает к себе внимание не только значительными запасами олова, но и комплексным характером руд, содержащими, помимо олова, также свинец, цинк, медь, некоторые другие элементы. Кроме того, в непосредственной близости находится только что выявленные заслуживающие самого пристального внимания рудопроявления ртути.

В Верхне-Буреинском районе находится первенец отечественной молибденовой промышленности — рудник Умальта. После почти тридцатилетней эксплуатации рудник дорабатывает свои запасы.

Помимо Умальтинского месторождения, в бассейне Буреи выявлены другие месторождения молибдена, в частности Мельгинское и Верхне-Бираджинское. Рудопроявления молибдена известны и в целом ряде других районов Приамурья, в том числе в бассейнах Верхнего и Нижнего Амура, Гилюя, верхнего течения р. Хор. Но ни одно из них пока детально не изучено.

В Хингано-Архаринском районе в 8 км к западу от разъезда Брусничного находится месторождение сурьмяного блеска — Солокачинское. Месторождение не эксплуатируется.

Приамурье представляет собой район, несомненно перспективный на полиметаллы, о чем говорят многочисленные находки свинцово-цинковых и сопровождающих их медных рудопроявлений в исключительно благоприятной геологической обстановке Нижнего Амура, южных склонов Станового хребта, среднего течения Зеи и некоторых других районов. Перспективен он также и на алюминиевое сырье, о чем свидетельствуют находки силлиманитовых сланцев среди докембрийских отложений Малого Хингана, алунитов среди мезозойских вторичных кварцитов Нижнего Амура и дистеновых сланцев среди протерозойских образований Гилюя. Наибольшие перспективы в части выявления месторождений алюминиевого сырья имеют северо-западные районы Амурской области, охватывающие бассейны Гилюя и верхнего течения Зеи, где широко развиты протерозойские кристаллические сланцы, которые повсеместно на земном шаре характеризуются повышенным содержанием глинозема.

Золото в Приамурье добывается уже около ста лет в основном из россыпных месторождений, группирующихся в отдельные золотоносные районы Джалинский, Зейский, Селемджинский, Ниманский, Кербинский и другие. В совокупности они образуют золотоносный пояс, отчетливо протянувшийся в субширотном направлении от Джалиндинских до Кербинских приисков. Его можно назвать основой золотоносной структуры Приамурья. К ней приурочены регионально-метаморфизованные катаклазированные породы домезозоя.

Месторождения вне этой структуры — Сутарское на Малом Хингане, Апрельское, Мамынское, Некля, Седуновское, Сахатихинское в Амурской области, занимали и занимают относительно небольшое место в общей золотодобыче.

Россыпные месторождения относятся в основном к четвертичному возрасту. Они представлены несколькими типами, в том числе долинными, русловыми и террасовыми.

Наибольшее значение в золотодобыче имеют русловые и долинные россыпи, которые прежде отрабатывались преимущественно ручным способом, а теперь переоцениваются и дорабатываются драгами и гидравликами. Золоторудные месторождения в основном представлены кварцевыми и кварцево-сульфидными жилами, расположенными часто в метаморфических сланцах и связанными генетически с малыми интрузиями гранодиоритового состава. В ряде мест оруденелыми являются мелкие четковидные и линзовидные прожилки кварца и зоны пиритизации в плойчатых метаморфических сланцах палеозоя и допалеозоя. За счет их разрушения были созданы богатейшие в свое время россыпи Керби, Нимана, Селемджи, Унья-Бома и др.

Самым западным золотоносным районом в пределах названной выше золотоносной структуры Приамурья является Джалиндинский, или Верхне-Амурский, район, где эксплуатируются Джалиндинское, Урканское и Янканское месторождения россыпного золота.

Там же находится старейший на Дальнем Востоке рудник, разрабатывающий Кировское (Рифмановская гора) месторождение, представленное кварцево-сульфидными жилами, из которых в настоящее время семь являются промышленными. В геологическом строении этого месторождения участвуют интрузивные породы гранодиоритового комплекса, предположительно мезозойского возраста. Главное рудное поле приурочено к зоне нарушений. Рудные кварцевые жилы прослеживаются вдоль контактов даек. Минеральный состав жил: кварц с вкрапленностью золота, арсенопирита, пирита, пирротина, кобальтина, шеелита, вольфрамита, сфалерита, галенита, халькопирита, буланжерита и теллуристого серебра.

Восточнее находится Зейский золотоносный район. Россыпные месторождения района дали за время работы большое количество золота и все еще продолжают поставлять его в значительных количествах. В настоящее время в районе эксплуатируются при помощи драг и гидравлик следующие месторождения: Большие Дамбуки, Большой Могот, Гилюйское, Иликанское, Конгомуни-Улягир, Хугдер, Ясная Поляна и несколько в стороне — Октябрьское. Имеются реальные предпосылки для открытия в районе промышленных месторождений рудного золота.

Далее на восток располагается в прошлом богатый золотоносный район Унья-Бомский, оставленный промышленностью в начале пятидесятых годов после полувековой эксплуатации. По мнению автора, сделано это преждевременно, т. к. далеко не полностью исчерпаны возможности поисков новых россыпных месторождений и особенно рудных месторождений.

Последними в районе вообще никто никогда по настоящему не занимался.

Нам представляется, что с Унья-Бомским районом повторится история, случившаяся с Ниманским и Нюкжинским районами, также оставленными промышленностью в начале пятидесятых годов; после дополнительных разведок на первом из них уже работает 380-литровая драга, а во втором наметился прирост запасов, превышающий все то количество золота, которое было взято на Нюкже за все годы эксплуатации (1915—1950 гг.).

Следующий золотоносный район — Селемджинский. В частности, в нем известны золоторудные месторождения — Токурское, Малый Караурак, Третий рудник (Харгинское), Са-

турское, Коболдо, представленные золотосодержащими кварцевыми жилами, генетически связанными с интрузиями гранодиоритов и кварцевых диоритов.

Названное в этом перечне ныне эксплуатирующееся Токурское месторождение состоит из серии кварцевых золотосодержащих жил, залегающих среди метаморфических сланцев и подчиненных им рассланцованных песчаников верхнепротерозойского (?) возраста. Генетически жилы, по-видимому, связаны с небольшими интрузиями мезозойских кварцевых диоритов.

Минеральный состав жил: кварц, в незначительном количестве барит; из рудных минералов наблюдаются золото, пирит, арсенопирит, халькопирит и галенит.

Месторождение Третьего рудника представлено тремя золото-кварцево-шеелитовыми жилами, залегающими среди палеозойских (?) метаморфических сланцев, прорванных верхнемеловыми гранодиоритами и кварцевыми диоритами.

Минеральный состав жил: кварц с включением шеелита, золота, арсенопирита, пирита, сфалерита, галенита и редко касситерита.

Сагурское золоторудное месторождение приурочено к нескольким зонам смятия, расположенным среди протерозойских (?) кварцево-серицитовых сланцев, которым подчинены линзы известняков и отдельные горизонты зеленокаменных пород. В пределах зон локализуются кварцево-сульфидные золотосодержащие жилы и прожилки различной мощности и длины. Жилы падают под углом 30—60°. Длина рудных тел колеблется от 50 до 200 м при мощности от 0,1 до 1 м и в раздувах до 4,7 м. Основным жильным материалом является кварц с вкрапленностью сульфидов (сфалеритом, галенитом, пиритом, арсенопиритом).

Из россыпных месторождений в районе эксплуатируются Большой Караурак, Большая Эльга, Верхне-Мыпское и Малый Мартыжак.

Восточнее Селемджинского района за хребтом Эзоп находится Ниманский золотоносный район, где, как уже указывалось, добыча прекращалась, а с 1959 г. стала работать одна из крупнейших на Дальнем Востоке электрическая драга. Разведаны запасы и для второй крупнолитражной драги. Ведутся работы по поискам рудного золота.

Далее к востоку расположен Кербинский золотоносный район, в пределах которого, как и на Нимане, наиболее богатые золотоносные россыпи приурочены к полю развития сильно прокварцованных и пиритизированных метаморфических сланцев предположительно докембрийского возраста. Здесь работают несколько драг и гидравлик. Имеются реальные геологические

предпосылки выявления новых месторождений золота, причем не только россыпного, но и рудного.

Еще восточней находится довольно значительный золотоносный Нижне-Амурский район, видимо, связанный как с названной золотоносной структурой Приамурья, так и принадлежащий к Сихотэ-Алиньской мезо-кайнозойской рудоносной провинции. Здесь в настоящее время разрабатываются россыпи приисков Херпучинского, Благодатненского и Октябрьского, а также ведутся поиски россыпного и рудного золота. Все месторождения этого района располагаются среди пород мезозойского и даже палеогенового (Белая гора) возраста, что характерно для месторождений золота, известных в настоящее время в пределах складчатой структуры Сихотэ-Алиня, например, Тумнинские месторождения и рудопроявления золота в верховье Бикина.

Несмотря на то, что главнейшие золотоносные районы разрабатываются в течение многих десятков лет, их запасы далеко не исчерпаны. Практически в последние два года прирост запасов за счет разведок не только покрывает добычу, но и создает резерв для ее увеличения.

В 1959 г. в бассейне нижнего течения р. Хор и по его притокам Катэну и Матаю выявлен новый золотоносный район, но его промышленные перспективы пока не установлены.

Серебро. В 1958—1959 гг. по р. Могот в бассейне Гилюя обнаружено рудопроявление серебра. Оно приурочено к тектоническому контакту протерозойских гнейсов с гранит-порфирами и представлено кварцполевошпатовой жилой сложного строения, несущей вкрапленность самородного серебра, аргентита и сульфидов свинца и меди. Данные, полученные в результате разведки, позволяют считать, что серебросодержащие рудные тела могут иметь здесь значительные размеры, в связи с чем заслуживают специального изучения.

Сернокислотное сырье. В Амурской области, вблизи Гаринского месторождения железа, находится Каменушенское месторождение серноколчеданных руд с запасами по категориям C_1+C_2 — 3,2 млн. т и средним содержанием серы в руде 27,87%.

Пьезооптическое сырье. В некоторых районах Приамурья, в частности в бассейнах Зеи и Буреи, известны проявления и месторождения горного хрусталя, в том числе пригодного для пьезооптического производства.

Фосфориты. В пределах рассматриваемой территории известно месторождение фосфатосодержащих пород — Падь Тигровая, на Малом Хингане, в бассейне р. Дитур, в 45 км южнее станции Биракан ДВж.д. В геологическом отношении оно приурочено к основанию рудоносной свиты хинганской толщи и литологически связано с горизонтом известняков, включающих линзы карбонатнофосфатных брекчий и брекчиевидных пород, несущих местами убогое оруднение. Этот горизонт прослежен по простиранию на 2 км и на глубину 240 м. Мощность горизонта составляет 100—110 м. Обогащенные фосфатом брекчии образуют небольшие линзы и гнезда неправильной формы, достигающие 10—20 м в длину и 5—6 м мощности. Содержание пятиокиси фосфора колеблется в них от долей процента до 17%. Общие геологические запасы фосфорного ангидрида оцениваются в 1 млн. т при среднем содержании 4%. Имеются реальные перспективы расширения месторождения за счет флангов, если только такие содержания могут заинтересовать сельское хозяйство. Для установления промышленной ценности месторождения нужно произвести экономический анализ возможной стоимости промышленной продукции, а также испытать применимость руд для изготовления удобрений.

Тальк. В пределах Бираканского месторождения мраморизованных доломитов Малого Хингана находится месторождение талька и талькитов в виде неправильной формы залежей, мощностью в среднем около 12 м с запасами до 250 тыс. т.

Графит. Месторождения графита известны в двух пунктах, расположенных на Малом Хингане. Одно из них, Союзненское, находится у села Союзного-на-Амуре, второе — Бирское — у станции Бира. Наибольшую ценность представляет Союзненское месторождение, разведанные запасы которого составляют 8,5 млн. т, а перспективные 1 млрд. т. Содержание графита в графитоносных сланцах составляет в среднем 17,2%, что намного превышает кондиционные условия для месторождений подобного типа. Рудопроявления графита известны также в бассейнах Буреи (Эпиканское) и Зеи.

Слюда. В Приамурье пока не выявлено промышленных месторождений слюды, что связано с недостаточным размахом специализированных поисков. Во всяком случае широкое проявление слюдяных пегматитов почти всюду, где развиты домезозойские граниты (Малый Хинган, Туранский массив, Становой хребет, хр. Тукурингра, верховье Амура) позволяет довольно высоко оценивать перспективы Приамурья в части слюдоносности. Этот вывод подкрепляется отдельными находками пегматитов с кондиционным содержанием слюды. В частности, пегматиты с пластинками слюды площадью более 25 $см^2$ наблюдались на р. Дитур (Малый Хинган), в верховье Амура на границе с Читинской областью, по р. Малый Бекельдеуль и р. Гилюй в Верхне-Зейском районе. В последнее время слюдоносные пегматиты, содержащие крупные пластины слюды (до 10×10 см), обнаружены в верховье р. Брянты.

Адсорбенты. Последние на рассматриваемой территории представлены бентонитовыми глинами и диатомитами. Наиболее крупное из известных месторождений бентонитовых глин — Аркадьевское, находится в Архаринском районе Амурской области в террасе р. Архары. Месторождение представлено верхнемеловыми туфогенно-осадочными породами, среди которых залегает пласт жирных на ощупь, очень пластичных бентонитовых глин, светло-серого и зеленоватого цвета, мощностью не менее 20 м. Здесь же присутствуют опоковидные туфы. Месторождение не изучалось. Запасы, вероятно, значительные.

Небольшие залежи бентонитовых глин известны и в Верхне-Буреинском районе Хабаровского края в составе угленосных отложений.

Диатомиты имеются в Нижнем Приамурье, в Ульчском районе и в Амурской области на р. Зее, в 50 км выше Благовещенска (Новинское месторождение). Промышленная ценность этих месторождений не выяснялась, но произведенные испытания показали, например, что диатомиты Ульчского района обладают высокими адсорбционными (а также и гидравлическими) свойствами.

Некоторые разновидности туфов святогорского месторождения, расположенного в нижнем течении р. Хор, также обладают свойствами адсорбентов и уже частично применялись для очистки масла на маслоперегонном заводе. Запасы таких туфов составляют около 200 тыс. т.

Торфяники развиты в пределах Амуро-Сунгарийской, Нижне-Амурской, Чукчагиро-Эворонской, Верхне-Зейской, частично Амуро-Зейской низменностей и др. Но они совершенно не разведаны и используются лишь в ничтожной степени на удобрения полей, хотя перспективные запасы их составляют многие миллионы кубометров.

Минеральные источники известны в ряде районов Приамурья. К ним относятся: термальные источники — Быссинский в Амурской области, Кульдурские, Тырминские, Анненский в Хабаровском крае и углекислые холодные источники — Игнашинские и Гонжинские в Амурской области, Мухенские, Наймукинские и Радостный в Хабаровском крае. Используются из них только Кульдурские и Анненские, на которых функционируют бальнеологические санатории.

Известняки. Месторождения известняков, пригодных для цементной, металлургической и стекольной промышленности, для изготовления строительной извести и др. известны на Малом Хингане, в верховьях Амура, в бассейнах Зеи, Буреи, Амгуни и в ряде других мест Амурской области и Хабаровского края. Силикатные добавки для производства цемента в виде глин или глинистых сланцев также имеются в достаточном количестве.

На крайнем западе Амурской области находится три месторождения кондиционного цементного сырья — известняков и глинистых пород: Мадаланское, Сковородинское, Соловьевское, приуроченные к отложениям палеозойского возраста. Более крупные месторождения известняков располагаются в Шимановском районе, на берегу р. Зеи, где частично детально разведанное Чагоянское месторождение может стать основной базой для развития цементной промышленности Амурской области. Там же имеются и необходимые запасы силикатных добавок. Представляет интерес и расположенное в юго-восточной части Амурской области вблизи р. Буреи Диканское месторождение цементных известняков, отличающихся хорошим качеством.

Еще более крупные месторождения цементного сырья имеются в Хабаровском крае. Главнейшие из них находятся на Малом Хингане, в т. ч. Лондоковское (201,6 млн. т), Кимканское (29 млн. т), Абрамовское (21 млн. т), Первое Известковое (4,5 млн. т) и др. Все эти месторождения имеют неограниченные возможности к увеличению запасов за счет доразведки смежных блоков. На базе Лондоковского месторождения работает Теплоозерский цементный завод и имеется полная возможность строительства еще более крупного завода с годовой производительностью свыше 2 млн. т цемента. Силикатными добавками завод обеспечен полностью. Если до последнего времени гидравлические добавки шли для предприятия с Ядринского месторождения туфов (разъезд Ядрино ДВж.д.), то в 1959 г. близи ст. Кимкан разведано новое месторождение вулканических туфов, подобных Ядринским с запасами свыше 12 млн. т, что удовлетворит потребность Теплоозерского цементного завода на многие годы.

Разведанные месторождения известняков, пригодных для цементного производства, имеются и в других районах Хабаровского края: Амгуньское с запасами 4,7 млн. т (среднее течение Амгуни), Сельгинское — 2,8 млн. т и Падалинское — 1 млн. т (на железнодорожной магистрали Волочаевка—Комсомольск) и др.

Помимо производства цемента, известняки, указанных месторождений, пригодны также для производства строительной извести. В частности, в Амурской области работают три (Зейский, Архаринский, Чалганский) и в Хабаровском крае пять (Вяземский, Спарский, Кимканский, Лондоковский, Малмыжский) известковых завода.

Доломиты известны преимущественно на Малом Хингане, где они слагают широко распространенную мурандавскую сви-

ту синийского возраста. Их перспективные запасы оцениваются многими миллиардами тонн. Это огнеупорное сырье первого класса для металлургической промышленности и прочный, хорошо полирующийся облицовочный материал разнообразных цветов и оттенков для строительства.

Отдельные разновидности малохинганских доломитов пригодны для изготовления листового и других сортов стекла.

Многие месторождения, в частности Бираканское, находятся непосредственно у железной дороги.

Магнезиты распространены на Малом Хингане и образуют там линзовидные залежи среди доломитов мурандавской свиты. Разведанные месторождения (Сафонихинское и Луковское) обладают крупными запасами.

Мраморы, как известняки и доломиты, за счет которых они образовались, наиболее широко развиты на Малом Хингане, в том числе непосредственно у железнодорожной магистрали. Запасы их значительные, но пока они, к сожалению, не нашли широкого практического применения, хотя представляют прекрасный строительный материал.

Кварциты. На западе Амурской области непосредственно к северу от ж.-д. ст. Большой Невер среди палеозойских отложений находится месторождение кварцитов, пригодных по своему составу (97—99% кремнезема) для динасового производства. Разведанные запасы по категориям $A + B + C_1$ составляют 2,8 млн. т.

Глины кирпичные распространены почти повсеместно за исключением горных районов. К настоящему времени в Амурской области разведано 33 и в Хабаровском крае — 55 месторождений. Значительная группа месторождений кирпичных глин находится в окрестностях Хабаровска (с запасами свыше 30 млн. м^3), у Комсомольска, вблизи Биробиджана, а также в Бикинском, Вяземском, Верхне-Буреинском и других районах Хабаровского края. В Амурской области наиболее крупные разведанные месторождения кирпичных глин расположены в Свободненском районе. Значительны запасы также Тыгдинского и Райчихинского месторождений. Всего в Хабаровском крае в настоящее время работает 19 и в Амурской области — 30 кирпичных заводов.

Глины многих месторождений являются сравнительно легкоплавкими, в связи с чем пригодны для изготовления керамзитового гравия. Значительные запасы керамзитовых глин имеются непосредственно в черте г. Хабаровска, а также на Ургале, в районе Райчихинска и во многих других районах Приамурья.

Глины огнеупорные и тугоплавкие. Наиболее качественные, пригодные для литейного производства глины имеются в Райчихинском районе Амурской области. В частности, они добываются в угольном разрезе у ст. Холодный ключ. Однако запасы их здесь весьма ограничены. В настоящее время зарезается карьер на Нижне-Райчихинском месторождении с менее качественными глинами, но большими запасами (1 500 тыс. т). Аналогичные глины разрабатываются керамическим заводом в пос. Бузули Свободненского района и выявлены в 1959 г. в районе Северного разреза г. Райчихинска. В верхнем течении Зеи, вблизи пос. Дамбуки, находится Гальчиминское месторождение огнеупорных глин высокого класса, длительное время эксплуатировавшееся заводом «Амурсталь». Приурочено оно к свите водораздельных песков третичного возраста. К числу наиболее крупных месторождений огнеупорных глин в Амурской области принадлежат, помимо Райчихинского и Холодного ключа, также Бузулинское и Юхта-Бузулинское месторождения. Последнее дает сырье керамическому заводу, выпускающему в год 1,5—2,0 тыс. т керамических труб, свыше 1 млн. огнеупорного кирпича и 300—600 т шамотного порошка в год.

В пределах Хабаровского края разведано пять месторождений тугоплавких глин, среди которого наиболее крупным и наиболее удобным в транспортном отношении является Корсаковское, расположенное вблизи дер. Корсаково. Представлено оно пластом глин мощностью в среднем 8 м с запасами свыше 4 млн. т. Температура плавления глин превышает 1 350° и достигает 1 530°, в связи с чем их можно отнести к классу тугоплавких. Испытания показали, что эти глины пригодны для изготовления кислотоупорной керамики и канализационных плит первого сорта.

Формовочные и стекольные пески с содержанием кремнезема до 98% известны лишь в пределах Амуро-Зейской депрессии, где имеется несколько небольших месторождений. Одно из них — «Прогресс Южный», детально разведано; эксплуатируется с 1942 г. и сейчас в основном выработано, а частью разубожено. Ориентировочно оставшиеся запасы составляют 50 тыс. т. Первоначально пески этого месторождения использовались как формовочное сырье, а теперь они стали основной сырьевой базой недавно введенного в эксплуатацию стекольного завода. Там же на соседних увалах в 1959 г. выявлены дополнительно два участка «Прогресс I» и «Прогресс II» с песками аналогичными эксплуатируемым (суммарные запасы 220—250 тыс. т). Более крупным является Дармаканское месторождение, детально разведанное в 1952—1954 гг. с подсчитанными запасами кварцевых песков, пригодных для формовочного производства 896 тыс. т. Пески в основном средне- и крупнозернистые залегают линзовидно. Средняя их мощность 1,24 м.

Содержание в них кремнезема составляет в среднем 97,3% и глинистых частиц — 0,54—3%. Пески несколько засорены гравелистой фракцией (среднее содержание — 9,5%). Чистые среднезернистые кварцевые пески в виде отдельных линз размером 50 × 100 м дают запасы порядка 320 тыс. т.

В 3 км юго-восточнее Дармаканского находится аналогичное по составу Бурейское месторождение, несколько ожелезненных песков с запасами около 400 тыс. м³. Содержание полуторных окислов железа в них составляет 0,98%. Отдельные выходы кварцевых песков отмечаются также в районах станций Холодный ключ, Тюкан, Бурея и др. Имеются определенные перспективы выявления новых месторождений типа «Прогресс».

Помимо сравнительно чистых кварцевых песков, в качестве формовочного сырья для неответственного литья используются заводами Благовещенска, Свободного и др. кварц-полевошпатовые пески. Последние на территории Амурской области имеют весьма широкое распространение в составе т. н. Зейской серии неогенового возраста. Наиболее типичными их представителями являются хорошо отсортированные пески Бузулинского месторождения, разведанного в 1957 г. Среднее содержание кремнезема в них — 80,54%. Огнеупорность — 1 500°. Средняя мощность — 7,5 м. Запасы утверждены в количестве 1,3 млн. т. Пески пригодны для мелкого и среднего чугунного и цветного литья.

В Хабаровском крае пока нет чистых формовочных песков высокого класса. Развитые в долинах Амура и его притоков пески в основном аллювиальные, полимиктовые. По гранулометрическому составу они обычно кондиционные, но содержат кремнезема 75—80%, редко выше. Эти пески идут для неответственных отливок на заводы Хабаровска и Комсомольска.

Особый интерес в районе Хабаровска представляет Оборское месторождение песков, расположенное в 5—6 км от с. Князе-Волконское и представленное среднезернистыми песками с содержанием чистого кварца до 93%. При сравнительно несложном обогащении из них можно получить кондиционное сырье, пригодное к производству стержневой и внутренней формовки для ответственных отливок. В случае организации обогащения в качестве формовочного сырья пойдут и пески исключительно удобного в транспортном отношении Хабаровского месторождения, на базе которого работает завод силикатного кирпича. При необходимости в качестве формовочных земель может использоваться кварцевая составляющая каолинсодержащих кварцевых песков, таких крупных месторождений Амурской области, как Чалганское и Святогоровское.

Из месторождений стекольного сырья наибольшее значение, вероятно, будет иметь Антоновское в Амурской области, обладающее значительными запасами, требующих некоторого обогащения песков. Для изготовления бутылочного стекла с успехом могут быть использованы кварц-полевошпатовые пески Оборского месторождения.

Имеются неограниченные возможности выявления песков, пригодных для изготовления силикатного кирпича. Пока же в Приамурье работают только два завода силикатного кирпича — Хабаровский и вблизи Белогорья в Амурской области.

Песчано-гравийно-галечниковые смеси, подобно пескам, широко развиты по всем речным долинам, слагая русла рек, косы, острова и террасы. Разведаны они только вблизи мест потребления. Около двадцати из них эксплуатируются в Хабаровском крае, в том числе Хабаровское с запасами свыше 10 млн. м³, Усть-Хорское—9,2 млн. м³. Второе Комсомольское — 7,7 млн. м³. Для строительных организаций Хабаровска значительный интерес должно представлять месторождение песчано-гравийной смеси, находящееся непосредственно в русле р. Амура, возле левого берега, против хутора Телегина с содержанием гравия от 16,7 до 50% и в среднем — 30%. Гравий по размерам средний, с максимальным размером до 40 мм, пригодный для обычного бетона и дорожного строительства. Запасы разведанного участка составляют: песка — 6,6 млн. м³, гравия — 1,7 млн. м³.

В Амурской области разведано тринадцать месторождений песчано-гравийных смесей, из которых четыре эксплуатируются (Аргинский, Зейский, Константиновский и Архаринский карьеры). Кроме того, работает несколько балластных и песчаных карьеров, продукция которых используется строительной промышленностью.

Каолин. Сырьем для получения каолина в Приамурье служат каолинсодержащие пески двух крупных месторождений Амурской области — Чалганского (Тыгдинский район) и Святогоровского (Завитинский район). Пески этих месторождений путем обогащения разделяются на чистый каолин (средний выход около 30%) и на кварцевые пески. Испытания показали, что получающийся таким путем каолин по своему качеству не уступает лучшим украинским сортам и пригоден для использования в фарфорово-фаянсовой, бумажной, кабельной, резиновой и других отраслях промышленности. Остающийся после выделения каолина кварцевый песок, как уже указывалось выше, может быть использован в качестве формовочного сырья, а также в стекольной промышленности, в керамике и в строительном деле. Наибольший промышленный интерес представляет собой Чалганское месторождение, расположенное непосредственно у

железной дороги и имеющее благоприятные горнотехнические и гидрогеологические условия разработки. Выявленные здесь запасы каолинов, составляющие по высоким категориям свыше 1 млн. т, могут быть значительно увеличены за счет доразведки флангов месторождения.

Керамические пегматиты, пригодные для фарфорово-фаянсового производства выявлены вблизи с. Союзное в Сталинском районе ЕАО. Там имеется обширное пегматитовое поле, состоящее из целой серии жил, мощность которых достигает 35 м, а протяженность — до 300 м и более. Разведанные запасы пегматитов превышают 600 тыс. т.

Строительные камни имеются почти повсеместно, за исключением низменностей, сложенных рыхлыми отложениями. Из числа разведанных месторождений 16 находятся в Амурской области и 50 — в Хабаровском крае. Крупнейшим из них является расположенное непосредственно у железной дороги, вблизи Хабаровска, Корфовское месторождение гранодиоритов с запасами 45 млн. м^3 и неограниченными возможностями к их увеличению. Месторождение отличается выгодным географическим положением. Корфовские гранодиориты обладают высокой прочностью, монолитностью, а также красивым видом отшлифованных поверхностей, что позволяет их использовать как для строительства ответственных сооружений, так и в качестве облицовочного камня. Месторождение является также поставщиком бута и щебня.

Из других месторождений строительного камня в Хабаровском крае выделяются Биробиджанское — кварцевых порфиров, Николаевское — андезито-базальтов, Новокамепское — долеритов, Хурбинское — базальтов и др. обладающие значительными запасами и достаточно высоким качеством сырья, могущего использоваться почти при всех видах строительных работ.

В Амурской области разрабатывается в настоящее время Шимановское месторождение гранодиоритов, Верхнеблаговещенское — гранодиоритов и Топтоканское месторождение — габбро-диабазов.

Строительные туфы встречаются в основном по окраинам современных депрессий. Здесь по крупным разломам, ограничивающим эти депрессии, в конце третичного и в начале четвертичного времени находились вулканы, с деятельностью которых и связано образование туфов. К числу разведанных месторождений относятся: Синдинское, расположенное на правом берегу Амура, в 130—140 км ниже Хабаровска, с запасами в несколько сотен тысяч кубометров, и Святогоровское, в нижнем течении Хора, обладающее запасами 7 млн. м^3.

Сырье для каменного литья. Таким сырьем в Приамурье яв-

ляются базальты, имеющие широкое развитие в нижнем течении Амура, в бассейнах Буреи, Тырмы, Амгуни, в ряде мест Малого Хингана, у Комсомольска, в низовьях Бикина и Хора, а также в некоторых пунктах Амурской области.

Минеральные краски. Известные в большом количестве месторождения минеральных красок или незначительны по запасам, или чаще слабо изучены. К числу наиболее крупных из изученных принадлежат месторождения Переяславское и Союзненское. Первое находится в районе имени Лазо, непосредственно у шоссейной дороги Хабаровск — Владивосток, и содержит пласт высококачественных охристых глин, мощностью до 5 м. Второе расположено близ с. Союзного-на-Амуре. Это золотистые охры высокого качества, залегающие в виде крупных линзовидных тел, суммарные запасы которых превышают 7 тыс. т.

В Амурской области известны заслуживающие внимания строительных организаций Семичевское и Лиственное месторождения минеральных красок в Буреинском районе, первое с запасами в 2 100 м^3, второе — 3 400 м^3.

В настоящем обзоре дано описание только некоторых месторождений полезных ископаемых известных в Приамурье. Но и их полный список охарактеризовал бы лишь незначительную часть действительных богатств, которые таятся в недрах района. Более полному представлению о них препятствовала и продолжает препятствовать сравнительно слабая геологическая изученность, о чем свидетельствуют следующие цифры по данным на 1 января 1960 г. (В числителе дана площадь в км^2, в знаменателе — % изученности от общей площади):

Детальность геологических работ	Бассейн Амура в пределах Амурской области	Бассейн Амура в пределах Хабаровского края
Общая площадь	304 000/100,0	347 000/100,0
Геологическая съемка масштаба		
1 : 25 000 и крупнее	690/0,23	—
1 : 50 000	1 700/0,56	13 000/3,77
1 : 100 000	1 300/0,42	360/0,10
1 : 200 000	100 400/33,0	272 500/78,52
1 : 500 000	83 500/27,43	35 700/10,29
1 : 1 000 000	72 300/23,77	23 700/6,83
Неизученные территории, т. е. «белые пятна»	44 400/14,60	1 700/0,49

Как видно из этой таблицы, степень изученности территории в поисковых масштабах крайне низка. Только слабой изученностью и следует объяснить то обстоятельство, что до сих пор в Амурской области и Хабаровском крае не обнаружено месторождений целого ряда полезных ископаемых, в том числе нефти и газа, алмазов и фосфоритов, тогда как геологическая обстановка для их выявления вполне благоприятна. Не подлежит никакому сомнению, что дальнейшие геологические исследования, расширяющиеся с каждым годом, приведут к открытию в Приамурье новых месторождений разнообразных полезных ископаемых, в том числе и таких, которые в настоящее время еще на Дальнем Востоке неизвестны.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Красный Л. И.** и **Смирнов А. М.** Геолого-структурная схема Дальнего Востока. Докл. АН СССР, т. 117, № 3, 1957; 2. **Кропоткин П. Н.** Краткий очерк тектоники и палеогеографии южной части Советского Дальнего Востока. Вопр. геол. Азии, т. 1, АН СССР, 1954; 3. **Магер З. Е., Медведева И. Н., Ярмолюк В. А.** Обзор геологической изученности территории деятельности Дальневосточного геологического управления по состоянию на 1. I. 1959 г. Рукопись, фонды ДВГУ; 4. **Потеха Г. М., Ряга Н. Д.** Обзор действующих предприятий стройматериалов и их сырьевых баз, расположенных на территории Хабаровского края, Сахалинской и Амурской области по состоянию на 1 января 1959 г. Рукопись, фонды ДВГУ; 5. **Смирнов А. М.** О сочленении Монголо-Охотского и Тихоокеанского складчатых поясов и Китайской платформы. Изв. АН СССР сер. геолог., № 8, 1958; 6. **Шапошников Е. Я., Краснянская Е. Е., Малков П. Г.** Месторождение строительных материалов Хабаровского края, Амурской и Сахалинской областей по состоянию на 1. I. 1957 г. Рукопись, фонды ДВГУ; 7. **Ярмолюк В. А.** Полезные ископаемые края — на службу семилетки. Хабаровское книжн. издательство, 1959.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ АМУРСКОГО БАССЕЙНА

Н. М. БОГАТКОВ,
действительный член Географического общества СССР,
инженер-гидрогеолог

В Амурском бассейне известны разнообразные минеральные источники, среди которых имеются термальные — с высоким содержанием кремнезема и холодные углекислые — различного химического состава. Часть из них разведана и разбурена скважинами. Так, на Кульдуре пробурены глубокие скважины, увеличившие дебит источника почти в четыре раза, на Шмаковских источниках и источнике Ласточка буровыми скважинами каптирована углекислая вода.

Однако в целом используются минеральные воды Приамурья все еще крайне слабо. Из шестнадцати описываемых ниже источников, только четыре стали базами для курортов — Шмаковские, Кульдурские, Аннеиские воды и Ласточка; на последнем источнике функционирует больница и действует завод по розливу минеральной воды. Игнашинские, Быссинские, Гонжинские, Радостный и другие источники частично служат местному населению как «дикие» безо всякого врачебного надзора курорты или не используются вовсе.

Нет нужды писать о большом значении в народном хозяйстве минеральных вод: они широко применяются в лечебных целях и промышленности, а воды горячих источников могут быть также использованы в качестве неисчерпаемых водно-энергетических тепловых ресурсов. Кроме того, минеральные воды могут явиться косвенными признаками для поисков нефти и газа.

Отсюда вытекает задача развертывания изысканий как известных, так и новых минеральных источников с целью их рационального использования. Настоящая статья представляет

краткую сводку накопленных материалов по этому виду природных богатств Приамурья.

По температуре, газовому составу и повышенному содержанию некоторых компонентов на территории описываемого района можно выделить следующие основные типы минеральных вод:

термальные источники с высоким содержанием кремнекислоты, газирующие азотом;

углекислые холодные источники;

железистые холодные источники.

Термальные источники относятся к типу кульдурских и характеризуются низкой минерализацией (не свыше 0,5 г/л), высокой щелочностью (pH до 9), иногда весьма высокой температурой (до 74°С); по ионному составу в них преобладает натрий, соотношение гидрокарбонатов, сульфатов и хлоридов различно[1]. Характерной особенностью этого типа вод является высокое содержание кремнекислоты, увеличивающейся по мере повышения температуры (до 0,112 г/л для Кульдура). Газовая составляющая представлена азотом и редкими газами (см. таблицу 7 в конце статьи).

Углекислые холодные воды — типа забайкальских (дарасунских) нарзанов и отличаются низкой температурой (обычно ниже +10°), небольшой минерализацией (до 1,5 г/л), высоким содержанием свободной углекислоты (до 3 г/л) и наличием в воде железа. Из других компонентов преобладают гидрокарбонаты (до 90 мг экв. %); кальций и магний — до 50 мг экв. %, реже натрий. Хлориды и сульфаты представлены в небольшом количестве или отсутствуют полностью. В отличие от углекислых источников кавказского типа забайкальский тип часто представляет грунтовые воды коры выветривания коренных пород, обогащенных за счет выхода струй более глубоких вод, перенасыщенных углекислотой. В качестве подтипа следует выделить воду Ласточки, в которой наличие натрия достигает до 50 мг экв. %.

Источники железистые холодные можно выделить только по преобладанию в них железа, количество которого достигает до 20 мг/л или 26 мг экв. %, т. е. превышает железистый коэффициент (выше 10 мг/л), при котором этот тип вод становится целебным. Часто в источниках содержится повышенное количество марганца (до 1 мг/л). Во всем остальном они отличаются от пресных только несколько повышенным содержанием углекислого газа (до 0,1 г/л) и слабокислой реакцией.

[1] Название воды по химическому составу дается соответственно преобладающим компонентам от 25 мг/экв. % и выше в порядке возрастания.

В распространении выделенных типов минеральных источников Амурского бассейна наблюдается определенная закономерность, связанная с собенностями тектоники и молодого вулканизма этой территории. Термальные воды приурочены к районам глубоких тектонических разломов, а углекислые источники проявляются там, где есть следы молодого вулканизма.

На основе геологических и гидрогеологических предпосылок и типов источников в пределах Амурского бассейна выделяются следующие области минеральных вод:

а) Амуро-Уссурийская область холодных углекислых вод, куда входят источники, расположенные в бассейнах Уссури, Нижнего Амура и в средней части бассейна Амгуни;

б) Верхне-Амурская область холодных углекислых вод, охватывающая территорию между Становым хребтом на севере, р. Амур на юге и бассейном Зеи на востоке;

в) Турано-Буреинская область азотных терм, включающая хребты Малый Хинган, Буреинский, Туран и Дуссе-Алинь.

В **Амуро-Уссурийской области холодных углекислых вод** известно 12 минеральных источников: Шмаковские, Ласточка, Черноречeнские, Свиягинские, Сандагоу, Ареадненские, Покровские, Марьяновские, Наймука, Радостный, Мухенские, Хабаровские.

Формирование названных холодных углекислых источников, вероятно, имеет самую тесную связь с крупным региональным молодым разломом меридионального простирания. Об этой взаимосвязи в свое время писал А. Я. Макеров (8), наличие же такого разлома подтверждается проведенным Е. Ф. Малеевым (9) исследованием эффузивов и древних вулканов. Особенностью источников является их низкая температура и значительная насыщенность углекислотой. По данным анализа газовых проб, отобранных на Шмаковке, Ласточке и других источниках (таблица 7), углекислота составляет от 98,6 до 100%. На азот и редкие газы приходится всего лишь от 0,4 до 1,4%.

В пределах Амуро-Уссурийской области холодных углекислых вод выделяется **Шмаковское гидроминеральное поле**, расположенное в среднем течении Уссури (около железнодорожной станции Шмаковка). Оно насчитывает более десяти минеральных источников, из которых следует отметить Медвежий, Пасечный, Остросопочный, Уссурский, Северомедвежий, Восточно-Уссурийский, Трехречье. Буровыми скважинами и выходами минеральной воды установлено ее наличие в районах с.с. Авдеевка, Павло-Федоровка и у хутора Каульского.

Район поля выхода минеральных вод сложен древними архейскими и палеозойскими гнейсами, кристаллическими

сланцами, гранито-гнейсами и гранитоидами, прорванными жилами лампрофиров, аплитов и т. д., мезозойскими (меловыми) эффузивами кислой магмы, кайнозойскими эффузивами ультраосновной щелочной магмы (нефелиновые базальты) и рыхлыми кайнозойскими отложениями (ханкайская свита третично-нижнечетвертичного возраста). Минеральная вода в большей своей части концентрируется вдоль тектонических нарушений в выветрелой дресвовидной зоне кристаллических пород и в песчаных прослоях ханкайской свиты.

Шмаковские источники имеют весьма небольшую минерализацию (0,5—1,3 г/л), относительно низкую температуру 7—7,6° С, pH около 6,4—6,5 и ограниченный дебит в пределах первых десятков кубометров за сутки. В естественных условиях вода источников безукоризненно чистая, прозрачная, бесцветная, насыщенная углекислотой (2,5—4 г/л), слегка кисловатая, приятная на вкус; по мере потери углекислоты она мутнеет, образует буроватые хлопья и становится неприятной на вкус. Сухой остаток составляет 0,5—1,5 г/л. По солевому составу вода относится к гидрокарбонатно-кальциево-магниевой. Химический анализ осадка, выпавшего из одного литра минеральной воды, показал присутствие (мг): железа — 259,19; кальция — 378,07; магния — 4,84. В окислах содержание осадка таково: SiO_2 — 43,5; Al_2O_3 — 234,4; Fe_2O_3 — 370,6; CaO — 529,0; MgO — 8; SO_3 — 15. Спектроанализом в осадке воды обнаружено: кремния до 10%, алюминия до 10%, марганца порядка 0,001%, титана — 0,01—0,1%. Радиоактивность воды составляет 3—4 ед. Махе.

Эксплуатационные дебиты отдельных источников в тыс. л/сутки:

Медвежий	— 36
Пасечный	— 36
Уссурский	— 25
Остросопочный	— 43
Авдеевский № 2	— 42
Северомедвежий	— 20
Восточно-Уссурский	— 20
Авдеевский № 1	—10 (?)
Авдеевский № 3	— 40
Авдеевский № 4	— 10 (?)
Павло-Федоровский	— 30
Каульский	— 40
Всего	—352

На базе Шмаковских источников с 1936 г. работает Шмаковский курорт, отпускающий в среднем 100—150 ванн в день.

За время работы курорта минеральные воды показали прекрасные бальнеологические качества.

На периферии Шмаковского гидроминерального поля расположен **Свиягинский** источник (в трех км на север от ж.-д. станции Свиягино), каптированный колодцем в поселке колхоза «Красносельский» на глубине 17 м. Колодец выкопан в породах ханкайской свиты, литологически представленной здесь глинами, песками и галечниками. Дебит минеральной воды из колодца 17 200 л/сутки. Минерализация воды 0,5 г/л, содержание углекислоты 0,5 г/л, состав воды гидрокарбонатно-кальциево-натриевый.

Химический состав шмаковских и свиягинской воды, по данным Н. М. Богаткова, показан в таблице 1.

Таблица 1

В литре воды содержится	Пасечный (шмаковские источники[1])			Свиягинский		
	мг.	мг. экв.	мг. экв. %	мг.	мг. экв.	мг. экв. %
Катионы:						
Na^+	37,0	1,61	12,30	18,40	0,80	41,50
K^+	2,0	0,06	0,40	—	—	—
Mg^{++}	41,5	3,40	25,90	3,49	0,28	14,30
Ca^{++}	139,1	6,93	52,90	17,15	0,85	44,20
Fe^{++}	30,7	1,09	8,30	—	—	—
Mn^{++}	0,8	0,03	0,20	—	—	—
Сумма	251,1	13,12	100	39,04	1,93	100
Анионы:						
Cl^-	2.0	0,06	0,40	10,74	0,30	15,40
SO_4^{--}	6,0	0,13	0,90	6,57	0,13	6,40
HCO_3^-	786,9	12,93	98,70	91,50	1,50	78,20
Сумма	794,90	13,12	100	108,81	1,93	100
Сумма тверд. сост. части	732,8	—	—	160,0	—	—
Потеря при прокаливании	—	—	—	50,0	—	—
Реакция воды pH	6,0	—	—	5,0	—	—
CO_2 свободный	4000,0	—	—	492,8	—	—

[1] Спектральным анализом в осадке воды обнаружено: кремния — до 10%, алюминия — до 10%, марганца — порядка 0,001%, титана — 0,01%.

В среднем течении р. Уссури на южной окраине Контрвод-Альчанской депрессии, в 100—120 км севернее шмаковских источников, находится и второе **гидроминеральное поле** района источника Ласточка. Оно вытянулось вдоль р. Черной на 20—25 км и заняло площадь около 100—150 км². Минеральные воды этого поля имеют гидрокарбонатно-натриевый состав, относительно повышенную минерализацию (свыше 2,4 г/л), глубинный характер с дебитом до первых сотен м³ в сутки. К ним принадлежат: источник Ласточка (абс. отметки выхода 65 м, в 2 км на восток от ж.-д. ст. Ласточка) и Чернореченский у устья речки Черной около р. Уссури (с. Черная Речка).

Источник Ласточка выходит на поверхность в болотистой местности из толщи светло-серых аркозовых песчаников и сланцев мелового возраста, перекрытых сверху 5—7 м слоем делювиально-аллювиальных суглинков и глин. Источник впервые был каптирован скважиной в 1940 г. на глубину 46,2 м. Дебит ее составил 57 600 л/сутки; в 1959 г. завод минеральных вод пробурил эксплуатационную скважину глубиной 100,2 м, дебит 103 200 л/сутки. В 1955—56 гг. экспедицией «Каптажминвод» на Ласточке проведены разведочные работы, вскрывшие минеральную воду в ряде точек, приуроченных к трещинным зонам, вытянувшимся в широтном направлении.

По своим физическим свойствам в естественных условиях минеральная вода источника Ласточка отличается прозрачностью и чистотой, в большей массе бесцветная, со слабым запахом углекислоты и кисловатым вкусом. Температура воды устойчивая, низкая от 4 до 5,7° С. При отстое в открытом сосуде вода дегазируется, мутнеет от коагуляции, преимущественно железистых соединений с последующим образованием хлопьевидного буроватого осадка состава (мг/л) воды: SiO_2 — 2,76; Fe_2O_3 — 146,33; CaO — 52,36, Mg — 9,50 и SO_3 — 1,62.

Химический состав воды, по данным анализа, произведенного 27 февраля 1956 г. в Центральном институте курортологии (аналитик С. Крапивина), таков (таблица 2):

Таблица 2

Ионный состав	мг	мг/экв.	мг/экв. %
Катионы:			
NH_4^+	не обн.		
Na^+	542,2	23,60	48,36
Mg^{++}	67,7	1,73	3,55
K^+	151,4	12,45	25,55
Ca^{++}	216,0	10,80	22.15

Ионный состав	мг	мг/экв.	мг/экв. %
Sr^{++}	1,2	0,01	0,01
Ba^{++}	не обн.		
Fe^{++}	5,0	0,18	0,35
Mn^{++}	0,4	0.01	0,02
Co^{++}	0,011	—	—
Ni^{++}	0,024	—	—
Сумма	983,93	48,78	100,0
Анионы:			
F^-	0,6	0,03	0,06
Cl^-	7,0	0,19	0,40
Br^-	0,5	—	—
J^-	не обн.		
SO_4^{--}	3,2	0,06	0,15
HCO_3^-	2 959,0	48,50	99,39
NO_2^-	не обн.		
NO_3^-	не обн.		
Сумма	2 970,3	48,78	100,0
CO_2 свободный	2 613,1		
Сухой остаток	2 480,0		
Общая минерализация	3 986,2		
Реакция воды pH	6,35		

Из других минеральных источников бассейна р. Уссури следует отметить:

Покровский (Янцзиньгоу), расположенный в бассейне р. Даубихэ, на правом берегу ее притока Янцзиньгоу, в 5 км на юго-восток от с. Покровки Яковлевского района, в пределах развития покровов верхнемеловых эффузивов. Источник каптирован долблянкой, углубленной в грунт на 0,6 м, из которой выбегает вода с дебитом 3 456 л/сутки. Температура воды 9° С, pH — 7,6, содержание углекислоты — 1,5 г/л, минерализация — 1,2 г/л. Вода гидрокарбонатно-натриево-кальциевая. Газ на 99% состоит из углекислоты.

Марьяновский (Тянигоу) находится в 13—15 км от дер. Марьяновки на левом берегу р. Ореховой (правый приток р. Улахе). Источник выходит у подошвы склона сложенного мезозойскими глинистыми сланцами и песчаниками. Дебит источника 400 л/сутки, температура воды — 7,8°, pH = 6,96, углекислоты в воде — 2 г/л, сухой остаток — 1,2 г/л, воды гидрокарбонатно-кальциевого состава.

Сандагоу (Эрльдагоу), расположенный в 35 км от дер. Соколовки Чугуевского района, в долине р. Эрльдагоу (правый приток р. Сандагоу), в пределах района сложенного эффузив-

Таблица 3

В литре воды содержится	Покровский			Марьяновский			Сандагоу (Эрльдагоу)		
	мг	мг|экв.	мг экв. %	мг	мг|экв.	мг экв. %	мг	мг|экв.	мг экв %
Катионы:									
Na^+	318,85	13,57	58,72	23,00	1,00	5,20	53,80	2,33	9,53
K^+	4,65	0,12	0,56	0,54	0,01	0,10	0,85	0,02	0,08
Mg^{++}	31,13	2,56	10,82	2,61	0,21	1,09	68,19	5,60	22,93
Ca^{++}	141,57	7,06	29,90	366,65	18,82	93,61	330,62	16,48	67,46
Fe^{++}	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mn^{++}	—	—	—	—	—	—	—	—	—
С у м м а	496,20	23,31	100	392,80	20,04	100	453,46	24,43	100
Анионы:									
Cl^-	6,44	0,18	0,76	6,44	0,18	0,92	6,44	0,19	0,77
SO_4^{--}	4,93	0,10	0,42	5,75	0,11	0,61	23,84	0,50	2,04
HCO_3^-	1 429,38	23,03	98,82	1 165,30	19,75	98,47	448,80	23,74	97,19
С у м м а	1 440,75	23,31	100	1 177,49	20,04	100	479,08	24,43	100
Сумма тверд. сост. части	1 241,60	—	—	1 232,10	—	—	1 423,20	—	—
Потеря при прокаливании	185,0	—	—	132,0	—	—	462,20	—	—
Реакция воды pH	7,6	—	—	6,96	—	—	6,96	—	—
CO_2 свободный	355,0	—	—	350,0	—	—	1·174,40	—	—

ными породами, представленными кварцевыми порфиритами верхне-мелового возраста. Дебит источника — 1 123 л/сутки, температура воды 7° С, pH = 6,96, содержание углекислоты — 0,4—1,3 г/л, минерализация—1,4 г/л. Вода бесцветная, прозрачная, без запаха, со слабокисловатым вкусом, при длительном стоянии на открытом воздухе дает бурый хлопьевидный осадок. Источник относится к группе углекислых гидрокарбонатно-кальциевых.

Химический состав вод источников (по данным Н. М. Ботаткова) Покровского, Марьяновского, Сандагоу показан в таблице 3).

Из более слабо изученных углекислых источников Амуро-Уссурийской области следует отметить следующие:

Ареадненский источник, выходящий в долине р. Тудо-Ваку, левого притока р. Иман, в 7 км восточнее с. Ареадное на контакте порфиров с метаморфическими породами. Дебит источника — 5 184 л/сутки, вода холодная, газированная углекислотой. Сухой остаток — 0,2 г/л. Я. А. Макеров (8) приводит следующий химический состав воды источника (мм/л): калия — 1,84, натрия — 9,84, кальция — 41,02, магния — 11,66, железа — 0,18, алюминия — 0,34, хлора — 0,47, сульфатов — следы, гидрокарбонатов — 323,40, свободной углекислоты — 1 291,0. Вода в источнике гидрокарбонатно-кальциевая. При длительном стоянии образуется бурый осадок, и вода приобретает железистый привкус.

Мухенские источники, выходящие в верхнем течении р. Мухен, на правом берегу ее притока р. Пунчи. Они образуют два озерка, расположенные на заливной террасе реки, в 10 м от берега. Температура воды около 4° С. Со дна озера происходит бурное выделение газа. Вода на вкус углекисло-железистая. Район выхода источника сложен базальтами и их туфами, под покровом которых лежат третичные угленосные образования.

По отрывочным сведениям в том же районе имеются еще источники: один на левом берегу р. Пунчи при устье Безымянного ключа, километрах в пяти ниже Мухенского источника, второй — в вершине р. Альчи, правого притока р. Мухен. Оба источника, по рассказам охотников, холодные с горькой неприятной на вкус негазированной водой.

Наймука, расположенный на север от ж.-д. ст. Кондон, в долине Наймука, приток р. Харпичикан. Болотистая равнина, где выходят источники, сложена гравийно-галечниковыми глинистыми отложениями, интенсивно окрашенными у поверхности в буро-коричневый цвет. В месте выхода минеральной воды наблюдается толстый слой зелено-серой грязи с мелкими воронками, откуда выделяются минеральная вода и углекислый

газ. Вода из воронки сливается в ручей, впадающий в ручей Наймука. Дебит источника — 7000—8000 л/сутки, температура воды источника — около 8° С, минерализация — 3,6 г/л. По своему составу вода относится к гидрокарбонатно-натриево-кальциево-магниевой, pH = 7,1 (?). Вблизи источника Наймука, вверх по долине реки Харпичикан, есть еще два выхода минеральной воды — Сухой и Малютка.

Источник **Радостный,** находящийся в бассейне р. Керби в долине р. Сулакиткан, в 6 км восточнее приска Веселый (Октябрьский) района им. Полины Осипенко. Минеральная вода выходит среди развития слюдистых сланцев и филлитов, возможно, по тектонической трещине. Дебит источника — 86400 л/сутки, содержание углекислоты — 1.5 г/л, минерализация — 0,6 г/л, pH = 5,7. Вода гидрокарбонатно-кальциево-натриевого состава.

Хабаровские углекислые железистые воды. В литературных источниках (Э. Э. Анерт — 1928 г., Л. Бацевич — 1894 г., И. А. Хлопонин — 1932 г.) и в архивных материалах имеются указания на выход минеральных вод в одной из проток р. Амура, в 16 км южнее Хабаровска. Обнаружить это проявление сейчас не удалось. Однако другие работы подтвердили наличие в районе города минеральных вод. В октябре — январе 1949—1950 гг. были произведены исследования воды из скважины (глубина 70—80 м), расположенной у дер. Черная Речка. Анализ показал в ней значительную концентрацию в растворе железа (20 мг/л), марганца (1,1 мг/л) и свободной углекислоты (0,16 г/л). По химическому составу вода относится к группе минеральных гидрокарбонатно-щелочноземельно-железистых с повышенным содержанием в ней марганца и свободной углекислоты. Исследуемая вода может быть также отнесена к железо-марганцевым. В эту группу специфически железистых вод А. А. Лозинским (7) включаются воды, абсолютный железистый коэффициент которых — не менее 10 мг/л. Им же отмечается следующее:

«Большим преимуществом железистых вод является содержание в них железа в соединении с гидрокарбонатными анионом, которое легко усваивается организмом и не обременяет желудка».

Хабаровская минеральная вода содержит 20 мг/л железа, находящегося в воде в соединении с гидрокарбонатным анионом. Таким образом, есть полное основание считать эти воды лечебными. Химический состав вод источников Радостный, Наймука и Хабаровской железистой воды, по данным лаборатории дальневосточного Геологоуправления (1955—1959 гг.), приведен в таблице 4.

Таблица 4

В литре воды содержится	Радостный			Наймука			Хабаровская железистая вода		
	мг/л	мг/экв.	мг/экв. %	мг/л	мг/экв.	мг/экв. %	мг/л	мг/экв.	мг/экв. %
Катионы:									
Na^+	41,6	1,81	16,05	363,0	15,78	34,45	9,0	0,34	14,0
K^+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NH_4^+	—	—	—	0,7	0,04	0,08	—	—	—
Mg^{++}	11,8	0,98	8,68	189,1	15,55	34,00	9,0	0,72	25,9
Ca^{++}	170,2	8,49	75,27	288,5	14,40	31,42	18,4	0,92	33,2
Fe^{++}	—	—	—	1,0	0,03	0,05	20,0	0,75	25,5
Mn^{++}	—	—	—	—	—	—	1,1	0,04	1,4
И т о г о:	223,6	11,28	100,00	842,3	45,80	100,00	57,5	2,77	100,00
Анионы:									
Cl^-	нет	—	—	меньше 1,0			следы		
SO_4^{--}	8,6	0,18	1,60	меньше 1,0			нет		
HCO_3^-	677,1	11,10	98,40	2 793,0	25,80	100,00	169,3	2,78	100
И т о г о:	685,7	11,28	100,00	2 793,0	45,80	100,00	169,3	2,78	100,00
Сухой остаток	683,3	—	—	3 638,0	—	—	207,2		
Реакция воды pH	5,7	—	—	7,1	—	—	6,6		
CO_2 свободный	1 554,0	—	—	—	—	—	158,0		

Верхне-Амурская область холодных углекислых вод имеет источники Игнашинский и Гонжинский.

Игнашинский источник расположен в 8 км от пристани Игнашино на р. Амур, в долине речки того же названия. Местность кругом источника гористая, пересеченная широкими долинами с заболоченными днищами. Возвышенные и сухие места покрыты сосновым бором. Дебит воды в ручье, куда собирается вся минеральная вода перед впадением в р. Игнашино, достигает до 129 600 л/сутки, температура воды 0,6° С, pH = 6,39, содержание углекислоты — 1,6 г/л, минерализация — 1 г/л. Вода гидрокарбонатно-кальциево-железистого состава.

Выход источника приурочен к толще глинистых пиритизированных сланцев палеозойского возраста (?) в пределах возможного тектонического разрыва вблизи контакта верхнепалеозойских и юрских пород.

Игнашинский источник открыт еще в 90-х годах прошлого столетия. Раньше там был курорт местного значения. В настоящее же время источник для курортных надобностей не используется.

Гонжинские источники выходят в долине р. Чалой, притока р. Уркан, впадающего в Зею, в 10 км на северо-запад от ст. Гонжа в пределах залегания протерозойских кристаллических сланцев, прорванных жилами палеозойских гранитов. Дебит самоизливом 2 600 л/сутки, а по данным откачки из колодца — до 3 300 л/сутки. Температура воды 4°, pH=7,6, содержание углекислоты — 1,2 г/л. Вода гидрокарбонатно-кальциево-магниевого состава.

Химический состав источников Игнашинский и Гонжинский, по данным анализа Дальгеологоуправления (пробы отобраны Н. М. Богатковым), приведен в таблице 5.

Таблица 5

Содержание в литре воды	Игнашинский			Гонжинский		
	мг	мг/экв.	мг/экв. %	мг	мг/экв.	мг/экв. %
Катионы:						
Na^+	48,10	2,09	11,20	23,03	1,00	8,57
K^+	1,97	0,05	0,26	0,49	0,01	0,10
Mg^{++}	85,11	6,91	37,00	61,74	5,08	43,45
Ca^{++}	195,05	9,63	51,54	112,11	5,76	47,88
Итого:	330,23	18,68	100	197,37	11,85	100,0

Содержание в литре воды	Игнашинский			Гонжинский		
	мг	мг/экв.	мг/экв. %	мг	мг/экв.	мг/экв. %
Анионы:						
Cl^-	9,66	0,27	1,46	9,66	0,27	2.30
SO_4^{--}	108,08	2,25	11,90	4,93	0,10	0.85
HCO_3^-	982,53	16,15	86,64	693,87	11,47	96,85
Итого:	1100,27	18,67	100	708,46	11,85	100,0
Сухого остатка	1084,80			719,0		
Реакция воды pH	6,39			7,65		
CO_2 свободный	482,50			1200 (в специальной пробе)		

Турано-Буреинская область азотных терм представляет часть обширной Колымско-Охотско-Буреинской области слабо минерализованных азотных щелочных терм, выделенной на карте В. В. Иванова и Л. А. Яроцкого (10). Наиболее мощными и разведанными из имеющихся здесь источников являются Кульдурские воды.

Кульдурские горячие источники находятся в долине р. Кульдур левого притока р. Биры, в 2 км от ж.-д. станции Кульдур. Термы выходят по тектоническим трещинам в пределах варисской гранитной интрузии, ограниченной в верховьях р. Кульдур архейскими гнейсами, а на западе — порфиритами и их лавобрекчиями мелового возраста.

Трещины, выводящие на поверхность термальные воды, прослеживаются в пределах «термальной площадки», расположенной на правом и левом берегах р. Кульдур, несколько выше впадения в нее р. Колоболак. «Термальная площадка» до глубины 3—5 м сложена разнозернистыми песками с галькой и гранитными валунами. Глубже идут светло-серые граниты крупно- и среднезернистые, значительно разбитые на отдельных интервалах трещинами. В 1950—51 гг. скважиной № 3 (глубиной 116,7 м), заложенной в центральной части «термальной площадки» под углом 75° с направлением ствола скважины на северо-запад, были вскрыты наиболее мощные струи термальной воды. Последующие две скважины № 4 (глубиной 142,5 м) и № 5 (глубиной 126,0 м) оказались малодебитными, с режимом, зависимым от скважины № 3. По подсчету автора, общие

эксплуатационные запасы терм каптированных глубокими скважинами № 3, № 4 и № 5, при самоизливе на уровне земли по максимуму оцениваются в 1 961 000 л/сутки, по минимуму — в 846 000 л/сутки. Главная струя терм каптирована скв. № 3 с максимальным дебитом в 1 684 000 и минимальным дебитом в 732 000 л/сутки, при температуре воды 74°С. Пьезометрический напор в скважине не превышал 1,58 м выше уровня земли.

По газовому составу термы являются чистыми азотными водами, pH=9,7, радиоактивность 1,2—2,4 ед. Махе. Результаты химического анализа терм приведены в таблице 6.

На Кульдурских термах работает курорт, на котором ежемесячно лечится от 300 до 500 человек. По перспективному плану курорт должен в ближайшие годы увеличить число коек до 1 000 в месяц.

Тырминские источники (синонимы: Бурлинские теплые источники. Горячие ключи) выходят в долине р. Тырмы там, где она пересекает отроги хребта Черный Бурун, около 11 км ниже устья р. Яурин. Район выхода терм сложен гнейсами и гранитами. Наиболее древними породами (палеозойскими?) являются биотитовые и роговообманковые гнейсы. Толща гнейсов прорвана интрузией порфировидных биотитовых гранитов. Наиболее молодыми породами в районе являются эффузивы кварцевых порфиров и фельзит-порфиров.

Источник находится в долине р. Тырма, у левого ее берега, среди крупных валунов гранита и аллювиальных отложений реки, образуя небольшой бассейн, расположенный в расстоянии 7 м от русла реки на высоте 1 м над меженным уровнем воды в реке. Температура источника 36,8°. Суммарный дебит — 259 200 л/сутки. Минерализация — 0,2 г/л. Выделяющийся из источника газ на 99,4% состоит из азота (см таблицу 7), вода гидрокарбонатно-сульфатно-магниевого состава.

Термальная вода при выходе из источника бесцветна, прозрачна, с резким запахом сероводорода и неприятным чернильным привкусом, при стоянии на воздухе мутнеет и дает небольшой осадок следующего состава в миллиграммах на литр воды: SiO_2 — 76,44; Fe — 1,89; Al — 22,86; Ca — 7,68, Mg — 1,45; в окислах Fe_2O — 2,7; Al_2O_3 — 62,12; CaO — 10.75; MgO — 5,09. Химический состав воды приведен в таблице 6.

Яуринские «пропарины». Вверх по р. Яурину, в 2 км от устья (бассейн р. Тырмы), в русле реки наблюдается большое число мест, где, несмотря на суровую зиму, вода не замерзает и «парит». По наблюдениям Г. М. Власова (1936 г.), температура воды в одной из таких «пропарин» была +2,5°С при температуре воздуха — 30—40°С ниже нуля. Из «пропарин» явственно исходит запах сероводорода.

Таблица 6

Химический состав терм Турано-Буреинской области азотных терм (по данным Н. М. Богаткова и Ц. к-та Курортологии)

В литре воды содержится	Кульдурские[1], анализ 1952 г.			Анненские, анализ 1953 г.		Тырминские[2], анализ 1940 г.		
	мг	мг/экв.	мг/экв. %	мг	мг/экв. %	мг	мг/экв.	мг/экв. %
Катионы:								
Na^+	101,00	4,42	91,52	68,48	89,00	следы	—	—
K^+	2,10	0,05	1,04	—	—	—	—	—
Mg^{++}	2,30	0,19	3,72	2,08	5,00	35,40	2,91	92,40
Ca^{++}	3,80	0,14	3,72	3,46	6,00	4,86	0,24	7,60
Сумма:	109,20	4,80	100	74,02	100	40,26	3,15	100
Анионы:								
Cl^-	51,40	1,45	30,02	8,77	7,70	16,10	0,45	15,55
SO_4^{--}	24,60	0,51	10,56	11,23	27,60	53,03	1,10	37,32
HCO_3^-	48,20	0,72	16,36	35,40	45,30	88,81	1,45	47,10
CO_3^{--}	41,40	1,38	28,57	18,00	19,40			
$HSiO_3^-$	54,30	0,70	14,49					
Сумма:	219,90	4,76	100	153,40	100	157,94	3,00	100
CO_2 свободный	40,0			нет		2,5		
Кремниевые кислоты	50,4			—		—		
H_2S	не обнаружено							
Общая минерализ.	370,8			273,0		205,0		
pH	9,7			8,3		7,5		

[1] В Кульдурских термах не обнаружены аммоний, литий, железо, фтор, бром, йод. По данным анализа ВСЕГЕИ (В. А. Кирюхин 1958 г.), в термах обнаружен фтор.

[2] Проба отбиралась в период, когда источник был частью залит водой. По данным анализа ВИМСа 1935 г., натрия — 68,48 мг/л.

Данные анализов газов, свободно выделяющихся из воды минеральных источников Амурского бассейна

Таблица 7

Название источников	Состав газа в объемных процентах							Дата отбора пробы, фамилия опробования, лаборатория.
	Общий анализ					Анализ на редкие газы		
	H_2S	CO_2	O_2	CH_4	N_2+ редкие	Ar+Kz Xe	He+Ne	
Шмаковские	—	99,16	0,10	не обн.	0,74	0,054	0,005	15. XI-39 г. Богатков Н. М. Ц. институт Курортологии.
Покровские	—	99,0	—	—	1,00	не определ.	не определ.	21. VIII-40 г. Богатков Н. М., Ленинград. Гелиогазразв.
Ласточка	—	100,0	—	—	следы	—	—	18. X-40 г. Богатков Н. М. Ленинград. Гелиогазразв.
Сандагоу	—	99,5	0,1	—	0,40	не определ.	не определ.	17. VII-40 г. Богатков Н. М., Ленингр., Гелиогазразв.
Марьяновские	—	98,6	—	—	1,40	0,032	0,0015	27. VII-40 г. Богатков Н. М. Ленингр. Гелиогазразв.
Игнашинские	—	98,1	—	—	1,90	не определ.	не определ.	5. X-40 г. Богатков Н. М. Ленинград. Гелиогазразведка.
Кульдурские	—	0,08	0,5	0,8	98,62	—	—	1938 г. Рогальский В. П. Ц. институт Курортологии.
Тырминские	0,6		—	—	99,4	1,209	—	20. VIII-40 г. Богатков Н. М. Ленинград. Гелиогазразведка.

Такие же «пропарины» в большом количестве наблюдаются на склонах горы Змеиной, расположенной непосредственно против устья р. Журин. Змеиная гора имеет 100 м относительной высоты, сложена аркозовыми песчаниками и конгломератами; вблизи нее находятся контакт последних с порфировидными биотитовым гранитом.

Быссенский источник, расположенный в бассейне р. Селемджи, в долине р. Быссы, в 140—160 км вверх от устья. Около источника река образует кривун, на восточной стороне которого находится заполненное тепловатой водой болото, заливаемое во время паводков. Горячая вода пробивается здесь непосредственно многочисленными струйками. Во многих местах со дна болота поднимаются пузырьки газа, распространяющие вокруг запах сероводорода. Термоминеральная вода выходит из аллювия, в основании которого лежат граниты(?). В геологическом строении района, прилегающего к источникам, преобладающее место занимают палеозойские мелкозернистые биотитовые граниты. В 30 км на северо-восток от источника есть выходы четвертичных базальтов. Вода источника слабокислая с повышенным содержанием кремнезема, ее температура 38—42°С. В летнее время на источник собирается до 120 больных.

Вверх по р. Быссе, в 50—70 км от описанного источника, есть еще один выход терм, но неизученный. Такие же выходы наблюдаются в верховьях р. Улмы—левого притока р. Селемджи и в верховьях долины р. Томи.

Аниенские источники (синонимы: Новомихайловский, Хабаи) находятся в низовьях р. Амур, в 6—5 км на юго-запад от пос. Сусанино, в долине небольшой р. Амурчик, впадающей справа в р. Амур. Открыт источник в 1857 г. и неоднократно описывался (обширная литература о нем перечислена в работе Я. А. Макерова, 8).

Минеральный источник выходит в поле развития верхнемеловых кварцевых порфиров и пород туфогенно-осадочной свиты. В ближайших окрестностях прослеживаются обширные поля трещинных эффузивов. Выход терм связан с тектоническими трещинами в туфогенных песчаниках, по которым произошел сброс одного из крыльев антиклинальной структуры. Термальная вода из трещин поднимается восходящей струей, проходит слой аллювиальных наносов в 2,5—3 м и затем уже выходит на поверхность несколькими струями в долине ручья на площади до 5 000 м². В настоящее время эксплуатируются только два самые сильные струи, а именно: собственно Аниенский источник с температурой +53°С и Константиновский с

температурой +59°С, расположенные в 30 м друг от друга. Общий дебит струй — 184 000 л/сутки.

Впервые термы каптированы в 1866 г., и тогда же была произведена закладка здания больницы. В настоящее время минеральные источники каптированы бетонированными галереями, соединенными в один резервуар, от которого вода по чугунным трубам самотеком идет в ванный корпус.

По физическим свойствам вода в источниках пресная, прозрачная, без запаха, приятная на вкус, при стоянии не изменяется и осадка не дает. Химическая характеристика воды приведена в таблице 6. По своему солевому составу термы относятся к группе гидрокарбонатно-сульфатно-натриевых вод, щелочных, слабоминерализованных. В термах содержится много кремнекислоты. Спектральным анализом в сухом остатке (лаборатория ДВГУ, 1959 г.) обнаружено много кремния, алюминия — от 3 до 6%, магния — 0,1%, кальция — 2—4%, марганца — 0,02%, титана — 0,06%, урана — 0,004%, хрома — 0,05%, молибдена — 0,002%, меди — 0,003%, серебра — меньше 0,001%.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Богатков Н. М.** О минеральных водах в окрестностях г. Хабаровска. «Вопросы географии Дальнего Востока» № 3. Хабаровск, 1957; 2. **Богатков Н. М.** Перспективы использования горячих источников. «Промышленность Хабаровского края» № 1 (13). Хабаровск, 1959; 3. **Богатков Н. М.** Гидрогеологическая изученность Приамурья. «Амурский сборник» № 1. 1959; 4. **Богатков Н. М.** Углекислые источники южной части Дальнего Востока. «Вопросы географии Дальнего Востока» 4. Хабаровск. 1960; 5. **Дзенс-Литовский А. И., Толстихин Н. И.** Схематическая карта природных минеральных вод СССР. Геолиздат, 1946; 6. **Зайцев И. К., Гуревич М. С., Беляков Е. Е.** Гидрохимическая карта Сибири и Дальнего Востока. Госгеолиздат, 1956; 7. **Лозинский А. А.** Лекции по общей бальнеологии. Медгиз, 1949; 8. **Макеров Я. А.** Минеральные источники Дальневосточного края. Вестник ДВ Филиала АН СССР № 28/1, 1938; 9. **Малеев К. Ф.** О линейном расположении древнечетвертичных вулканов на Дальнем Востоке. «Советская геология» № 12. Госгеолиздат, 1946; 10. **Оценка ресурсов и перспективы использования термальных вод СССР как источника тепла.** М. АН СССР, 1959; 11. **«Основы курортологии».** т. 1. Курортные ресурсы СССР. М. Медгиз, 1956.

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЗЕЕ-БУРЕИНСКОЙ ДЕПРЕССИИ[1]

И. Н. СУЛИМОВ,
геолог

Обширные территории Приамурья и Приморья до последнего времени оставались почти не изученными в газонефтеносном отношении, хотя здесь имеются общегеологические предпосылки открытия промышленных залежей нефти и газа. В заключении комиссии Министерства геологии и Охраны недр СССР, работавшей на Дальнем Востоке в конце 1958 — начале 1959 гг., сделан вывод о необходимости проведения в Амурской области и Хабаровском крае комплексных нефтепоисковых работ, включающих структурно-геологическую съемку, геофизические исследования, профильное колонковое бурение, проводку опорных скважин, а также глубокое поисково-разведочное бурение.

В пределах Амурской области к числу перспективных на нефть и газ отнесены Зее-Буреинская, Ушумунская и Верхне-Зейская впадины, выполненные мощной толщей мезо-кайнозойских песчано-глинистых пресноводных отложений. В аналогичных по генезису осадках на территории восточной части МНР и северо-восточного Китая (впадина Сунляо) нефть уже найдена.

Изучение Зее-Буреинской впадины обычными методами геологической съемки крайне затруднено, вследствие широкого распространения покрова рыхлых четвертичных образований и

[1] При написании статьи использованы отчеты и материалы С. А. Музылева, В. В. Онихимовского, М. Г. Золотова, Е. Г. Седельниковой, Е. И. Фроловой, Г. А. Могилевского, И. В. Богдановой, П. И. Еремеева, С. В. Воскресенского, В. З. Штейн, Н. А. Миронова, Е. Г. Честного, З. А. Лукьяновой, А. И. Куриной, И. Н. Сулимова и др., хранящиеся в фондах ДВГУ, «Востсибнефтегеофизики», ВСЕГЕИ, «Востсибнефтегеологии» и др.

отсутствия крупных естественных выходов горных пород. Это обстоятельство обусловливает особую здесь роль комплексных геофизических исследований, включающих гравиразведку, магнитометрию и электроразведку.

Такие работы были начаты в 1951 г. В результате гравиметрических исследований установлена резкая дифференциация полей силы тяжести с несколькими аномалиями, отражающими или рельеф фундамента, или смену литологического состава осадочных пород, и появление среди них эффузивов.

По данным электроразведки, в толще осадочных пород намечается от 6 до 9 электрических горизонтов, причем в ее нижней части, отделенной от кровли фундамента пачкой пород пониженного сопротивления, геофизиками выделяется опорный электрический горизонт.

В 1956—1957 гг. в районе г. Белогорска проводились в небольшом объеме сейсморазведочные работы, в результате которых на изученном участке был установлен глубокий (до 2400 м) прогиб, вытянутый в меридиальном направлении.

Данные геофизических исследований позволили наметить в общих чертах схему геологического строения Зее-Буреинской депрессии (особенно ее северо-западной части), что и предопределило место закладки первой на территории Приамурья опорной скважины. Она была заложена в 7 км к востоку от г. Белогорска, в пределах центральной части наметившегося глубокого погружения фундамента. В задачу опорной скважины входило вскрытие полного разреза третичных, меловых и юрских отложений с целью детального изучения их стратиграфии, литологии, фаций, условий седиментации и диагенеза, физических свойств, водо-нефте-газопроявлений и других характеристик.

Бурение скважины началось 16 октября 1958 г. и закончилось 3 ноября 1959 г. на глубине 2 254 м. В результате проходки получены первые достоверные сведения о геологическом разрезе западной части Зее-Буреинской депрессии. Под покровом элювиальных суглинков была вскрыта мощная толща мезокайнозойских песчано-глинистых и в нижней части туфо-эффузивных образований, залегающих на кристаллическом фундаменте. Исходя из литологических особенностей пород, а также определения спорово-пыльцевых комплексов флоры и фауны, вскрытый скважиной разрез подразделен нами на две крупных литолого-стратиграфических единицы: третично-верхнемеловую и нижнемеловую. К первой нами отнесена вся толща почти горизонтально залегающих рыхлых отложений от неогена до верхнего мела включительно. По материалам скважины в этой толще нами выделяются две свиты: свита водораздельных песков (неоген) и цагаянская свита (верхний мел-палеоген).

Свита водораздельных песков (интервал 5-245 м)[1] представлена песками серыми и светло-серыми, кварцевыми, среднезернистыми, часто разнозернистыми с редкими прослоями плотных темно-серых глин и лигнитов, а также многочисленными отпечатками обуглившихся растительных остатков. В основании разреза отмечаются грубозернистые пески и гравелиты. Терригенный материал состоит из неотсортированных угловатых зерен кварца, реже—полевых шпатов (плагиоклазы), пластинок биотита и мусковита, а также обломков кремнистых пород.

В богатом спорово-пыльцевом комплексе преобладает пыльца голосеменных растений. Podocarpus, Psophosphaera coreaceae Naum. Споровые растения представлены различными папоротникообразными — Polypodiaceae; из хвойных преобладают Taxodium, Pinus, Tsuga, Taxodiaceae. Эти виды спор и пыльцы, согласно заключению палинолога Ж. П. Поповой (трест «Востсибнефтегеология»), характерны для третичных отложений (миоцен).

Цагаянская свита (интервал 245—440 м) представлена чередованием песков серых, мелкозернистых, аркозовых, уплотненных, с подчиненными прослоями глин темно-серых до черных, неясно-тонкослоистых, с многочисленными углистыми включениями и отпечатками обуглившегося растительного детрита. Плотность пород колеблется от 1,63 до 1,87, пористость открытая — 27,3—34,9%, проницаемость — до 4,2 дарси. Содержание органического углерода составляет — 0,25—1,85% и битума — от 0,001 до 0,01%. Согласно определениям Ж. П. Поповой, в породах свиты преобладают верхнемеловые споры различных папоротников и пыльца хвойных растений. Среди папоротников доминируют споры семейства Cyatheaceae, Coniopteris sp., Polypodiaceae Schizaceae, Mohria sp., Gleichenia sp. В пыльце хвойных преобладают Pinus sp.,Picea sp. Пыльца голосеменных представлена Bennettitales, Cycadales, qinkgoales и группа покрытосеменных Betulaceae—Betula sp., Alnus sp. Среди травянистых растений отмечаются Urtica sp., и Artemisia sp. Приведенные палинологические данные свидетельствуют о том, что в районе опорной скважины из разреза выпадают угленосные отложения кивдинской свиты дат-палеоценового возраста, широко развитые в южной части Зейско-Селемджинского прогиба (эти отложения здесь, вероятно, размыты).

---

[1] Протоколом Научно-Редакционного Совета ВСЕГЕИ от 17.I-1959 г. за той частью разреза, которую автор именует «Свитой водораздельных песков» закреплено название — зейская серия. Эта серия подразделяется на две свиты — верхнюю белогорскую (N_2—Q) и подстилающую ее — сазанковскую (Pg^2_3—N_1) **(Прим. редколлегии).**

Ниже залегают породы нижнемелового возраста, которые до бурения опорной скважины на территории Зее-Буреинского междуречья не были известны, хотя их присутствие и предполагалось некоторыми геологами. Верхняя часть разреза этих пород (интервал 440—1194 м) представлена исключительно осадочными образованиями.

По литологическим особенностям они могут быть расчленены на три толщи: верхнюю—аргиллитовую, среднюю — песчано-аргиллитовую и нижнюю — песчаниковую.

Верхняя аргиллитовая толща (интервал 440—662 м) сложена аргиллитами и плотными глинами темно-серыми до черных, в верхней части с двумя пластами мощностью по 2—3 м красновато-коричневого мергеля; на глубине 501—504 м встречена фауна пелеципод рода Сугепа. Содержит небольшие по мощности (менее 1 м) прослои серых слоистых алевролитов и мелкозернистых, аркозовых, слабосцементированных песчаников. Под микроскопом в шлифах устанавливается, что основная масса аргиллитов состоит из пелитового вещества и мелких чешуек хлорита, серицита и слюды. Среди глинистого вещества отмечаются в небольшом количестве угловатые обломки кварца, полевого шпата, пластинки мусковита и биотита, а также единичные зерна магнетита, лейкоксена, эпидота и рутилина. Породы обогащены углистыми включениями и отпечатками обуглившегося растительного детрита. Содержание органического углерода в аргиллитах составляет 0,09—2,65% и битума — от 0,0006 (следы) до 0,04%. Плотность их составляет 1,81—1,93. Аргиллиты практически лишены пористости и проницаемости.

Средняя, песчано-аргиллитовая толща (интервал 662—911 м) представлена переслаиванием песков серых, средне- и мелкозернистых, аркозовых, слабо уплотненных, песчаников светло-серых, кварцевых и полимиктовых, крепких, на известковом цементе, аргиллитов темно-серых почти черных, тонкослоистых и алевролитов плотных, некрепких. Мощность пластов этих пород колеблется от 1,2 до 3—4 м. Существенной частью песчаников являются неправильной и удлиненной формы зерна полевых шпатов и угловатые обломки кварца. В виде примесей присутствуют зерна магнетит-ильменита, лимонита, циркона, эпидота, кремнистых пород, пластинки мусковита и хлорита, а также единичные обломки эффузивных пород. Содержание органического углерода колеблется от 0,51 до 3,9% и битума — от 0,0003 до 0,02%. Плотность пород составляет 1,91—2,46; открытая пористость в песчаниках — от 9,56 до 33,9% и проницаемость — от 4, до 8,24 миллидарси. По данным газокаротажа, на глубине 780—820 м в глинистом растворе фиксируется повышенное содержание предельных углеводородов, составляющее 140—160 микроампер.

Нижняя песчаниковая толща (интервал 911—1194 м) сложена песчаниками серыми и темно-серыми, мелкозернистыми, олигомиктовыми и аркозовыми, с многочисленными углистыми включениями, а также пластами, до 1,5—2 м мощностью, песчаников светло-серых, кварцевых, разнозернистых (местами гравелиты) на карбонатном цементе, алевролитов такого же минералогического состава, аргиллитов темно-серых до черных с единичными прослоями (в основании разреза) светло-серого песчанистого известняка. Под микроскопом в шлифах олигомиктовые песчаники имеют псаммитовую разнозернистую структуру. Терригенный материал представлен в них зернами кварца и полевых шпатов, пластинками биотита и мусковита, реже — обломками рудных минералов и кремнистых пород. Содержание органического углерода составляет 0,51—3,91% и битума — до 0,04%. Песчаники обладают высокой открытой пористостью (15,7—26,7%) и проницаемостью (48—142 миллидарси).

Общая мощность этих отложений в опорной скважине составляет 754 м.

Палеоботанический комплекс из песчано-глинистых слоев, по определениям Ж. П. Поповой, включает Ginkgo adiantoides Hr., Ginkgo sp., Sequoia Langsdorfii (Br) Hr., Sequoia sp., Phoenicopsis sp., Podozamites lanceolatus Eichw, Radicites sp.

Палеоботаник И. В. Лебедев (Томский политехнический институт), исходя из отсутствия среди найденных остатков представителей покрытосеменных, указывает на мезозойский возраст вмещающих осадков Ginkgo adiantoides Hr., по его мнению, встречается в отложениях древнее нижнего мела и наиболее характерна для апта и баррема.

Sequoia Langsdorfii (Br) Hr., Sequoia sp., неоднократно отмечались А. Н. Криштофовичем в верхне- и нижнемеловых отложениях Дальнего Востока. Наряду с этим отпечатки Ginkgo sibirica Hr., Ginkgo concinna Hr., Podozamites lanceolatus Heer характерны для отложений Сибирской юры.

Согласно палинологическим исследованиям, в интервале 496—793 м руководящая роль в спорово-пыльцевом комплексе принадлежит споровым растениям и пыльце голосеменных; преобладают: Cyatheaceae, Cibotium sp., Coniopteris, Polypodiaceae, Gleichenia sp., Selaginella pertusa Bolch, Lophotreletes, Trachytriletes, Matonia sp., Leiotriletes, Schizaceae, Lygodium sp., из голосеменных: Podozamites, (Podocarpus, Pinaceae, Taxodium — хвойные). В интервале 800—1194 м преобладают споры различных папоротников: Cyatheaceae, Coniopteris sp.,

Polipodiaceae. Schizaceae, Lygodium sp., и хвойные: Podocarpus, Pinaceae, Cedrus sp., много — Cupressaceae —Cupressum palen Bolch. C. russens. Bolch.

Результаты изучения спор и пыльцы позволили отнести эти отложения к нижнему мелу. Учитывая присутствие в описываемых осадках фауны пелеципод рода Cyrena. Лебедев И. В. считает наиболее вероятным апт-барремский возраст этих отложений.

Ниже в интервале 1 194—1 988 залегает осадочно-эффузивная свита (Cr_1). По литологическим признакам она расчленяется нами на три подсвиты: верхнюю — кварцевых порфиров, среднюю — терригенно-эффузивную и нижнюю — туфо-песчаниковую с порфиритами.

Верхняя подсвита (интервал 1 194—1 325 м) сложена кварцевыми порфирами серыми и светло-серыми, очень плотными и крепкими, трещиноватыми с подчиненными прослоями туфов агломератов и песчаников, последние мелкозернистые, олигомиктовые некрепкие. Под микроскопом в шлифах кварцевый порфир состоит из крипто-кристаллического кварцево-полевошпатового вещества — микрофельзита. Содержание органического углерода в песчаниках составляет 1,18—1,54% и битума — от 0,0001 до 0,04%.

Средняя терригенно-эффузивная подсвита (интервал 1 325—1 623 м) представлена в верхней части чередованием песчаников серо-цветных мелкозернистых аркозовых, алевролитов темно-серых с углистыми включениями и чешуйками слюды по наслоению, аргиллитов темно-серых до черных, а также кварцевых порфиров и их туфов. Осадочные породы в этой части разреза преобладают. Нижняя часть подсвиты сложена в основном кварцевыми порфирами, заключающими пласты туфов и песчаников. Под микроскопом в шлифах песчаники имеют псаммитовую разнозернистую структуру. Порода состоит из терригенного материала, представленного угловатыми зернами кварца, полевых шпатов и редкими обломками кремнистых и глинистых сланцев, реже встречаются пластинки слюды и зерна магнетита. Аналогичную петрографическую характеристику имеют и алевролиты. Содержание органического углерода в осадочных породах подсвиты колеблется от 0,06 до 1,72% и битума — от 0,0006 до 0,04%.

Нижняя подсвита (интервал 1 623—1 988 м) представлена чередованием кварцевых порфиров серых и светло-серых, стекловатых, очень крепких, порфиритов темно-серых с зеленоватым оттенком, измененных, сильно трещиноватых туфов этих пород, а также песчаников серых мелкозернистых, олигомиктовых и аркозовых, плотных, некрепких, с глинисто-слюдистым

цементом, алевролитов такого же состава и аргиллитов темно-серых, почти черных, тонкослоистых обогащенных углистыми включениями. Эффузивные породы заметно преобладают. Кварцевый порфир под микроскопом в шлифах имеет порфировую, а основная масса — фельзитовую структуру. В кварц-полевошпатовой основной массе присутствуют вкрапленники кварца и псевдоморфозы кальцита, мусковита, серицита и каолиновых минералов по полевым шпатам. Из акцессориев отмечается циркон. Порода обычно пронизана тонкими прожилками из кварца, серицита и кальцита. Содержание органического углерода в песчаниках и аргиллитах колеблется от 0,08 до 1,34% и битума — от 0,0001 до 0,04%. На газокаротажных диаграммах в интервале 1 925—1 931 м фиксируется повышенное содержание предельных углеводородов, составляющее около 200 микроампер. По данным палинологических исследований, осадочные породы описываемой свиты содержат тот же комплекс спор и пыльцы, что и отложения вышележащей толщи. Следовательно, возраст их также является нижнемеловым.

Ниже, с глубины 1 988 м, залегает порфиритовая свита, состоящая из диабазовых порфиритов темно-серых с зеленоватым оттенком, измененных, сильно перемятых, с многочисленными плоскостями скольжения, заключающими тонкие прожилки кальцита, кварца, хлорита, мусковита и др. Под микроскопом они имеют порфировую структуру с полнокристаллической основной массой. Редкие вкрапленники представлены сравнительно крупными табличками серицитизированного плагиоклаза. Основная масса состоит из беспорядочно расположенных раздробленных лейст плагиоклаза и вторичных минералов: кварца, биотита, эпидота, хлорита, актинолита, серицита и кальцита. Среди акцессориев отмечаются анатит и рудные зерна. Эпидот с кварцем образуют прожилки, а мелкочешуйчатый зеленый биотит — скопления, к которым приурочены рудные вкрапленники. Среди диабазовых порфиритов иногда отмечаются небольшие тела (до 2—3 м) кварцевых порфиров, светло-серых сильно катаклазированных, трещиноватых. Интенсивные гидротермальные изменения пород, возможно, обусловлены присутствием где-то вблизи интрузии кислых пород. Возраст порфиритов условно определяется нами как верхнепалеозойский. Не исключена, однако, возможность, что они являются более молодыми.

Фундамент Зее-Буреинской впадины, судя по выходам пород в ее обрамлении, сложен сильно дислоцированными докембрийскими кристаллическими образованиями (гранито-гнейсы, различные гнейсы и сланцы), а также палеозойскими (силур-девон), метаморфизованными осадочными (кварциты, мраморы, филлиты) и изверженными (диабазы, граниты) породами.

Имеющиеся данные позволяют предполагать, что в мезозойское время этот ранее консолидировавшийся участок земной коры подвергся опусканию, и здесь началось формирование крупной впадины. Накопление осадков происходило на фоне дифференцированного прогибания фундамента, причем по линиям разломов имели место и разнонаправленные вертикальные движения отдельных блоков.

Исходя из геофизических данных, а также материалов колонкового бурения в пределах Зее-Буреинской депрессии, можно наметить некоторые тектонические элементы второго порядка.

По данным сейсморазведки, мощность мезо-кайнозойских отложений в районе Белогорск — Васильевка определяется в 2 400 м, а на участке намечающегося к востоку от с. Васильевки Кругловского поднятия — до 1 600—1 700 м.

Колонковой скважиной, пробуренной летом 1958 г. гидрогеологической экспедицией ДВГУ на ст. Поздеевка, в интервале 3—357 м были вскрыты песчано-глинистые отложения цагаянской свиты, залегающие непосредственно на фундаменте, представленном выветрелыми гранито-гнейсами. Той же экспедицией в 1958 г. была пробурена колонковая скважина на правом берегу р. Зея в черте г. Благовещенска, причем цагаянская свита здесь залегает до глубины 187 м, а ниже были вскрыты докембрийские гранито-гнейсы.

Согласно геофизическим данным, на участке ст. Поздеевка гравитационное поле Ga имеет значение около 5 милигал, электрическое Sz — около +40 ом и магнитное Za — до 100 гам; на участке г. Благовещенска Ga составляет +10 милигал, Sz — до + 200 ом; в с. Васильевке Ga равно —5 милигал, Sz — более 180 ом и Za — до —100 гам. Следовательно Поздеевскому и Благовещенскому участкам, на которых фундамент залегает на небольшой глубине, соответствуют гравитационный и магнитный максимумы и малое значение сопротивлений электрического поля. К Васильевской же площади, где мощность осадочной толщи значительно увеличивается, приурочены гравитационный и магнитный минимумы и повышенное значение Sz.

Юго-восточнее ст. Поздеевка, на участке Екатеринославка — Райчихинск, по предварительным геофизическим данным (1959 г.), намечается крупный прогиб, строение которого будет выяснено в 1960—1961 гг. в результате сейсморазведки и профильного бурения.

Такова общая геологическая обстановка решения проблемы нефтегазоносности Зее-Буреинской депрессии.

В 1958—1959 гг. появились первые сведения об обнаруженных газопроявлениях, которые отмечались геологами в процессе бурения отдельных гидрогеологических скважин. Так, в районе ст. Поздеевка летом 1958 г. при проходке колонковой скважиной (Благовещенская гидрогеологическая партия ДВГУ) разреза песчано-глинистых отложений зейской серии (неоген) и цагаянской свиты с глубины 110—120 м произошел выброс глинистого раствора, сопровождавшийся выделением газа. Пробу газа, к сожалению, отобрать не удалось. Осенью 1959 г. в Архаринском районе, на участке дер. Аркадьевка, в процессе бурения из песчано-глинистых отложений цагаянской свиты с глубины ниже 240 м был зафиксирован приток артезианских вод, содержащих растворенный газ. Заслуживают упоминания газопроявления, зафиксированные летом 1959 г. (сообщение геолога Ю. П. Рассказова, ДВГУ), в пределах северного борта Верхне-Амурского прогиба (15 км к СВ от пос. Апрельского) при проходке канавы в метаморфизованных девонских породах. Отобранная проба газа изучалась в лаборатории объединения «Сахалиннефть». В составе газа определены: метан — 64%, азот — 34% и углекислый газ — 2%.

Для оценки перспектив нефтегазоносности рассматриваемого района большое значение имеют изложенные выше материалы бурения опорной скважины. Исходя из них, можно констатировать, что в толще нижнемеловых отложений, вскрытых скважиной, существуют благоприятные факторы как для нефтегазопроявления, так и для нефтегазонакопления.

К числу таких факторов относятся:

1. Значительная мощность (около 1 000 м) толщи песчано-глинистых отложений, перекрытых сверху пачкой мощностью более 230 м плотных аргиллитов, являющейся идеальной покрышкой для скоплений нефти и газа.

2. Повышенное содержание в глинисто-алевритовых осадках органического углерода (в среднем более 2%).

3. Серая и темно-серая окраска пород, а также наличие в них пирита, что указывает на восстановительную обстановку осадконакопления.

4. Присутствие в разрезе мощных пластов песчаников, обладающих хорошими коллекторскими свойствами (открытая пористость 26—28% и проницаемость от 48 до 112 милидарси).

5. Согласно данным газокаротажа, на глубинах 787—830, 1 925—1 930 и 2 015—2 030 м в глинистом растворе фиксировалось повышенное (по сравнению с нормальным фоном) содержание углеводородных газов, составлявшее от 125 до 200 микроампер.

Важно при этом отметить, что опорная скважина закладывалась в пределах центральной части Белогорского прогиба с целью вскрытия наибольшей мощности осадочной толщи, что

заранее делало маловероятным обнаружение здесь сколько-нибудь значительных газо- и нефтепроявлений.

В какой-то мере неблагоприятным показателем для оценки Белогорского прогиба в нефтегазоносном отношении является довольно широкое развитие среди нижнемеловых осадочных отложений эффузивных пород. Однако при наличии хороших коллекторов и соответствующих структурных условий залежи нефти и газа можно встретить и в подобной области. К тому же данные последних геофизических и геологических исследований позволяют сделать предположение о том, что в юго-восточной части Зея-Буреинской впадины можно ожидать увеличения мощности нижнемеловых осадочных отложений и значительного уменьшения среди них эффузивов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Брод И. О.** Нефть и газ в народном хозяйстве. Изд. «Знание», 1959; 2. **Васильев В. Г., Вебер В. Т., Мандельбаум М. М.** Новые данные о геологическом строении и перспективах нефтеносности Зея-Амурского междуречья. «Геология нефти» № 7. 1957; 3. **Финько В. И., Заклинская Е. Д.** К вопросу о стратиграфии рыхлых отложений Зейско-Буреинской депрессии. «Известия АН СССР» сер. геолог. № 2. 1958.

ВОДОНОСНОСТЬ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД РАЙЧИХИНСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В. Г. ФЕТИСОВ,
действительный член Географического общества СССР,
кандидат технических наук

Одной из проблем, изучение которых в Приамурье отстает от запросов и нужд практики, является проблема гидрогеологии. Промышленные предприятия, строительства, сельское хозяйство нуждаются, в частности, в точном представлении о водоносности тех подпочвенных горизонтов, которые непосредственно влияют на хозяйственную деятельность. Настоящая статья ставит задачу осветить гидрогеологическую обстановку, в значительной степени определяющую успешность добычи райчихинских бурых углей, составляющей почти половину угледобычи Дальнего Востока. В то же время приведенные характеристики дают представление о водоносных горизонтах, типичных для целого пояса Приамурья, встречающихся в той или иной комбинации на целом ряде территорий.

Рельеф Райчихинского буроугольного месторождения отмечается мягкостью форм и овальными очертаниями в плане. Территория значительно изрезана мелкими реками с разностью высотных отметок от водораздельных участков не более 60 м. Речная система создала небольшие пологие террасовидные водоразделы — отроги, с относительными отметками от 185 до 250 м. Строение долин однотипно, генезис их эрозионный с наличием структурных террас. Наиболее крупными реками на месторождении являются Райчиха, впадающая в Амур, и Кивда — приток Буреи.

Месторождение представлено нижнетретичными осадочными породами, разделенными на две свиты, из которых нижнепалеогеновая (Кивдинская) является угленосной. Эта свита

несколько эрозированная уходит к северу под покров среднепалеогеновой (Водораздельных песков) надугольной свиты представленной песками, залегающими слоями с преобладанием косой слоистости, нередко содержащими гравий и мелкую гальку. Отложения этой свиты горизонтально залегают на возвышенных местах.

Месторождение бурого угля представлено двумя пластами со слабым наклоном (от 2° до 5°) на юго-запад. Первый Верхний мощностью до 6 м разрабатывается открытым способом. Второй — мощностью от 0,30 м до 1,2 м, залегает ниже на 9 м и не разрабатывается. Глубина расположения Верхнего пласта от поверхности различна и под водораздельной частью достигает 65 м.

По данным метеорологических наблюдений, количество атмосферных осадков, идущих на питание подземных вод, составляет 22,6%.

На площади отрогов, составляющей центральную водораздельную часть месторождения, выделены четыре водоносных горизонта, причем самый нижний из них гипсометрически залегает выше тальвегов долин. Это подтверждается наличием многочисленных естественных источников, находящихся на различных отметках по склонам падей, где происходит выклинивание водоносных горизонтов.

Два верхних водоносных горизонта (I и II) находятся в надугольной свите, III — типа пластово-трещинных вод — распространен в угольном пласте Верхний, IV лежит под угольным пластом. Кроме них, имеется еще ряд водоносных горизонтов местного значения. К последним относятся верховодка и локально-обводненные участки в пределах площади и глубины распространения II водоносного горизонта.

Выделенные водоносные горизонты разделяются глинистыми прослоями различной мощности. Несмотря, казалось бы, на совершенную обособленность, в местах выклинивания три верхних водоносных горизонта имеют гидравлическую связь.

Область питания подземных вод не имеет большого распространения и ограничивается Широким и Аллочкиным отрогами, т. е. находится в пределах исследуемой площади. Такая близость области питания быстро сказывается на колебании уровней и дебитах. Следует одновременно отметить, что атмосферные осадки для территории Райчихинска в среднем определяются в 550 мм в год, из которых около 75% выпадает с июня по сентябрь включительно, когда и наблюдается максимальный подъем уровней подземных вод.

Верховодка имеет местное распространение в виде отдельных небольших линз, мощностью, не превышающей 2,35 м. Она

приурочена к рыхлым песчаным породам, а иногда ее можно встретить и в покровных делювиальных суглинках; глубина залегания ее находится в пределах от 0,20 м до 7,55 м и в значительной мере повторяет рельеф поверхности. Нижним водоупором является светло-серая песчаная глина (суглинок) с линзами желтой глины, а местами весьма глинистый плотный песок. Во многих случаях верховодка соединяется с выходами источников I водоносного горизонта. Как правило, она залегает на отметках гипсометрически более высоких, но может быть встречена и на более низких участках.

I водоносный горизонт приурочен к первым слоям надугольной свиты и залегает на глубинах от 0.20 до 13,80 м. Абсолютные отметки зеркала колеблются в пределах от 220,78 до 194,52 м, но чаще составляют от 206 до 217,5 м. Воды слабонапорные. Прослеживается этот горизонт на площади Широкого отрога в пределах 55—60 км² и образует на склонах источники. Количество этих источников зависит от времени года и выпадения осадков, за счет которых и происходит питание водоносного горизонта. Значительная часть источников прекращает свое действие в зимнее время. Дебит их находится в пределах от 0.01 до 1 л/сек. и не превышает 1 л/сек., причем наиболее часты источники с дебитом около 0.05 л/сек.

Выходы I водоносного горизонта в основном отмечаются между отметками 195 м и 210 м и редко от них отклоняются. Между указанными отметками, а нередко и ниже, вода этого горизонта частично задерживается на пологих склонах отрогов и вызывает заболоченность подножий. Одиннадцатимесячные данные гидронаблюдательных скважин I водоносного горизонта показывают, что зеркало имеет амплитуду до 1.75 м. Максимальные отметки приходятся на июль—сентябрь, когда заканчивается оттаивание грунта и начинаются летние и осенние осадки, а минимальные падают на зиму и весну. В тех местах, где происходит выклинивание, как правило, водоносный горизонт перемерзает в зимнее время и источники его не действуют.

Мощность водоносного горизонта колеблется от 0,20 м до 4 м и лишь на отдельных участках достигает 7,75 м. Водоупором являются глины и суглинки серого цвета, залегающие слоем от нескольких сантиметров до нескольких метров. Сужения и выклинивания водоупорного слоя дают возможность иметь гидравлическую связь со II водоносным горизонтом.

Водосодержащими породами I водоносного горизонта являются пылеватые пески светло-желтые, иногда серые, мелкозернистые и среднезернистые, часто с содержанием гравия до 5—10%. Преобладают фракции размером от 1.0 до 0,25 мм

(мелкие и мелкозернистые пески). Водоотдача песков невелика — 22,10%, что может быть объяснено наличием значительных пленок воды вокруг мелкодисперсных частиц, содержание которых составляет до 21%. Коэффициент фильтрации характерен для сильнопылеватых и глинистых песков, каковыми они и являются.

При вскрытии траншеями надугольной свиты последняя легко дренирует воду горизонта, сохраняя устойчивость бортов в течение всего года; исключение представляют отдельные места, где в период сильных ливней, из-за повышения увлажненности борты траншеи подвергаются деформации.

II водоносный горизонт приурочен к нижней части надугольной свиты, состоящей из средне-, мелко- и тонкозернистых пылеватых песков серого и серовато-желтого цветов. Воды II горизонта вскрыты тридцатью двумя буровыми скважинами. Залегает он на глубине от 8,40 до 55,0 м. Абсолютные отметки зеркала колеблются в пределах от 171,88 до 194,52 м. Мощность в пределах от 0,60 до 12,0 м, а в среднем — 6,0 м. Напор небольшой, во многих случаях равный нулю (даже имеется спад) и только в единичных случаях достигает двух атмосфер. В пределах основного II водоносного горизонта иногда встречаются подгоризонты, имеющие локальное распространение. Образование их связано с атмосферными осадками, задерживающимися на небольших водоупорах (плотных пылеватого-глинистых тонкозернистых песках) при инфильтрации, а также с остаточными явлениями после высокого стояния зеркала II водоносного горизонта.

Нижний водоупор с мощностью 0,4—9 м состоит из серых и темно-серых плотных глин, суглинков и плотных супесей, залегающих в кровле пласта угля Верхний. Верхний водоупор выражен неясно, особенно на тех местах, где водоносная толща отличается сравнительно большой мощностью и полностью не обводнена. Водоупоры часто выклиниваются, и тогда воды II горизонта сообщаются с водами III горизонта, находящегося в угольном пласте. О гидравлической связи между обоими горизонтами свидетельствует пробная откачка из III горизонта (при перекрытии II горизонта обсадными трубами) по замерам наблюдательных скважин, недобуренных на 4—5 м до кровли угольного пласта, приведшая к понижению статического уровня II горизонта на 0,15—0.20 м.

В отличие от источников I водоносного горизонта источники II горизонта действуют наиболее постоянно и в меньшей степени зависят от атмосферных осадков, хотя последние составляют их главное питание. Достаточно большой вековой статический запас грунтовых вод II горизонта дренируется

очень медленно и распространен на относительно большой площади, поэтому он наиболее постоянно питает источники, не замерзающие даже зимой. Дебиты источников незначительны и в среднем равны 0,01 л/сек. Как исключение отмечен один источник с дебитом 0,4 л/сек., что связано с направлением основного грунтового потока. Следует отметить, что источники в весеннее время увеличивают свой дебит и уменьшают его зимой.

Годовой результат наблюдений за II водоносным горизонтом по скважинам указывает, что его зеркало в различные времена года имеют амплитуду до 6,48 м. Как исключение отмечена одна скважина с амплитудой в 9,10 м. Максимальные отметки зеркала приходятся на осенние месяцы (сентябрь), минимальные на зимние (январь).

Водосодержащими породами II горизонта являются средне-мелко- и тонкозернистые пески, с блестками слюды, обычно пылевато-глинистые серого цвета, иногда с голубоватым оттенком. Для гранулометрического состава песков характерно значительное содержание пылеватых (до 42%) и глинистых (до 13%) частиц.

Важное значение имеет определение фильтрационных свойств подобных песков. По данным откачек, произведенных в 1934 г. из скважин, пробуренных в надугольном водоносном горизонте на участке Аллочкиного отрога, коэффициент фильтрации равнялся 2,59—3,45 м/сутки. Произведенная там же в 1940 г. пробная откачка показала, что при понижении уровня на 0,5 м дебит составил 20 м³/сутки, коэффициент фильтрации — 5,65 м/сутки. Геолог А. Т. Пономаренко приводит свои данные по откачке из этого же горизонта и также на Аллочкином отроге; по ним дебит составляет от 1,8 до 4,3 м³/сутки коэффициент фильтрации — 5,12 м /сутки. Работами 1949 г. на том же отроге отмечена наибольшая величина коэффициента фильтрации по лабораторным данным 1,224 м/сутки и по опытному наливу в гидрогеологическую скважину 0,15 м/сутки. Водоотдача, определенная лабораторным способом, имела значение от 6,9% до 13,7%.

Массовые лабораторные исследования 1951 г. определяют водоотдачу в пределах от 9,1% до 22,10% при среднем значении ее из 100 определений равном 13%. В двух пробах коэффициент фильтрации, определенный в приборе Каменского, на наш взгляд, оказался завышенным — 42 м/сутки и 76,5 м/сутки. Остальные результаты находятся в пределах от 1,05 м/сутки до 10 м/сутки. Такая амплитуда коэффициента фильтрации песков вполне закономерна и зависит от некоторой неоднородности гранулометрического состава водоносной свиты, в связи с чем изменяется ее водопроводимость.

(мелкие и мелкозернистые пески). Водоотдача песков невелика — 22,10%, что может быть объяснено наличием значительных пленок воды вокруг мелкодисперсных частиц, содержание которых составляет до 21%. Коэффициент фильтрации характерен для силтопылеватых и глинистых песков, каковыми они и являются.

При вскрытии траншеями надугольной свиты последняя легко дренирует воду горизонта, сохраняя устойчивость бортов в течение всего года; исключение представляют отдельные места, где в период сильных ливней, из-за повышения увлажненности борты траншеи подвергаются деформации.

II водоносный горизонт приурочен к нижней части надугольной свиты, состоящей из средне-, мелко- и тонкозернистых пылеватых песков серого и серовато-желтого цветов. Воды II горизонта вскрыты тридцатью двумя буровыми скважинами. Залегает он на глубине от 8,40 до 55,0 м. Абсолютные отметки зеркала колеблются в пределах от 171,88 до 194,52 м. Мощность в пределах от 0,60 до 12,0 м, а в среднем — 6,0 м. Напор небольшой, во многих случаях равный нулю (даже имеется спад) и только в единичных случаях достигает двух атмосфер. В пределах основного II водоносного горизонта иногда встречаются подгоризонты, имеющие локальное распространение. Образование их связано с атмосферными осадками, задерживающимися на небольших водоупорах (плотных пылеватого-глинистых тонкозернистых песках) при инфильтрации, а также с остаточными явлениями после высокого стояния зеркала II водоносного горизонта.

Нижний водоупор с мощностью 0,4—9 м состоит из серых и темно-серых плотных глин, суглинков и плотных супесей, залегающих в кровле пласта угля Верхний. Верхний водоупор выражен неясно, особенно на тех местах, где водоносная толща отличается сравнительно большой мощностью и полностью не обводнена. Водоупоры часто выклиниваются, и тогда воды II горизонта сообщаются с водами III горизонта, находящегося в угольном пласте. О гидравлической связи между обоими горизонтами свидетельствует пробная откачка из III горизонта (при перекрытии II горизонта обсадными трубами) по замерам наблюдательных скважин, недобуренных на 4—5 м до кровли угольного пласта, приведшая к понижению статического уровня II горизонта на 0,15—0,20 м.

В отличие от источников I водоносного горизонта источники II горизонта действуют наиболее постоянно и в меньшей степени зависят от атмосферных осадков, хотя последние составляют их главное питание. Достаточно большой вековой статический запас грунтовых вод II горизонта дренируется

очень медленно и распространен на относительно большой площади, поэтому он наиболее постоянно питает источники, не замерзающие даже зимой. Дебиты источников незначительны и в среднем равны 0,01 л/сек. Как исключение отмечен один источник с дебитом 0,4 л/сек., что связано с направлением основного грунтового потока. Следует отметить, что источники в весеннее время увеличивают свой дебит и уменьшают его зимой.

Годовой результат наблюдений за II водоносным горизонтом по скважинам указывает, что его зеркало в различные времена года имеют амплитуду до 6,48 м. Как исключение отмечена одна скважина с амплитудой в 9,10 м. Максимальные отметки зеркала приходятся на осенние месяцы (сентябрь), минимальные на зимние (январь).

Водосодержащими породами II горизонта являются средне-мелко- и тонкозернистые пески, с блестками слюды, обычно пылевато-глинистые серого цвета, иногда с голубоватым оттенком. Для гранулометрического состава песков характерно значительное содержание пылеватых (до 42%) и глинистых (до 13%) частиц.

Важное значение имеет определение фильтрационных свойств подобных песков. По данным откачек, произведенных в 1934 г. из скважин, пробуренных в надугольном водоносном горизонте на участке Аллочкиного отрога, коэффициент фильтрации равнялся 2,59—3,45 м/сутки. Произведенная там же в 1940 г. пробная откачка показала, что при понижении уровня на 0,5 м дебит составил 20 м³/сутки, коэффициент фильтрации — 5,65 м/сутки. Геолог А. Т. Пономаренко приводит свои данные по откачке из этого же горизонта и также на Аллочкином отроге; по ним дебит составляет от 1,8 до 4,3 м³/сутки, коэффициент фильтрации — 5,12 м/сутки. Работами 1949 г. на том же отроге отмечена наибольшая величина коэффициента фильтрации по лабораторным данным 1,224 м/сутки и по опытному наливу в гидрогеологическую скважину 0,15 м/сутки. Водоотдача, определенная лабораторным способом, имела значение от 6,9% до 13,7%.

Массовые лабораторные исследования 1951 г. определяют водоотдачу в пределах от 9,1% до 22,10% при среднем значении ее из 100 определений равном 13%. В двух пробах коэффициент фильтрации, определенный в приборе Каменского, на наш взгляд, оказался завышенным — 42 м/сутки и 76,5 м/сутки. Остальные результаты находятся в пределах от 1,05 м/сутки до 10 м/сутки. Такая амплитуда коэффициента фильтрации песков вполне закономерна и зависит от некоторой неоднородности гранулометрического состава водоносной свиты, в связи с чем изменяется ее водопроводимость.

С целью определения фильтрационных свойств и дебита водосодержащей свиты использованы данные пробных откачек из одиночной скважины и скважин, имевших по две наблюдательных для замера депрессионных кривых. Откачки проводились штанговыми насосами в 6 и 4 дюйма и жоленкой. Откачка из одиночной скважины проходила на три понижения. Определение дебита, удельного дебита и коэффициента фильтрации осуществлялось в условиях безнапорного горизонта. В результате этих наблюдений коэффициент фильтрации, рассчитанный по формулам и графикам Н. К. Гиринского[1], в среднем определился в 0,4 м/сутки. Другая пробная откачка, проведенная из кустовой гидрогеологической скважины при двух понижениях, в условиях слабого напора II горизонта, дала коэффициент фильтрации 1,55 м/сутки. Вычисленный радиус депрессионной воронки составил 15 м. Полученный коэффициент фильтрации в обоих случаях небольшой и за средний расчетный может быть принят равным 1 м/сутки.

Таким образом, при значительном содержании пылеватых и глинистых частиц в средне-, мелко- и тонкозернистых песках коэффициент фильтрации составляет относительно малую величину. В условиях Райчихинского месторождения, где также пески представляют основные породы надугольной свиты этим и объясняется плохая отдача водопосной свиты.

Карта изогипс, составленная на основании одновременных замеров отметок зеркала II водопосного горизонта, показывает основное направление потока на юго-восток и наибольшие притоки в выработанное пространство. Грунтовый поток в значительных случаях повторяет гипсометрию кровли пласта. Максимальная отметка зеркала горизонта (194 м) находится в северо-западной части Широкого отрога, минимальная (176 м) — в районе Аллочкиного отрога. Таким образом, величина напора составляет 18 м. Уклон грунтового потока, замеренный по карте гидроизогипс, равен 0,004. Пополнение статических запасов происходит не только за счет атмосферных осадков, но также и за счет I водоносного горизонта, гидравлически связанного со II горизонтом.

II водопосный горизонт, повсеместно распространенный, наиболее мощный и водообильный по сравнению с другими горизонтами, оказывает основное влияние на обводненность буроугольного месторождения. С ним в угольных разрезах связаны явления оползания бортов вскрышных уступов, особенно усиливающиеся в период осадков.

[1] Н. К. Гиринский. Определение коэффициента фильтрации. М. Госгеолиздат, 1950.

III водоносный горизонт приурочен непосредственно к пласту угля. Наличие в угле трещиноватости самого разнообразного характера создает благоприятные условия для циркуляции подземных вод, поступающих из вышележащих водоносных пород в тех местах, где имеются выклинивания водоупоров. Таким образом, воды III водоносного горизонта по характеру залегания и циркуляции следует рассматривать как пластово-трещинные.

Характер залегания пласта угля и его водоупоров влияет на площадь обводнения. Так, в северо-западной части Широкого отрога, где угольный пласт приподнят, пластово-трещинные воды отсутствуют; максимальное обводнение наблюдается на юго-востоке и особенно на участках местного западания. Последние, в частности, отмечены в трех местах.

В соответствии с гипсометрией почвы пласта угля Верхний вода III горизонта циркулирует по трещинам на юго-восток в сторону понижения пласта и там сбрасывается в пади.

Угольный водоносный горизонт обнаружен двадцатью тремя скважинами. Абсолютная отметка его зеркала колеблется от 159.16 до 186,43 м. Высота напора достигает 13,35 м, но в большинстве случаев колеблется в пределах 3—5 м. Максимальная высота напора отмечена на Аллочкином отроге в 1949 г. — 18 м хотя и там в большинстве случаев составляла 9—11 м. Напорный характер угольного горизонта безусловно свидетельствует о гидравлической связи с II водоносным горизонтом, отметки пьезометрических уровней обоих горизонтов увязываются. По некоторым скважинам напор совершенно отсутствует, что объясняется значительным дренированием в ближайший распадок. Ряд пробуренных скважин был сухим, что указывает на слабую обводненность пласта.

Нижним водоупором III горизонта являются серые пластичные глины, выдержанные по мощности (не менее 2,5—3 м).

Выходы источников угольного водоносного горизонта наблюдаются на отметках от 159 до 167 м и обычно не являются постоянными.

Кратковременная оттартовка (из-за слабой водообильности) воды из скважины при понижении на 10,3 м показала, что величина коэффициента фильтрации настолько незначительна, что, несмотря на наличие некоторого напора водоносного горизонта, восстановление уровня воды в скважине происходило весьма медленно, в течение нескольких часов. Это явление подтверждает слабую водообильность угольного пласта. Одновременный замер уровней воды в гидронаблюдательных скважинах указывает на направление грунтового потока в соответст-

вии с общим направлением понижения угольного пласта, что имело место и во II (надугольном) водоносном горизонте.

III водоносный горизонт не только слабо водообилен, но также быстро дренируется и не требует на свое осушение каких-либо специальных дренажных мероприятий.

IV водоносный горизонт (подугольный) выявлен гидрогеологической съемкой. Признаками его послужили абсолютные отметки выхода источников на поверхность (в пределах от 131 до 158 м), температура воды, равная от 0° до +4°С, при температуре воздуха в тени от +23° до +28°С. Дренируясь в распадки, водоносный горизонт никакого влияния на работу углеразрезов не оказывает.

ВЫВОДЫ

1. На устойчивость откосов вскрышных уступов в основном отрицательно влияет II водоносный горизонт, осушение которого создаст условия ритмичности в работе углеразрезов и сократит время на ликвидацию последствий оползневых явлений.

2. Наличие гидравлической связи между верхними тремя водоносными горизонтами и их залегание выше тальвегов долин позволяет осушать вскрышные породы осушением нижнего III (угольного) водоносного горизонта. Кроме того, осушение месторождения может быть достигнуто также проходкой нескольких (одной, двух) разрезных траншей до угольного пласта вкрест направления грунтового потока. Это обстоятельство имеет весьма существенное значение при составлении проекта осушения.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ ПРИАМУРЬЯ И ПРИМОРЬЯ

А. И. КАЧИЯНИ,
действительный член Географического общества СССР,
кандидат биологических наук

Г. А. ТРЕГУБОВ,
действительный член Географического общества СССР

При разработке предлагаемой рабочей классификации почв Приамурья, Приморья и других районов Дальнего Востока, расположенных южнее 54° с. ш., был использован в качестве исходного документа номенклатурный список почв, предложенный на правах проекта координационным совещанием, состоявшимся в Почвенном институте имени Докучаева АН СССР в 1958 г. Список этот подвергся широкому обсуждению на специальном заседании расширенного ученого Совета при Дальневосточном научно-исследовательском институте сельского хозяйства и был дополнен на основании местных исследовательских материалов. В составлении публикуемого ниже списка почв Дальнего Востока южнее 54° с. ш. участвовали научные работники и сотрудники Дальневосточных научно-исследовательских институтов сельского хозяйства и лесного хозяйства, Дальневосточного филиала Сибирского отделения АН СССР, Амурской и Приморской сельскохозяйственных станций, Дальневосточной рисовой опытной станции, Сахалинского комплексного института СО АН СССР, Хабаровского педагогического института и других организаций: В. П. Басистый, А. Т. Грицун, А. И. Егорченков, Г. И. Иванов, А. М. Ивлев, А. И. Качияни, С. П. Кузнецов, В. Т. Куркаев, Б. А. Неунылов, А. Г. Новак, Е. А. Старостин, Л. Д. Тихомирова, Г. А. Трегубов, Л. К. Цеквава.

Назначение списка — упорядочить местную номенклатуру почвенных наименований и помочь местным работникам ориентироваться в сложном комплексе и многообразии почв южной части Дальнего Востока, в том числе районов еще слабо изученных. Список этот не окончательный: он будет уточняться по

мере накопления материалов в результате дополнительных исследований и составления почвенных карт всей этой территории.

В основу выделения типов и подтипов почв положен принцип разделения их по зональности, характеру растительности, поясности — для горно-лесных почв, основным морфологическим показателям, хозяйственному назначению. Для почв, пригодных под пашню, учтены также их потенциальные возможности по агрохимическим показателям. Указанные в списке типы и подтипы почв могут встречаться на территории Дальнего Востока до 54° с. ш. в границах Приморского, Хабаровского краев, Амурской и Сахалинской областей[1].

Ниже излагаются необходимые пояснения почвенных типов и подтипов.

1а. Собственно горно-тундровые почвы не образуют сплошного покрова, они представлены в виде разрозненных дерновин, мощностью до 8 см, прикрывающих грубокаменистые обнажения плотных горных пород.

1б. Горные торфянисто-перегнойные почвы состоят из грубо оторфованной, плохо разложившейся подстилки с примесью мелкозема. Мощность всего их профиля обычно не превышает 15—20 см. Ниже залегает плотная горная порода разной степени выветривания.

1в. Горные торфянисто-подзолисто-глеевые почвы в отличие от предыдущих расчленены по профилю на 2 горизонта — грубо-гумусный оторфованный и оподзоленный (ниже иногда отмечается глеевый горизонт). Общая мощность всех горизонтов не превышает 30—50 см.

2. Субальпийские лесолуговые почвы различаются между собой лишь по наличию или отсутствию оподзоленного горизонта. Относятся к водоохранной зоне.

3. Гумусово-иллювиальные почвы обычно грубоскелетные или с рыхлым по профилю сложением щебенистых горизонтов. Слабокаменистые (или опесчаненные) их разности в результате внутрипочвенного промывания водами поверхностного стока приобретают монотонную серую окраску всех горизонтов.

3а. Гумусово-иллювиальные неоподзоленные почвы характеризуются наличием сильно развитой микоризы в гор. A_1, образующей иногда как бы подгоризонт с розоватой окраской, часто принимаемый за оподзоленный.

3б. Гумусово-иллювиальные оподзоленные почвы отличаются значительно более слабым развитием микоризы и отчетливым выражением оподзоленного горизонта.

3в. Гумусово-иллювиальные железистые (оподзоленные и неоподзоленные) почвы с прочной рухляковой прослойкой перед гор. A_2 (реже — ниже его) — распространены обычно на древ-

[1] Высотные отметки показаны над уровнем моря.

них песчаных отложениях, а также на сильно выветрелых опесчаненных и рухляковых породах.

3г. Торфянисто-гумусово-иллювиальные почвы на Сахалине обычны для типов леса по густым зарослям из курильского бамбука и реже в лесах со сплошным покровом — подлеском из болотных багульников.

3д. Вторичные дерновые (оподзоленные и неоподзоленные) почвы образуются на фоне почв подтипов инд. 3в и 3г после сводки леса и на гарях; под слоем образовавшейся дернины всегда заметна зольная прослойка толщиной до 5 см.

3е. Гумусово-иллювиальные подвешенные почвы имеют дерновый горизонт (обычно хорошо развитый), отграничивающийся от иллювиально-гумусового горизонта мощной грубокаменистой или мелко щебенистой прослойкой, лишенной мелкозема в результате отпрепарирования ее внутрипочвенным стоком поверхностных вод. Гумусово-иллювиальный горизонт иногда сильно прокрашенный вмытым перегноем, обычно лежит на плотных исходных породах. Формируются эти почвы на затяжных склонах и на шлейфах куполообразных гор, а также в широких веерообразных днищах верховьев горных долин под лесами всех формаций.

3ж. Гумусово-иллювиальные фрагментарные почвы имеют почти бесскелетный перегнойный горизонт, сильно связанный древесными корнями; элювиальный горизонт грубокаменистый; иллювиальный — рыхлый щебенистый на плотной слабовыветрелой горной породе.

4. Ареал распространения бурых лесных почв по вертикали поясности значительно расширяется в случае формирования их на базальтах (абс. высота 100—1000 м).

4а. Собственно бурые лесные почвы отличаются отсутствием оподзоленного горизонта и интенсивной бурой окраской всего разреза.

4б. В профиле бурых лесных оподзоленных почв отчетливо или слабо выделяется оподзоленный горизонт.

4в. Бурые лесные оподзоленные оглеенные почвы отличаются от предыдущих наличием глееватости по профилю, которая заметна уже в оподзоленном горизонте.

5а. Оглеенность по профилю заметна уже в перегнойном горизонте, книзу она усиливается вплоть до образования глея на глубине залегания иллювиального горизонта.

6. Светло-бурые таежные почвы формируются на обнажениях третичных песков по высоким речным террасам и приподнятым древнеозерным равнинам.

6а. Собственно светло-бурые таежные почвы малогумусные и заметно опесчаненные. Окраска их по профилю монотонная — чаще светло-бурая или белесо-желтая.

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ СПИСОК ПОЧВ

Индекс	Подтип	Растительность	Географическое распространение	Хозяйственная оценка
1	2	3	4	5
		I. ПОЧВЫ ГОРНЫХ РАЙОНОВ		
		А. Зона горно-тундровая и предгольцовых карликовых лесов		
		1. Горно-тундровые (пояс тундровый)		
1а	Горно-тундровые	Горно-лишайниковая тундра	Сихотэ-Алинь выше 1 100—1 200 м: Буреинский и Баджальский хребты и о. Сахалин выше 800 м	Водоохранная зона
1б	Горные торфянисто-перегнойные	Кедровый стланик, низкорослые ельники, лиственничники и каменно-березовые криволесья. На прогалинах лишайники и альпийские кустарники		
1в	Горные торфянисто-подзолисто-глеевые	Преобладают каменно-березовые криволесья		
		2. Субальпийские лесо-луговые (пояс субальпийский)		
2а	Горные лесо-луговые оподзоленные	Парковые каменно-березовые леса и криволесья по разнотравию	Сихотэ-Алинь, предгольцовый альпийский пояс, выше 800 м	
2б	Горные лесо-луговые неоподзоленные	Каменная береза с курильским бамбуком	Горные высоты на о. Сахалине, высота 300—500 м в северной и 500—800 м в южной части острова	
		Б. Зона горно хвойных лесов		
		3. Гумусово-иллювиальные (пояс темнохвойных лесов)		
3а	Гумусово-иллювиальные неоподзоленные	Елово-пихтовые зеленомошники с дерном канадским и брусничники	Сихотэ-Алинь, на юге выше 1 000 м, по холодным долинам опускаются до 300 м. Северней широты оз. Кизи выклиниваются на уровне моря: Буреинский и Баджальский хребты — выше 500 м	Леса водоохранные и ограниченно эксплуатационного значения
3б	Гумусово-иллювиальные оподзоленные			
3в	Гумусово-иллювиальные железистые (оподзоленные и неоподзоленные)	Елово-пихтовые зеленомошники с папоротниками	о. Сахалин, на юге в пределах 100—450 м, в центральной части 100—300 м, на севере острова отмечены в виде отдельных вкраплений	Леса водоохранного значения и основные эксплуатационные
3г	Торфянисто-гумусово-иллювиальные			
3д	Вторично-дерновые (оподзоленные и неоподзоленные) — на фоне предыдущих двух подтипов — после сводки леса и на гарях	Вейниковые покровы	о. Сахалин	Основной лесокультурный фонд — преимущественно под лиственницу

1	2	3	4	5
3е	Гумусово-иллювиальные подвешенные	Елово-пихтовые, реже елово-широколиственные с кедром, а также лиственничники кустарниковые и вейниково-осоковые	Повсеместно в горных районах Приамурья и Приморья	Почвозащитные леса; рубки с механизированной трелевкой и пожары приводят к полной потере почвы
3ж	Гумусово-иллювиальные фрагментарные	Кедрово-широколиственные и широколиственные леса	Крутые и ступенчатые склоны мелкосопочника	Леса почвозащитного значения
		В. Зона горных хвойно-	**широколиственных лесов**	
4. Бурые лесные (пояс хвойно-широколиственный)				
4а	Бурые лесные	Елово-пихтовые леса II бонитета на базальтовых плато; кедровые боры, лиановые кедровники, елово-широколиственные леса с кедром	Сихотэ-Алинь, высота под ельниками 600—800 м, а под кедровниками и елово-широколиственными лесами — выше 300 м	Основные эксплуатационные леса и земли ограниченного сельскохозяйственного значения
4б	Бурые лесные оподзоленные	Кедрово-широколиственные и вторичные леса с орехом маньчжурским и бархатом	Сихотэ-Алинь, Буреинский хребет, высота 250—600 м	Почвозащитные леса
		Вторичные широколиственные леса, а также березняки по вырубкам в пихтово-еловых лесах	Южная часть о. Сахалина, на высоте 100—400 м	
4в	Бурые лесные оподзоленные оглеенные	Кедровники с елью и ясенем на влажных шлейфах и в широких седловинах; в подлеске преобладают два вида спиреи — рябинолистная и иволистная	Сихотэ-Алинь, высота по склонам до 700 м и на шлейфах до 200 м. Буреинский хребет, высота до 500 м	
		Хвойно-широколиственные леса	На юге о. Сахалина, высота в пределах 200—700 м	Основные эксплуатационные леса
5. Бурые лесные глеевые			Повсеместно по бессточным плато и седловинам в зоне бурых почв (Инд. 4а—4в)	Водоохранные и ограниченно эксплуатационные леса
5а	Бурые лесные глеевые	Ельники, лиственничники и елово-широколиственные леса	РАВНИННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	
		II. ПОЧВЫ ПРЕДГОРИЙ И	**лесов**	
		А. Зона хвойных		
6. Светло-бурые таежные				
6а	Светло-бурые таежные	Сосновые и сосново-лиственничные леса		
6б	Светло-бурые таежные оподзоленные (в том числе ожелезненные)	Лиственнично-сосновые с дубом и лиственнично-березовые леса с белой и даурской березой	Зейское плато (ареал распространения сосново-лиственничных лесов в Амурской области и эндемически в бассейне р. Амгунь)	Леса водоохранного значения и эксплуатационные: основной лесокультурный фонд под сосну. Земли пригодные под распашку
6в	Светло-бурые таежно-мерзлотные	Ельники, лиственничники и реже сосновые леса		

1	2	3
		7. Светло-бурые
7а	Светло-бурые болотно-таежные	Мокрые лиственничники и ельники кустарничковые или по вейнику
7б	Светло-бурые болотно-таежные мерзлотные	
		8. Подзолистые
8а	Подзолистые	Лиственнично-еловые леса и вторичные березняки. Лиственничные и лиственнично-составные леса с кедровым стлаником и ягельниками.
8б	Подзолистые с укороченным профилем (карликовые)	Лиственнично-белоберезовые леса с папоротниковым покровом
		9. Подзолисто-
9а	Подзолисто-глеевые	Ельники, елово-пихтовые или лиственничные леса и вторичные разреженные белоберезняки
9б	Торфянисто-подзолисто-глеевые	Ерниковые заросли по бугристо-кочкарниковой мари среди березовых и лиственнично-березовых перелесков паркового типа
	Б. Зона хвойно-широколиственных, широколиственных	
		10. Буро.-
10а	Буро-подзолистые	Широколиственно-хвойные и широколиственные леса с подлеском из лещины разнолистной, лесопедецы и др. по лесному разнотравию
10б	Буро-подзолистые оглеенные	Преобладают кедровники с ясенем, елово-широколиственные леса с кедром и производные от них леса — дубово-черноберезовые, дубово-липовые и др.

4	5
болотно-таежные	
Зейское плато (ареал распространения сосново-лиственничных лесов в Амурской области и эндемически в бассейне р. Амгунь)	Леса ограниченно эксплуатационного значения. Требуется мелиорация для улучшения лесорастительных условий. Земли трудные для сельскохозяйственного использования
Амгунь-Буреинский водораздел, Нижний Амур, северная часть Сахалина	Леса эксплуатационного значения
Высокие террасы и пологие увалы в центральной части о. Сахалина, высота 30—70 м	Леса ограниченного эксплуатационного значения
глеевые	
Низовья Амура и северо-восточная часть третьей террасы Зейско-Буреинской равнины, северная часть о. Сахалина	Низкобонитетные лиственничные и мелколиственные леса. Земли, трудные для сельскохозяйственного использования
лесов и луговых территорий	
подзолистые	
Предгорья (и примыкающие к ним высокие увалы) Сихотэ-Алиня и Буреинского хребта, окаймляющие равнины Амуро-Уссурийской депрессии	Эксплуатационные леса и ограниченные резервы земель сельскохозяйственного значения при условии соблюдения противоэрозионных мероприятий. Рекомендуется промышленное садоводство
Широкие западины и вогнутые пологие склоны в предгорьях на фоне буро-подзолистых почв (инд. 10а)	Ограниченно эксплуатационные леса и незначительные резервы земель для сельскохозяйственного использования

1	2	3
		11. Дерново-
11а	Дерново-подзолистые	Елово-широколиственные и производные от них леса
11б	Дерново-подзолистые оглеенные	Лиственничники по вейнику или дубово-березовые редколесья по злаково-разнотравному травостою, а также порослевые древесно-кустарниковые заросли
		12. Лугово-
12а	Лугово-дерновые (лугово-черноземовидные)	Остепненные луга — преимущественно злаково-разнотравные
12б	Лугово-дерновые оподзоленные (серые лесные оглеенные)	Остепненные луга с порослевыми древесно-кустарниковыми зарослями
		13. Луговые
13а	Луговые перегнойно-глеевые	Вейниково-разнотравные и вейниковые с примесью бобовых — луга
13б	Луговые иловато-подзолисто-глеевые	Вейниково-осоково-разнотравные различных модификаций — чистые или кустарниковые луга
13в	Луговые глеевые «осоло-делые»	
13г	Луговые оподзоленно-глеевые	Осиновые с примесью других пород колки на фоне почв (инд. 13б)
		14. Лугово-
14а	Лугово-болотные иловато-глеевые	Вейниковые, ссоково-вейниковые и осоково-кочкарные травостои с участием гидрогипновых мхов
14б	Лугово-болотные торфянисто-глеевые	
		15. Болотные
15а	Торфяно-болотные низинные	Осоковые, осоково-пушицевые и болотно-вейниковые травостои

4	5
подзолистые	
Слабокаменистые или некаменистые короткие шлейфы предгорий	Основные фонды распаханных и пахатнопригодных земель,нуждающиеся в регулировании стока поверхностных вод путем применения простейших агромероприятий
Подгорные или увалисто-холмистые равнины Приморья и Приамурья	
дерновые	
Увалистые равнины, приподнятые участки древних пойм, края древнеозерных котловин и затяжные шлейфы. Сильно развиты на второй террасе Зейско-Буреинской равнины	Лучшие по потенциальному плодородию земли, используемые под распашкой (Амурская область). При правильной обработке, включая мероприятия по борьбе с избыточным увлажнением, обеспечивают повышенные и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур
глеевые	
Низменные и плосковершинные водораздельные равнины, а также обширные блюдцевидные понижения и днища падей	Основные природные сенокосы и выгонно-пастбищные угодья, инд. 13а, кроме того, учитывая повышенное потенциальное плодородие — земли орошаемого земледелия
болотные	
Бессточные участки низменностей, днищ падей и блюдцевых понижений	Потенциальный фонд лугопастбищных угодий
почвы	
Бессточные низины и окраины зарастающих водоемов	

1	2	3
15б	Торфяно-болотные переходного подтипа	Сфагново-осоково-кустарничковые мари с угнетенной лиственницей
15в	Торфяно-болотные верховые	Моховые мари (сфагновые иногда с пушицей).
	III. ПОЧВЫ РЕЧНЫХ ДОЛИН	
	16. Дерново-аллювиальные	
16а	Дерновые неоподзоленные	Широколиственные, елово-широколиственные, елово-пихтовые, лиственничные белоберезовые и тополево-ивово-пихтовые леса
16б	Дерновые оподзоленные	
16в	Торфянисто-дерновые	Мокрые ельники, лиственничные и тополево-ивовые зеленомошники
16г	Дерновые подвешенные (в т. ч. фрагментарные)	Кедрово-широколиственные с елью, ильмово-ясеневые и др.
	17. Дерновые слоисто-	
17а	Дерновые неоподзоленные	Парковые дубняки, осинники и белоберезняки
17б	Дерновые оподзоленные	Разреженные ивняки и редины других лиственных пород
	18. Пойменные слоисто-	
18а	Слабо задернованные (фрагментарные)	Ивняки, заросли яблони, шиповника и других лиственных пород
	19. Пойменные слоисто-	
19а	Иловато-дерновые слоистые	Парковые пойменные леса по вейниковому травостою и чистые вейниковые луга
	20. Пойменные слоисто-	
20а	Иловато-болотные	Заросли влаголюбивых кустарников и древесных пород или чистые осоково-кочкарные луга
20б	Торфянисто-болотные	Осоково-кочкарные пушицевые и др. болота, а также болотистые и маревые лиственничники и их производные
20в	Иловато-торфянисто-болотные	
20г	Торфяно-болотные	

4	5
Слабодренированные плато междуречий, заболоченные надпойменные речные террасы и шлейфы горных склонов	Лесное пользование ограниченное. Земли малопригодные для земледелия. Плохие пастбища северного оленя
Депрессии на плосковершинных водоразделах	
И ЗАЛИВНЫХ ПОЙМ	
горных речных долин	
Горные долины рек — повсеместно (инд. 16в — распространен только в зоне хвойных лесов)	Лесохозяйственное значение слабое. Земли легко окультивируемые (торфянисто-дерновые до вспашки нуждаются в простейшей мелиорации)
Островки и крутобережные высокие поймы в горных долинах рек	Почвозащитные леса. Сводка леса, распашка приводят к потере почвы
аллювиальные	
Долины больших рек (преимущественно в среднем их течении)	Земли плодородные: преобладающая их площадь в обжитой полосе — распахана
аллювиальные лесные	
Прибрежные залесенные участки рек	Берегозащитные леса
аллювиальные луговые	
Крупные долины рек (Амур, Зея, Бурея, Иман, Бикин, Уссури и др.) и низовья их притоков.	Пойменные сенокосы — лучшие по качеству и урожайности естественного травостоя
аллювиальные болотные	
Крупные долины рек (Амур, Зея, Бурея, Иман, Бикин, Уссури и др.) и низовья их притоков	Пойменные сенокосы — средние по качеству и урожайности Естественные луговопастбищные угодья, нуждающиеся в той или иной степени в гидротехнической мелиорации

6б. Светло-бурые таежные оподзоленные почвы, как правило, слабо расчленены по профилю на генетические горизонты; оподзоливание резче обнаруживается на плато и затухает в случае формирования их на эродированных участках. Иллювиальный горизонт заметно заилен. На фоне оподзоленных часто встречаются их ожелезненные разности с наличием рухляковых зерен или оруденелых прослоек в гор. A_2 или гор. В. До сих пор они отмечались в области Зейского плато и вероятны для низовьев Амура и Сахалина.

6в. Светло-бурые таежно-мерзлотные почвы находятся в зоне островной вечной мерзлоты (область Верхне-Зейского плато) и отличаются от светло-бурых оподзоленных почв оторфованностью поверхностного горизонта; по профилю их в гор. В наблюдается столбчатая структура в том случае, если он протаял и не переполнен водой.

7. На слабосточных равнинах развиваются светло-бурые болотно-таежные и такие же, но мерзлотные почвы. Оттаивают они редко и на глубину не более 50—70 см. На поверхности этих почв часто наблюдаются бугры пучения.

8. Подзолистые почвы приурочены, как правило, к мелко- и рыхлоскелетным или песчаным подстилающим материнским породам; иногда похожие на подзолы почвы образуются на пеллитах и аргиллитах в районах неглубокого от поверхности залегания каменноугольных пластов (отмечены в окрестностях г. Райчихинска и ст. Литовко). Часто образуют комплексы с подзолисто-глеевыми и другими более заболоченными почвами.

9а. Подзолисто-глеевые почвы в отличие от собственно подзолистых оглеены по профилю; мощность слабооформленного гумусового горизонта обычно не превышает 3—4 см. В комплексе с торфянисто-подзолисто-глеевыми почвами они распространены также в области северо-восточных притаежных районов Зейско-Буреинской равнины и даже на Биробиджанской низменности под ивнячково-березнячковыми ерниками со скудным травостоем. Микрорельеф их кочковато-бугристый. на поверхности бугров пучения в результате явлений солюфикции наблюдаются безгумусовые пятна.

9б. Торфянисто-подзолисто-глеевые почвы по сравнению с подзолисто-глеевыми несколько интенсивнее оглеены по профилю. Мощность слабооформленного торфянистого (иногда полуторфянистого) горизонта обычно не превышает 4—6 см.

10. Буро-подзолистые почвы достаточно четко дифференцированы на генетические горизонты: перегнойный, оподзоленный и иллювиальный. В окраске их всегда наблюдаются бурые оттенки (от светло-бурого до желто-бурого). усиливающиеся во влажном состоянии почвы. В условиях лесной обстановки благодаря богатому листовому опаду древесных и кустарнико-

вых пород, перегнойно-аккумулятивный горизонт этих почв содержит повышенное количество гумуса и обменных оснований; мощность его 7—10 см на целине, а под сомкнутыми хвойно-широколиственными лесами — до 20 см. Буро-подзолистые почвы в генетическом отношении занимают промежуточное положение между бурыми лесными оподзоленными и дерново-подзолистыми.

11. Для дерново-подзолистых почв характерно развитие дернового горизонта мощностью 7—14 см и наличие подзолистого и иллювиального горизонтов. Подзолистый горизонт обычно окрашен в белесый и белесо-желтый цвет с ясной листоватой слоистой или плитчатой структурой. Иллювиальный горизонт, как правило, буро-ржавого или коричнево-бурого цвета с ребристо-комковатой структурой и кремнеземистой присыпкой по граням структурных отдельностей. Для дерново-подзолистых почв характерно также наличие переходных горизонтов (гор. $A_1 + A_2$ и гор. $A_2 + B_1$) в случае формирования их на скелетных глинах и на бесскелетных — по склонам с внутрипочвенным стоком поверхностных вод. На слабосточных плоско-вершинных водоразделах почвы этих переходных горизонтов не имеют, и общий профиль их большей частью укорочен.

Дерново-подзолистые почвы обычно в той или иной степени оглеены по профилю за исключением разностей, развивающихся на неглубоко залегающем от поверхности каменистом субстрате; в последнем случае они являются вторичными и образуются на лесных гарях.

Дерново-подзолистые почвы в зависимости от залегания их по рельефу различаются между собой по следующим показателям: мощности дернового горизонта, степени выраженности подзолистого и глеевого процессов, культурному состоянию и, наконец, при развитии эрозионных явлений — по степени смытости пахотного и подпахотного горизонтов.

12а. Лугово-дерновые почвы при отсутствии у них проявления оподзоливания обладают довольно мощным перегнойным горизонтом (16—25 см) темно-серого цвета и с ясной комковато-зернистой структурой. Языковидные гумусовые потеки и корневые окончания трав проникают до 50—60 см. Профиль их в общем монотонный слабо изменяющийся, книзу возрастает интенсивность желто-бурой окраски и укрупняется комковатая структура.

12б. Лугово-дерновые оподзоленные почвы в отличие от предыдущих характеризуются меньшей мощностью гумусового слоя и присутствием оподзоленного горизонта пепельно-серого или желтовато-серого цвета и порошисто-зернистой или мелкой плитчато-комковатой структурой. Вымывание илисто-коллои-

дальной фракции отмечается, начиная с глубины 50—60 см от поверхности.

Собственно лугово-дерновые почвы (лугово-черноземовидные) могут быть подразделены по мощности гумусового горизонта и по степени выноса обменных оснований, а лугово-дерновые оподзоленные — по мощности дернового горизонта и выраженности подзолистого процесса. Видимо, нет необходимости подразделять лугово-дерновые почвы (в том числе оподзоленные) по степени развития в них глеевого процесса, слабо проявляющегося лишь в нижней части профиля.

13. Луговые глеевые почвы занимают длительно переувлажняемые древнеозерные равнины и незатопляемые речные террасы, затяжные шлейфы, слабо расчлененные распадками, обширные блюдцеобразные понижения и, наконец, днища слабопологих широких падей. Микрорельеф их, как правило, кочковатый. Почвы эти заболочены, причем оглеенность по их профилю начинается в горизонте $A_0 + A_1$ и книзу усиливается. Дерновый горизонт обычно сильно пронизан корнями трав, структура его комковатая, окрашен в темные цвета сизым налетом. По границе с оподзоленно-глеевым или глеевым горизонтом отмечается порошистая структура. Поверхностная часть дернового горизонта полуторфянистая. Оподзоленно-глеевый горизонт обычно окрашен в серовато-желтый или белесо-желтый цвет. Для глеевых горизонтов характерна буровато-ржавая окраска с сизым глянцем на изломе и неясная мелкая зернисто-комковатая структура. На глубине 60—70 см от поверхности даже в сухое время часто наблюдается верховодка.

13а. Луговые перегнойно-глеевые почвы отличаются развитием полуторфянистого дернового горизонта и присутствием под ним мощного глеевого горизонта (50—60 см), окрашенного в черный цвет с четкой икряно-зернистой структурой; при подсыхании глей буреет и сильно затвердевает. Сильно развиты по долинам Сунгачи, Урила и др. рек.

13б. Луговые иловато-подзолисто-глеевые почвы характеризуются наличием иловатого горизонта с поверхности частично полуторфянистого, общей мощностью 9—16 см и присутствием под ним оподзоленно-глеевого горизонта обычно желто-ржавого цвета с неясной плитчато-комковатой структурой.

13в. Луговые иловато-подзолисто-глеевые почвы с белесой окраской оподзоленно-глеевого горизонта, выявленные на восточном побережье озера Ханка, условно отнесены к подтипу: луговые глеевые «осолоделые».

13г. Луговые оподзоленно-глеевые почвы с весьма незначительной мощностью дернового горизонта (4—5 см) встреча-

ются на фоне предыдущих под осиновыми колками с ивой и примесью других пород.

14. Лугово-болотные почвы развиваются в условиях постоянного избыточного увлажнения (с поверхностным застоем воды в периоды выпадания обильных осадков) на подтопляемых и бессточных участках низменных равнин юга Приамурья и Приморья. Микрорельеф их, как правило, крупнокочковатый. Почвы эти, как видно по характеру дернового горизонта, подразделяются на иловато-глеевые (инд. 14 а) и иловато-торфянисто-глеевые (инд. 14 б). Мощность этих горизонтов в том и другом случае варьирует от 20 до 40 см; ниже залегает глеевый горизонт, бесструктурный, вязкий, большей частью окрашенный в желто-бурый или грязно-желтый цвет с обильными примазками ржавчины.

15а. Болотные почвы распространены повсеместно в условиях постоянного избыточного увлажнения. Для них типично наличие явлений, связанных с избытком влаги, образованием торфа и оглеения. По характеру торфяной залежи они подразделяются на низинные, переходные и верховые. По мощности торфяного горизонта могут быть подразделены на: маломощные (торфяной горизонт от 50 до 100 см), среднемощные (100 — 200 см) и мощные (более 200 см).

15б. Торф по своему составу в основном сфагново-древесный. Мощность торфяного горизонта от 70 до 200 см и в отдельных линзах более 250 см.

15в. Торфяно-болотные верховые почвы не имеют большого распространения и, как правило, развиваются на фоне торфяно-болотных почв переходного подтипа.

16. Дерново-аллювиальные почвы горных речных долин, подстилаемые с глубины 20—70 см гравийно-галечниковыми наносами разной степени заиленности или оглинения, обычно отличаются легким механическим составом, укороченным профилем и наличием мелкого скелета в их перегнойном горизонте. Все эти почвы могут быть подразделены по степени скелетности, механическому составу, мощности перегнойного (или торфянисто-дернового) горизонта и степени проявления подзолообразования.

16а. Дерновые неоподзоленные почвы развиваются на речных наносах, состоящих большей частью из продуктов выветривания основных пород; мощность их перегнойного горизонта варьирует в пределах 10—18 см. Они повсеместно распространены под широколиственными лесами в долинах рек южного Приморья; наиболее плодородные из них лежат в зоне выхода базальтов.

16б. Дерновые оподзоленные почвы формируются под уремными, реже белоберезовыми и другими лесами на более бед-

ных по своей природе аллювиальных наносах; мощность перегнойного их горизонта обычно не превышает 7—10 см.

16в. Торфянисто-дерновые почвы встречаются только в зоне хвойных лесов. Мощность торфянисто-дернового горизонта 15—30 см; под ним залегает песчано-галечный или валунный аллювий.

16г. Дерновые неоподзоленные почвы в случае залегания перегнойного горизонта на отпрепарированной крупногалечной или валунной толще аллювия, лишенной мелкозема, выделяются в обособленный подтип — дерновые подвешенные.

17. Дерновые слоисто-аллювиальные почвы распространены в долинах больших рек по надпойменной их первой террасе незатопляемой или изредка подтопляемой в годы с исключительно большими паводками. Формируются они здесь на довольно мощной толще мелкого аллювия слоистого сложения с частым чередованием песчаных и илистых прослоек, чем эти почвы отличаются от предыдущих одноименных (инд. 16а, 16б). Они имеют более тяжелый механический состав, более мощный почвенный профиль, обычно монотонной расцветки и потенциально более плодородны.

18, 19, 20. Пойменные слоисто-аллювиальные почвы занимают наиболее пониженную часть речных долин (пойменную террасу), периодически заливаемую полыми водами реки. Они распространены повсеместно в низовьях и в среднем течении крупных рек на свежих песчаных или песчано-галечных речных отложениях в той или иной степени заиленных; в их профиле всегда отмечается чередование песчаных и илистых наносов. Относительный возраст пойменных почв тем выше, чем дальше они находятся от живого русла реки или действующей ее протоки; слоистость обычно ослабевает у более старых по относительному возрасту почв.

Среди пойменных слоисто-аллювиальных почв по основным группам их растительного покрова выделяются три основных подтипа: лесные, луговые и болотные.

18а. Пойменные слоисто-аллювиальные лесные: слабозадернованные (фрагментарные) почвы наиболее молодые; занимают они большей частью прибрежную полосу рек.

19а. Пойменные слоисто-аллювиальные луговые: иловато-дерновые слоистые почвы занимают большей частью слабо пониженную центральную часть поймы и являются более старыми по отношению к предыдущим (инд. 18а). По их профилю менее выражена слоистость и наблюдается значительно большая оглиненность всех горизонтов. Существенной особенностью этих почв является также достаточно мощный дерновый горизонт (9 — 16 см).

20. Пойменные слоисто-аллювиальные болотные почвы, как правило, занимают слабодренированные участки поймы, на которых общее переувлажнение, вызываемое подпором подрусловых вод, наводнениями и осадками, носит длительный и устойчивый характер. Сюда относятся днища обсыхающих стариц, глубокие блюдцеобразные понижения, слабо проточные участки с сильно заиленными нижними горизонтами и, наконец, окраины зарастающих водоемов. Обычно это кочковатые территории. Все подтипы болотных почв морфологически хорошо различаются между собой; определительное название соответствует их содержанию.

Пойменные земли в настоящее время при отсутствии зарегулирования крупных притоков р. Амур не пригодны под пашню, так как они ежегодно затопляются в период обильного выпадения летне-осенних осадков.

ТЕМНОЦВЕТНЫЕ ЛУГОВЫЕ ПОЧВЫ ЗЕЙСКО-БУРЕИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

А. Т. ТЕРЕНТЬЕВ,
действительный член Географического общества СССР,
кандидат сельскохозяйственных наук

Зейско-Буреинская низменность представляет важнейший сельскохозяйственный район Дальнего Востока. Пространственно она располагается в границах, очерченных рр. Зеей, Буреей, Амуром и замыкающим с севера третично-меловым плато. В ее пределах наблюдается сложный комплекс террас и равнин речного и озерно-речного происхождения. Так, в долинах Зеи и ее крупных притоков развиты пять и на протяжении р. Амура от Зеи до Буреи — четыре террасы четвертичного возраста.

По существу основную площадь низменности занимает вторая надпойменная терраса с высотами 60—65 м у контакта с первой террасой, постепенно повышающаяся к северу и востоку, где она доходит до высоты 100 м и более над уровнем Амура или до 200—220 м над ур. м. С повышением местности рельеф, сначала равнинный, приобретает волнистый характер, а затем превращается в плоско- и мелкоувалистый.

Формирование материнской породы почв Зейско-Буреинской низменности происходило под сильным влиянием разрушения и смыва как кислых, так и основных магматических, метаморфических и осадочных пород южных склонов хребтов Тукурингра-Джагды и западных отрогов Турана. Состав исходных продуктов выветривания обусловил преобладание в материнских породах местных почв глинистых частиц, формирующих мощную толщу речных и озерных осадков тяжелого механического состава (глины и тяжелые суглинки).

Анализы показывают (таблица 1), что механический состав четвертичных отложений озерно-речного происхождения обладает рядом общих черт, а именно полным отсутствием грубоскелетных элементов (частиц крупнее 1 мм) и ничтожным содержанием среднего и мелкого песка (частиц размером 0,05—1,0 мм) не превышающим 14%.

Таблица 1

Механический состав четвертичных отложений озерно-речного происхождения Зейско-Буреинской низменности

Район	№№ разрезов	Глубина в см	Количество частиц в % диаметром (в мм)						
			> 0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	< 0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	< 0,001
Михайловский	136	130—140	0,33	5,79	17,44	76,44	12,36	16,40	47,68
Михайловский	217	150—160	0,52	3,04	29,36	67,08	14,32	20,16	32,60
Тамбовский	112	170—180	0,50	13,50	26,12	60,48	9,52	21,60	29,36
Ивановский	14	170—180	0,58	6,58	29,12	65,72	12,88	24,88	27,96
Белогорский	17	140—150	2,02	8,54	20,32	69,12	10,08	25,64	33,40
Серышевский	34	140—150	0,66	5,34	23,68	70,32	14,60	22,92	32,80

Главными компонентами отложений являются мелкая пыль (0,01—0,05 мм) и т. н. физическая глина. Мелкая пыль составляет от 17 до 30%, а физическая глина достигает до 77%. Физическая глина представлена главным образом илистой фракцией, содержание которой достигает 28—48%. В значительном количестве содержатся также частицы размером 0,005—0,001 мм (16—26%).

По данным химического анализа (таблица 2), четвертичные отложения как почвообразующие породы характеризуются довольно высокой емкостью поглощения (20—40 м-экв.), причем содержание поглощенного кальция составляет 8,54—26,30 м-экв. Для четвертичных глин также характерно значительное содержание поглощенного магния, кислая и слабокислая реакция.

Таблица 2

Данные химического анализа четвертичных отложений озерно-речного происхождения Амурской области

Район	№№ разреза	Глубина в см	Поглощенные основания (в м-экв.)		Гидролитическая кислотность (в м-экв.)	Сумма Ca+Mg+H	pH солевой вытяжки	pH водной вытяжки
			Ca	Mg				
Тамбовский	112	170—180	22,95	6,28	2,67	31,90	5,41	6,60
Тамбовский	217	150—160	8,54	6,18	3,32	20,04	4,90	4,48
Михайловский	136	130—140	16,36	7,10	3,22	26,68	4,75	5,70
Ивановский	14	170—180	25,40	8,47	3,30	37,17	5,00	6,09
Белогорский	17	140—150	26,30	7,00	6,55	39,95	4,90	5,50
Серышевский	34	140—150	16,30	6,60	8,40	31,30	4,70	5,60

Глинистые породы обычно лишены слоистости и окрашены в бурый цвет с желто-бурыми или реже с красноватыми оттенками, а иногда — в шоколадный цвет с светлыми или темными тонами.

Термический анализ состава коллоидной фракции, произведенный по нашей просьбе в лаборатории Почвенного института АН СССР Е. А. Шурыгиной под руководством Н. И. Горбунова, показал, что кривые нагревания всех четырех горизонтов (рис. 1) имеют большое сходство между собой; это свидетельствует об однородности минералогического состава илистой фракции всего профиля.

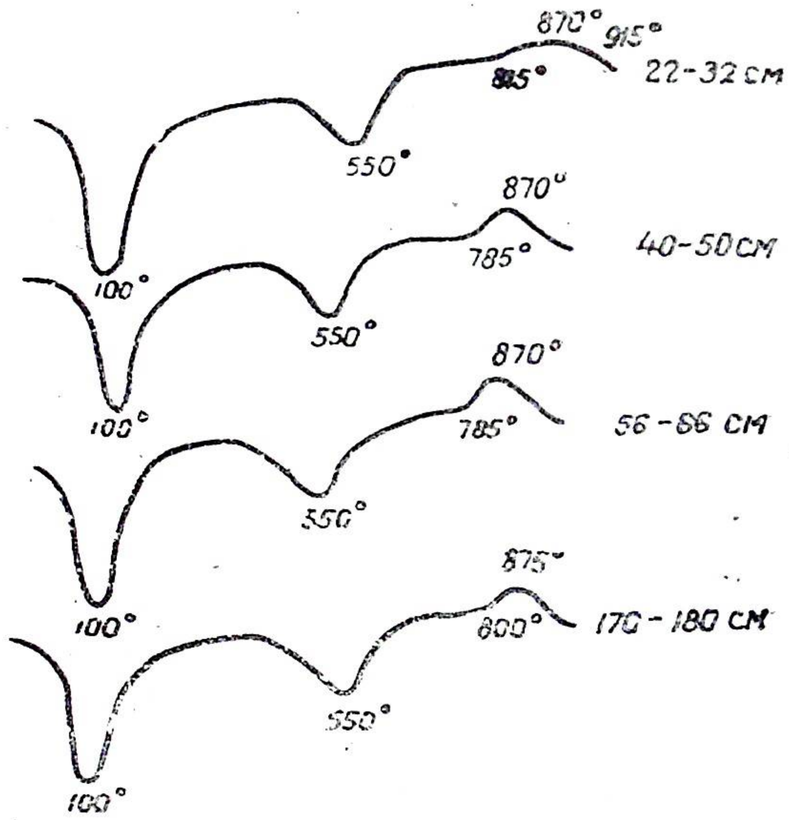


Рис. 1. Кривые нагревания фракций меньше 0,001 мм луговой мощной глинистой почвы. Разрез № 5.

На кривых нагревания имеется три эндотермических эффекта при 100°, 550° и около 800°. Первый из них связан с удалением гигроскопической воды, второй — с удалением воды из кристаллической решетки. Экзотермический эффект при 875° указывает на образование новых кристаллических фаз. Размер и форма термических эффектов свидетельствуют о присутствии минералов трехслоистого строения, а большая интенсивность первого эффекта — на присутствие минерала с распирающейся

решеткой (монтмориллонита). Однако интенсивность первого эффекта (при 100°) столь непропорционально велика по отношению к эндоэффекту при 550°, что напрашивается вывод о присутствии, кроме кристаллических глинистых минералов, аморфных гидрофильных коллоидов, таких, как аллофан, аморфная кремнекислота и гели полуторных окислов.

В составе коллоидной фракции четвертичных глин (таблица 3) отмечается довольно высокое содержание полуторных окислов железа и алюминия. Количество MgO в нижних горизонтах даже несколько превышает CaO, что и наблюдается в породах монтмориллонитовой группы.

Таким образом, по данным кривых нагревания и химического анализа, можно судить, что во фракции меньше 1 микрона данного разреза содержится смесь гидрослюды с минералом обладающим расширяющейся решеткой (монтмориллонита) и гидрофильных аморфных коллоидов — гелей гидратов полуторных окислов железа и алюминия. На наш взгляд, в условиях Амурской области глубокий распад первичных минералов и образование вторичных минералов типа монтмориллонитовой группы тесно связано с особыми биоклиматическими условиями теплого и влажного лета. Сходство кривых нагревания по горизонтам, а также более или менее одинаковый погоризонтальный вещественный состав коллоидной фракции исследованных образцов свидетельствует об однотипности физико-географических условий, существовавших в период формирования свиты осадочных пород.

Мощность четвертичных отложений достигает в некоторых местах до 20 м, а иногда и более. Наибольшей мощностью озерно-речных отложений четвертичного возраста характеризуется вторая терраса р. Амур. Породы третичного возраста не имеют большого распространения на территории низменности и редко являются материнской породой.

Для Зейско-Буреинской низменности характерен своеобразный луговой процесс почвообразования, что связано с местными гидротермическими и гидрогеологическими условиями и прежде всего с чередованием в течение вегетации периодов просыхания или даже иссушения верхней части почвы с их переувлажнением. При этом формирование лугового процесса обусловлено не грунтовой водой, а верховодкой, образующейся в верхних горизонтах в результате выпадения обильных муссонных дождей.

В соответствии с условиями почвообразования основной фон почвенного покрова Зейско-Буреинской низменности составляют высокопроизводительные, почти полностью распаханные мощные, среднемощные и маломощные луговые темноцветные почвы.

Таблица 3

Результаты валовых химических анализов коллоидной фракции четвертичной глины (разрез 5 А. Т.)

Глубина (в см)	Гигроскопическая вода (в %)	Потеря от прокаливания (%)	Гумус по Тюрину (%)	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	P_2O_5	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Сумма	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$
22—32	6,73	14,00	5,89	57,32	11,49	23,37	0,19	2,58	2,23	1,61	нет	98,79	3,9	3,0
40—50	7,41	15,56	1,02	57,92	13,39	20,86	0,15	2,56	2,12	1,47	0,07	98,54	4,4	3,9
56—66	7,34	14,12	1,02	60,36	13,56	19,46	0,06	2,11	2,49	1,58	0,15	99,76	5,2	3,6
170—180	8,19	11,08	0,31	56,51	12,19	23,86	0,06	2,24	2,57	1,64	нет	99,10	4,0	3,0

На плоских водораздельных пространствах и на пониженных элементах рельефа наблюдаются сочетания лугового и болотного процессов. Здесь формируются лугово-болотные, торфянисто-перегнойно-глеевые, перегнойно-глеевые, торфянисто- и торфо-глеевые почвы, а также почвы темноцветные луговые оглеенные и болотные.

Из климатических факторов, резко влияющих на характер и направление почвообразовательного процесса, отмечаются засушливая весна с сильным испарением, многократное преобладание летних осадков (июль—август) над зимними, значительные колебания температуры и относительная кратковременность безморозного периода.

При ничтожном снеговом покрове и низких зимних температурах почвы промерзают глубоко (2—3 м и более). Весною рыхлые, быстро оттаивающие и высыхающие верхние горизонты замедляют дальнейшее оттаивание почвенной мерзлоты. В почвенных ямах на глубине 150—200 см нередко можно наблюдать мерзлоту в июле, а на торфянистых почвах и значительно позднее.

В начале лета, представляющем обычно сухой период, в верхних горизонтах, происходит интенсивное высыхание, тогда как в нижних сохраняется постоянное устойчивое увлажнение. Это усиливает процесс капиллярного поднятия солевых растворов кверху. В условиях Амурской области весьма характерна гидрогенная аккумуляция соединений кремнезема, железа, алюминия из почвенно-грунтовых вод. В результате поднятия растворов зачастую в разрезах наблюдаются бурые язычки обращенные вверх. Обильно выпадающие в конце лета осадки изменяют отмеченный процесс.

Благодаря медленной циркуляции растворов над мерзлотой, образующей водоупорный горизонт, и медленному опусканию их вслед за оттаиванием в нижние горизонты в темноцветных луговых почвах, с глубиной 60—80 до 150 см и более возникает несколько просветленный горизонт, т. н. «глубинного оподзоливания» и происходят отложения мелких марганцево-железистых конкреций.

По вопросу образования кремнеземистой присыпки в нижних горизонтах почв не существует единого взгляда. Одни исследователи — Е. Е. Мышковская (1925), С. А. Беневольский (1925), А. И. Качинян (1946) и др. считают, что присутствие белесой кремнеземистой присыпки связано с процессом глубокого оподзоливания, другие — Ю. А. Ливеровский и Л. П. Рубцова (1946, 1956), Н. А. Качинский (1956) — с процессом осолодения, третьи — П. М. Новиков (1955) — с гидролизом алюмосиликатов на месте. В последнее время В. А.

Ковда, Б. А. Зимовец, А. Г. Амчиславская (1958) высказали предположение о гидрогенной аккумуляции соединений кремнезема и полуторных окислов в почвах Приамурья. По их взглядам, поверхностные и грунтовые воды, стекающие со стороны предгорных и горных массивов, окаймляющих аллювиальные равнины и террасы, транспортируют растворенные вещества продуктов выветривания и почвообразования (соединения кремнезема, железа, алюминия). Эти вещества по мере движения грунтового потока от предгорных районов к равнинным и ростом минерализации вод постепенно осаждаются и аккумулируются в почве.

Высказывания В. А. Ковды, Б. А. Зимовец, А. Г. Амчиславской вполне заслуживают внимания. Мы считаем, что в условиях Приамурья накопление аморфного кремнезема в нижних горизонтах почвы, т. е. образование т. н. «глубинного оподзоливания», связано главным образом с процессом гидрогенного накопления соединения кремнезема, а не оподзоливанием и осолодением. Обычно засушливая весна, сопровождающаяся сильным испарением, и влажное лето создают благоприятные условия для гидрогенной аккумуляции в почвенных горизонтах продуктов выветривания и почвообразования, образующихся или на месте в результате гидролиза алюмосиликатов или поступающих с временными грунтовыми потоками со стороны. Этому содействует производимое промерзанием расчленение нижних горизонтов, которые с глубины 60—80 см обычно получают своеобразную комковато-угловатозернистую, часто ореховатую и реже призматическую и плитчатую структуру. По трещинам увеличивается аэрация и начинаются окислительные процессы. Окисление также происходит при нисходящих потоках (после оттаивания мерзлоты) по ходам сгнивших растений. На месте бывших корней часто наблюдаются железистые прожилки, крапинки, рябь, и т. д.

Почвенной мерзлоте обязаны своими происхождениями и бугры вздутия, или т. н. «явления пульсации», с перегнойно-глеевыми буграми — торфянисто-и торфяно-глеевыми почвами.

Буроземообразовательный процесс в условиях муссонного климата развивается самостоятельно только при условии наличия хорошего дренажа и легких почвообразующих пород — песков и супесей. На суглинистом и глинистом древнеозерном или речном аллювии второй террасы Зейско-Буреинской низменности широкое развитие получили бурые лесные глеевые почвы, иногда не имеющие признаков оподзоленности. Но нередко на буроземобразование накладывается подзолистый процесс, сопровождающийся оглеиванием, охватывающим обычно нижнюю часть профиля почвы. Формировались буро-подзолис-

тые и глеево-подзолистые почвы, широко развитые и сейчас в Амуро-Зейском и Зейско-Буреинском третично-меловом плато под хвойношироколиственными лесами.

Закрепление на территории низменности травянистых луговых растительных формаций привело к переходу буро-подзолистых почв, приуроченных к повышенноравнинным местам в дерново-луговые почвы, а по пониженным элементам рельефа — в глеево-подзолисто-дерновые почвы. При этом происходило затушевывание внешних признаков подзолообразования: бледные тона окраски стали переходить в темные или сплошь или в виде пятен, листоватая структура стала утрачиваться, началось интенсивное оглеение почв. Интенсивное вымывание по мерзлотным трещинам перегнойных веществ в нижние горизонты придало им окраску темного цвета. Таким образом, из буро-подзолистых почв образовались темноцветные луговые почвы различной мощности и оглеенности в зависимости от стадии развития и условий рельефа. Что же касается бурых лесных глеевых почв, то переход их в луговые оглеенные почвы завершался даже значительно быстрее, чем переход от буро-подзолистых к луговым оглеенным почвам.

Для представления о морфологических признаках темноцветных почв приводим описание некоторых разрезов.

Разрез № 21

Местоположение: в 2 км от с. Серышево, Серышевского района.
Рельеф: равнина.
Растительность: пашня — рожь.
Почва: луговая темно-цветная мощная глинистая на желто-бурэй глине.

Горизонт и глубина (см)		
A	0—22	Темно-серый, мелкокомковатый, влажноватый, глинистый. Пронизан корнями растений. Переход в гор. A/B_1 заметный.
A/B_1	22—54	Темно-бурый с сероватым оттенком, мелкокомковатый, глинистый, влажноватый, слабо развита корневая система растений. Переход в гор. B_1 слабо заметный.
B_1	54—87	Темно-бурый, с сероватым оттенком, мелкоореховатый, глинистый, влажный. Заметна кремнеземистая присыпка на структурных отдельностях. Переход в гор. B_2 слабо заметный.
B_2	87—134	Грязно-желто-бурый, глинистый, влажный, ореховатая структура с острыми гранями. Ясно заметна при высыхании кремнеземистая присыпка.
C	134—170	Желто-бурая глина.

Разрез № 31

Местоположение: в 3 км от с. Верное, Серышевского района.

Рельеф: пологий склон.

Растительность: пашня — овес.

Почва: луговая темноцветная среднемощная глинистая на желто-бурой глине.

Горизонт и глубина (см)		
A	0—18	Темно-серый глинистый, мелкокомковатый, влажноватый, пронизан корнями растений. Переход заметный.
A—B	18—34	Темно-бурый с сероватым оттенком. Неясно-комковатая структура. В некоторых местах затеки гумуса, Переход в гор. B_1 слабо заметный.
B_1	34—63	Желто-бурый, структура не выражена, глинистый, влажноватый. Переход в гор. B_2 заметный.
B_2	63—91	Темновато-бурый, глинистый, ореховатая остроганная структура, влажный При высыхании отчетливо заметна кремнеземистая присыпка на структурных отдельностях. Переход в гор. B_3 заметный.
B_3	91—130	Темновато-бурый со стальным оттенком, глинистый, ореховато-призматическая структура, влажный, вязкий. При высыхании ясно заметна кремнеземистая присыпка на структурных отдельностях.
C	130—180	Желто-бурая глина.

Разрез № 310

Местоположение: в 4 км от Михайловска.
Рельеф: слабо пологий склон.
Растительность: злаково-разнотравная ассоциация.
Почва: луговая темноцветная маломощная глинистая на желто-бурой глине.

Горизонт и глубина (см)		
A	0—10	Темно-серый, глинистый, мелкокомковатый, влажноватый. Пронизан корнями растений.
A—B	10—28	Темно-бурый, но окраска неравномерная, на общем фоне темно-бурой окраски выделяются светло-серые пятна. Структура мелко-комковато-плитчатая. Глинистый. Переход в гор. B_1 заметный.

B_1	28—52	Желто-бурый, бесструктурный, заметна кремнеземистая присыпка, Глинистый. Переход в гор. B_2 заметный.
B_2	52—90	Желто-бурый с серым оттенком, глинистый, комковато-ореховатая структура. Обильная кремнеземистая присыпка на структурных отдельностях. Переход в гор. B_3 заметный.
B_3	90—110	Желто-бурый, ореховатая структура, глинистый, обильная кремнеземистая присыпка на структурных отдельностях.
C	110—150	Желто-бурая глина.

Луговые темноцветные мощные почвы залегают в западной части второй Амурско-Зейской террасы на несколько приподнятых равнинах и по пологим склонам. Эти почвы схожие с черноземами степей, отличаются от последних большой кислотностью и отсутствием карбонатного горизонта. Мощность гумусового горизонта у них составляет от 40 до 80 см.

Среднемощные луговые темноцветные почвы по морфологическим признакам близки к мощным луговым темноцветным почвам, однако гумусового горизонта в них меньше (20—40 см), а содержание кремнеземистой присыпки на структурных отдельностях горизонта В — больше.

Луговые темноцветные маломощные почвы по морфологическим признакам близки к дерново-подзолистым слабо оподзоленным почвам, однако отличаются от тех отсутствием четко выраженной дифференциации почвенного профиля на горизонты, в частности, не имеют отчетливо выраженного аллювиального горизонта, встречаются эти почвы в северо-восточной и восточной частях низменности, где занимают повышенные участки рельефа — вершины плоских увалов и верхние части склонов.

В зависимости от интенсивности развития лугового процесса темноцветные почвы испытывают значительные колебания в отношении валового содержания гумуса, хотя запасы его во всех случаях остаются высокими. У мощных темноцветных луговых почв они колеблются от 7,83 до 9,31%, у среднемощных от 5,27 до 6,28% и у маломощных около 4,16%. У всех почвенных разновидностей наибольшее количество гумуса содержится в верхнем горизонте А, а затем с глубиной убывает, причем у мощных луговых темноцветных почв это убывание идет более или менее постепенно, а у среднемощных и маломощных — более резко.

Состояние почвенного поглощающего комплекса луговых темноцветных почв видно из таблицы 4.

Таблица 4

Кислотность и поглощенные основания

№№ разрезов	Глубина образца в см	Гидролитическая кислотность в м-экв	pH солевой вытяжки	pH водной вытяжки	Поглощенные основания в м/экв.			
					Ca	Mg	Сумма Ca+Mg	Na
42	0—10	2,27	5,5	6,03	12,05	2,65	14,70	не опр.
	13—16	1,05	6,4	6,6	6,18	2,50	8,68	не опр.
	20—90	0,70	5,4	6,00	6,18	3,10	9,28	не опр.
	55—65	2,10	5,4	5,77	5,87	2,30	8,17	не опр.
	120—130	1,40	4,9	5,95	5,65	2,20	7,85	не опр.
223	0—10	6,30	5,0	6,0	34,80	9,22	44,02	0,88
	18—28	6,12	5,3	6,0	33,81	9,06	42,87	1,08
	36—46	3,67	5,4	6,5	22,03	7,20	29,23	1,44
	70—80	3,93	5,2	6,0	22,03	7,32	29,35	0,48
	90—100	4,11	4,9	5,7	15,48	6,78	22,26	0,36
	114—124	2,80	4,8	5,8	19,03	6,18	25,21	0,28
	150—160	3,41	4,8	5,8	18,82	6,43	25,30	0,56
16	0—10	7,87	5,5	6,0	30,70	10,60	41,30	не опр.
	22—32	4,72	5,3	6,0	20,00	10,60	30,60	не опр.
	45—55	5,95	4,9	5,5	18,60	8,10	26,70	не опр.
	90—100	7,52	4,7	5,5	19,60	10,00	29,90	не опр.

Как видно из этих данных, содержание обменных оснований кальция и магния у темноцветных луговых почв весьма значительно. У мощных темноцветных луговых почв оно составляет на 100 г почвы в верхнем горизонте от 39,71 до 44,02 м-экв., у среднемощных — 25,64—29,28 м-экв. и маломощных — 14,70—21,82 м-экв. В составе поглощенных оснований преобладает катион кальция, но значительный удельный вес занимает и катион магния. Кроме того, в составе поглощенных оснований имеется также в незначительном количестве поглощенный натрий.

По данным исследований (1955), наличие поглощенного натрия в луговых темноцветных почвах Зейско-Буреинской низменности связано, в частности, с тем, что катионы натрия, мигрируя в почвенной толще под влиянием периодического атмосферного увлажнения и последующего испарения, вызывают некоторое осолонцевание, т. е. внедрение при соответствующих условиях катиона натрия в почвенный поглощающий комплекс.

Величина pH как водной, так и солевой суспензии во всех почвенных разновидностях имеет кислую реакцию. Из таблицы 4 видно, что pH водной суспензии колеблется в пределах 6.5—5,0, pH солевой вытяжки — в пределах 4,2—5,5; при этом

не наблюдается резких скачков в отношении изменения реакции среды по профилю почвы. Некоторые снижения pH обычно происходят с глубины 50—60 см, т. е. в зоне устойчивого увлажнения почвы, что, по-видимому, связано с поглощенным алюминием в почве.

Содержание гидролитической кислотности в одних и тех же почвенных разновидностях подвержено большим колебаниям. Почти во всех почвенных разновидностях наблюдается, как закономерное явление, повышенная кислотность в иллювиальном горизонте.

Луговые темноцветные почвы характеризуются высоким содержанием запаса питательных веществ, о чем можно судить по данным таблицы 5.

Таблица 5

Содержание запаса питательных веществ

№№ разрезов	Глубина взятия образца в см	Азот общий в %	Азот гидролизуем. в мг на 100 г почвы	Валовая P_2O_5 в %	Подвижная P_2O_5 в мг на 100 г почвы	Подвижный K_2O в мг на 100 г почвы
	Маломощные луговые темноцветные почвы					
31—Т	0—10	0,26	13,4	0,12	3,75	10,0
	21—31	0,19	14,5	0,05	2,5	4,0
19—Т	0—10	0,28	13,2	0,13	3,75	10,0
	13—25	0,17	—	—	2,5	10,0
	Среднемощные луговые темноцветные почвы					
136	0—10	0,40	14,31	0,18	1,25	13,2
	17—27	0,26	—	0,09	1,25	13,2
13—Т	0—10	0,22	12,1	—	5,0	10
	21—31	0,19	—	—	7,5	10
	Мощные луговые темноцветные почвы					
112—Т	0—10	0,32	не опр.	0,66	6,25	10
	22—32	—	не опр.	0,24	3,75	10
15—Т	0—10	0,412	18,7	0,31	1,25	6,3
	20—30	—	—	—	1,25	4,8
163	0—10	0,48	44,0	не опр.	следы	12,5
	27—37	0,26	—	не опр.	следы	12,5

Все почвенные разновидности характеризуются довольно высоким содержанием общего азота и фосфорной кислоты, что свидетельствует о высоком естественном плодородии. И все же, несмотря на большое содержание как общего, так и гидроли-

зуемого азота, растения испытывают недостаток в азотном питании вследствие слабой интенсивности нитрификации, особенно в периоды переувлажнения почвы. Незначительно содержание в почвах подвижных форм фосфора и калия. По этим причинам все разновидности луговых темноцветных почв хорошо отзываются на внесение азотистых, фосфорных и калийных удобрений.

В заключение остановимся на некоторых особенностях распределения луговых темноцветных почв.

Мощные темноцветные луговые почвы располагаются на обширных несколько приподнятых равнинах и по пологим склонам. Явных признаков оглеения эти почвы не имеют. Характер луговых темноцветных почв на ровных пониженных элементах рельефа и по долинам падей несколько иной. Здесь наблюдаются явные признаки оглеения. Переход довольно мощного темноокрашенного гумусового горизонта (25—35 см, иногда и более) в горизонт подгумусовый в большинстве случаев наблюдается резкий, обозначенный явными признаками оглеения. Структура гумусового горизонта большей частью мелкокомковато-пылеватая, а иногда мелкокомковато-зернистая.

Основные массивы мощных луговых темноцветных почв приурочены к южной части Зейско-Буреинской низменности. К северу на водоразделе Булунда-Белая их площади постепенно уменьшаются и севернее р. Белой сходят на нет.

Маломощные луговые темноцветные почвы в южной части Зейско-Буреинской низменности встречаются отдельными пятнами, образуя сочетание с мощными и обычно занимают повышенные, более дренированные участки.

К северу от р. Белой, на водоразделе рр. Белая и Томь, господствующее положение занимают среднемощные луговые темноцветные почвы. Они приурочены к пологим склонам и прилегающим к ним дренированным участкам. Плоские водораздельные пространства заняты своеобразными дерново-торфянисто-слабоподзолисто-глеевыми почвами, в сочетании с торфяно-глеевыми почвами. В Куйбышевском и Серышевском районах также почвы составляют основные фонды целинных земель.

К северу от р. Томи происходит дальнейшее сокращение площадей, занятых луговыми темноцветными среднемощными и маломощными почвами за счет расширения площадей бурых лесных оподзоленных, заболоченных и болотных почв. С переходом в лесную зону лесные почвы исчезают и сменяются различными торфянисто-глеевыми почвами марей, буро-подзолистыми и бурыми глеевыми почвами.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Беневольский С. А.** Рекогносцировочное обследование почв Буреино-Архаринского района Амурской губернии. Изв. Амурск. обл. с.-х. оп. станции, вып. X—XI—XII, Благовещенск, 1925; 2. **Гинзбург И. И., Рукавишникова И. А.** Минералы древней коры выветривания. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5. 1952; **3. Горбунов Н. И.** Закономерности распространения глинистых минералов в главнейших типах почв СССР. Доклады VI Международному Конгрессу почвоведов, М, 1956; 4. **Доктуровский В. С.** Растительность рек Норы и Мамына Амурской области. Труды почвенно-ботанических экспедиций по исследованию колонизационных районов Азиатской России. Ч. 2 Ботанические исследования, вып. 1 1909; 5. **Доктуровский В. С.** Растительность Тырмино-Буреинского района и Амурской области вообще. Труды почвенно-ботанических экспедиций по исследованию колонизационных районов Азиатской России. Ч. 2. Ботанические исследования, вып. 3. Спб. 1911; 6. **Качияни А. И.** Почвы земледельческих районов Хабаровского края, Хабаровск. 1946; 7 **Колесников Б. П.** Очерк растительности Дальнего Востока, Хабаровск. 1955; **8. Ковда В. А., Зимовец Б. А., Амчиславская А. Г.** О гидрогенной аккумуляции соединений кремнезема и полуторных окислов в почвах Приамурья. Почвоведение, № 5, 1958; 9. **Комаров В. Л.** Ботанико-географические области бассейна Амура. Труды С.-Петербургского Общества естествоиспытателей, т. XXVIII, вып. 1, 1897; 10. **Коротский М. Ф.** Очерк растительности Зейско-Буреинского района Амурской области. Труды Амурской экспедиции, вып. 16, 1912; **11. Ливеровский Ю. А.** О ландшафте равнины Южного Приморья и Приамурья и его генезисе. Проблемы физической географии, т. XII. М., 1946; 12. **Ливеровский Ю. А.** Почвы Амурской лесостепи. Почвоведение № 7, М, 1947; 13. **Ливеровский Ю. А., Рубцова Л. П.** Почвы Зейско-Буреинской равнины и проблемы их генезиса. Почвоведение, № 5, 1956; 14. **Мышковская Е. К.** К генезису почв Амурской опытной станции. Изв. Амурской обл. с.-х. опытной станции, вып. 8—9, 1925; 15. **Новиков П. М.** К генезису и эволюции почв Зейско-Буреинской равнины. Почвоведение № 8, 1955; 16. **Седлецкий И. Д.** Коллоидно-дисперсная минералогия; 17. **Терентьев А. Т.** К вопросу о наличии процесса осолодения в почвах Зейско-Буреинской равнины. Вопросы развития сельского хозяйства Приамурья, 1955.

РАСТИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ КОМСОМОЛЬСКОГО РАЙОНА

Г. А. ТРЕГУБОВ,
действительный член Географического общества СССР

Комсомольский сельский район является одной из главных лесосырьевых баз Дальнего Востока. Основой его растительного ландшафта является сочетание широких травянистых пойм Амура, озер, р. Горин с крупными заболоченными площадями котловин, предпойм и занимающими огромную территорию лесами.

Пойменная растительность формируется под влиянием ежегодных летних наводнений с длительным стоянием высоких уровней при медленном оттоке спадающих вод. В пределах района она отличается однообразием и мало чем разнится от других озерно-амурских пойменных равнин. Наиболее развитые участки поймы Амура находятся к югу от г. Комсомольска и в приустьевой части р. Горин. Среднее течение р. Горин представляет древнеозерную впадину, с течением времен заполненную наносами и испытавшую поднятие. В ней расположено остаточное оз. Эворон. На участке от с. Ср. Тамбовка и до с. Киселевка русло Амура сдавлено горами, и пойма здесь не развита, лес с обеих сторон местами спускается до уровня стояния высоких вод.

Лесная растительность отличается сложным составом — на территории района проходят северные границы целого ряда растений, характерных для флоры южной части Дальнего Востока. Для самых северных границ района по левому берегу Амура в зоне теплового обогрева, вызываемого влиянием вод и воздушных масс, проникающих долиной с юга, а по правому берегу — на всю глубину, склоны гор покрыты хвойно-широколиственными лесами, принадлежащими к маньчжурской флористической области. Отдельные ее представители, такие, как

ясень маньчжурский, бархат, ильм долинный (белокорый), амурская сирень-трескун, лимонник и др., по убежищам и в зоне теплового обогрева почвы русловыми водами проникают в долину верхнего течения р. Горин. Наиболее холодные склоны, заболоченные равнины и нижние пологие части склонов перед долинами и равнинами заняты лиственничными лесами восточно-сибирского типа. Среди них по супесчаным и песчаным релкам и возвышениям ютятся сосновые колки и перелески даурского типа.

Пояс гор с высот 500—550 м — на юге района и 200—250 м — на севере и до высоты в 1 100—1 200 м над ур. м. занят темнохвойной тайгой из ели аянской и пихты белокорой, образующих леса охотского типа. Ближе к верхней границе растут елово-каменно-березовые леса. Еще выше расположена область гольцов, напоминающая горную тундру. Некоторые признаки тундры несут также вечномерзлотные участки крупных болот Средне-Горинской (Эворон-Горинской) котловины, где попадаются участки маломощных торфяников, покрытые одновременно сфагнумом и ягелем с кустиками шикши. На поверхности таких участков наблюдаются бугры выпучивания, характерные для тундровых болот Якутии.

Из 5,62 млн. га, составляющих площадь района 4,26 млн. га (75,9%) занято лесом, 330 тыс. га (5,9%) — рединами, вырубками и гарями и 1,03 млн. га (18,2%) падает на нелесные территории, включая сюда 110 тыс. га водной поверхности. 76% нелесной территории составляют болота или сильно заболоченные травянистые угодья. Наиболее крупные массивы болот — Харпинская, Харпичиканская и Хурмулинская мари занимают древнеозерные понижения и прилегающие к ним весьма пологие склоны со слабым стоком. Покрыты они вейниково-осоково-сфагновой, кустарниково-сфагновой или ерниково-кустарничково-сфагновой растительностью. Нижние слои, подстилающей торфяной толщи (мощность от 0,5 до 1,5—2 м) часто не протаивают в течение всего лета или размерзаются в конце июля—августа. Из древесных пород на марях произрастает низкорослая лиственница, но и она предпочитает здесь более возвышенные местоположения: невысокие релки, бугры или места выходов коренных пород, в общем те участки, где степень заболоченности все же несколько меньше. В подобных местах иногда куртинами или отдельными кустами встречается кедровый стланик.

Растительность кустарничковых марей состоит из различных багульников, андромеды болотной, ползучих ив и других реже встречающихся кустарников. Ерниковые заросли формируются березами Миддендорфа или овальнолистной, высотой в

1—1,5 м с нижним ярусом из названных выше кустарничков с примесью голубицы. Окраина таких болот покрыта высокими осоковыми кочками. Отложение торфа происходит медленно из-за частого выгорания верхних слоев, быстрого разложения органического вещества и вымывания гуматов в летнее время, а также из-за слабого накопления биологической массы под влиянием длительности периода сезонной мерзлоты.

Хозяйственное значение крупных марей в настоящее время незначительное. Мелиорация их затруднена.

Мари-болота Болоньской впадины, охватывающие бассейны рр. Дирга, Укур, Сельгон, Харин, Алькан, Нималь и Ульбин, расположены на пологих склонах и покрыты вейниково-осоковой растительностью с пятнами кустарничково-сфагновых, ерниковых и голубичных зарослей. В большинстве своем они возникли на месте уничтоженных пожарами лиственничков. Торфяного покрова эти мари не имеют, или он не сплошной и не более 30—50 см толщиной. В сухие годы они на значительной части обсыхают, а в годы избыточно-влажные надолго покрываются водой, слоем до полуметра, а местами и более. Из древесных пород, кроме лиственницы, здесь уже встречаются береза плосколистная, осина, козья ива, реже дуб монгольский, образующие по плоским возвышенностям и широким релкам, разбросанным по территории марей, колки или узкие, вытянутые в длину перелески. В хозяйственном отношении эти мари представляют некоторую ценность в качестве сенокосов и выпасов невысокого качества. На участках склонов с крутизной в 1—2° они могут быть сравнительно легко мелиорированы и пригодны для создания улучшенных лугов. Пахотная ценность этих земель и после осушения остается невысокой из-за широкого распространения сильно оподзоленных оглеенных почв с малой мощностью гумусированного слоя.

Берега Амура, его притоков и связанных с ними озер, в местах, удаленных от землепользования, в полосе отметок от 2 до 5 м над меженным уровнем, покрыты узкими (50—200 м) густыми ивняками, преимущественно из ивы трехтычинковой и ивы русской. Эти ивняки имеют важное значение, уменьшая в несколько раз, по сравнению с оголенными участками, размыв берегов, снижая силу ветра над водной поверхностью, предупреждая заиливание и занос песком сенокосов, а также уменьшая опасность прорыва берегов с образованием новых проток в половодье. Во время наводнений затопленные ивняки являются убежищами и кормовыми угодьями для рыбы и мальков. Высокие берега, подтопляемые на короткий срок, местами покрыты ильмово-тополевыми с черемухой и яблоней зарослями с подлеском из шиповника и бересклета Маака. Вы-

сокие береговые валы-релки чаще всего покрыты дубово-осиновыми перелесками с примесью черемухи, яблони и некоторых других пород и шиповниковым подлеском. Эти ивняки, заросли и перелески являются основными местообитаниями тетерева.

Удаленные от берега реки ровные положения, заливаемые в наводнения на длительное время или длительно переувлажняющиеся за счет склонового стока, покрыты кочковатыми вейниково-осоковыми травостоями, дающими высокие урожаи сена. Используются они, однако, слабо из-за трудности заготовки и вывозки сена, а также опасности затопления стогов. Ровных сенокосов здесь мало, сосредоточены они обычно вблизи озерных впадин.

В пределах амурской поймы пахотные земли располагаются на незатапливаемых широких и узких релках, количество которых невелико. Вторая терраса долины не затапливается. В пределах рассматриваемого района она не развита и в большинстве занята малопроизводительными дубово-осиновыми или лиственничными рединными лесами, лиственничными марями, заболоченными территориями и в небольшой степени выпасами, сенокосами и еще реже пашнями.

Характер растительности нижней приустьевой части долин рр. Горин и Хунгари несколько иной. В зоне подпора рек водами Амура, растительность почти такая же, как в амурской пойме, но полосы ивняков уже и располагаются на более низких по отношению к меженн отметках. К ивнякам непосредственно примыкают ильмово-тополевые с чосенией леса, в составе которых имеются и другие породы, а иногда единично вкраплена ель. За этой дренируемой полосой по незатапливаемым террасам и пологим склонам долины располагаются кочковатые вейниково-кустарниковые заросли, пойменные луга, послепожарные березняки и осинники.

Описанные выше заболоченные территории часто представляют полосу перехода от лугово-болотной и луговой растительности к лесной зоне. Наблюдается тенденция расширения поверхностно заболоченных земель под воздействием палов и сплошных рубок, приводящих к уменьшению испарения влаги за счет выпада древесной транспирации и повышению глубины промерзания открытых пространств.

Наличие значительных не покрытых лесом площадей позволяет развивать сельское хозяйство, главным образом в мясомолочном и овощеводческом направлении. Проблема развития сельского хозяйства в зерновом направлении упирается в необходимость мелиоративных работ в крупных масштабах и в сравнительно невысокое плодородие удобных для распашки, не

затопляемых в наводнения, земель. В настоящее время возникает необходимость в пересмотре границ государственного лесного фонда с целью выделения удобных для сельского хозяйства земель в госземфонд с изъятием из последнего лесных территорий по принадлежности.

Собственно лесная зона района расположена на склонах с хорошим или относительно хорошим дренажем почв. Слабодренируемые пологие склоны, примыкающие к долинам рек, как правило, заняты сравнительно редкостойными лиственничниками IV, а более дренированные — III (редко II) бонитета или производными от них низкобонитетными дубняками. Последних особенно много по увалистым формам рельефа и предгорьям к югу от с. Нижне-Тамбовского. Заболоченные и травянистые лиственнички, а также пойменные и припойменные перелески являются основными местообитаниями лосей, особенно на равнине оз. Эворон и среднего течения р. Горин.

Леса, примыкающие к долинам рр. Амур, Горин и нижней части долины Хунгари, сильно изменены пожарами. По данным модельных деревьев дуба, срубленных в 1956 г. в районе ст. Литовко, сильные пожары, оставившие заметный след на древесине, были в следующие годы: 1948, 1933, 1925, 1915, 1907, 1890, 1880, 1855, 1800, 1795, 1785, 1780, 1758, 1751, 1742, 1734, 1721. В среднем для 250-летнего возраста деревьев промежуток между двумя сильными пожарами составляет всего 15 лет. Это же подтверждается наблюдениями Б. П. Колесникова, сделанными в лиственничниках бассейна р. Мухен. Годы пожаров 1933, 1915, 1855, 1800, 1785, 1780 и 1721 совпали как для ст. Литовко по дубу, так и для Мухена по лиственнице. Если причины пожаров после начала освоения Дальнего Востока в сельскохозяйственном и промышленном отношении ясны, то причины пожаров более раннего периода могут быть объяснены, вероятнее всего, выжиганием, производившимся местными племенами. Такие палы в засушливые годы безусловно вели к распространению огня на громадной территории, чему способствовал сам характер растительности долин. Об огромных палах свидетельствуют также частые находки обугленной древесины и древесного угля в почве на глубине до 25—30 см под пологом совершенно девственных с виду лесов. Случаи загорания леса от молний из причин, вызывающих крупные пожары, должны быть почти исключены: обычно грозы в районе всегда кончаются ливнями. По крайней мере за последние 10 лет лесхозы Комсомольского района еще не зарегистрировали ни одного случая пожаров из-за молний.

За последние десять лет в связи с усилением и улучшением охраны горимость лесов по площади резко снизилась, но все

же остается еще высокой из-за несоблюдения противопожарных правил работниками железнодорожного транспорта, экспедиционными отрядами и охотниками-любителями, а также от производства неохраняемых сельскохозяйственных палов.

Современная лесная растительность горных склонов сложилась в отдаленные времена. Ряд растущих и по настоящее время пород (бархат, ясень, кедр, орех маньчжурский и др.) уже имели здесь родоначальников в третичный период. Близкие же к современным по облику леса сформировались значительно позднее. Пыльцевой анализ торфа из Дипинского болота (45 км южнее г. Комсомольска), проведенный М. И. Нейштадт, показывает, что в прилегающих к болоту лесах 3 000—8 000 лет тому назад господство принадлежало ели и березе (по количеству обнаруженной пыльцы). Примерно 1500—3000 лет назад более распространены были леса из дуба и других широколиственных пород с примесью современных хвойных. В период последних полутора тысяч лет состав лесов по данным пыльцевого анализа был таким же как и в наши дни. При этом М. И. Нейштадт не исключает возможности пожаров и в сравнительно отдаленном прошлом.

Изменения состава растительности могли происходить главным образом под влиянием перемен в климатической обстановке в сторону потепления и изменения режима влажности — усиления неравномерности выпадения осадков. Нечто подобное наблюдается и в настоящее время в виде усыхания ели, начинающего охватывать и леса Комсомольского района (бассейны Боктора и Хунгари), что связывается с периодическими сильными засухами в начале вегетационного периода. На горных склонах место усохшей ели занимают лиственные породы, главным образом береза ребристая, а на месте усохших ельников на ровных местах появляются лиственнички с березой плосколистной или территория заболачивается.

Леса Комсомольского района разделены на три хозяйственные группы. В первую из них включена зеленая зона г. Комсомольска и водоохранные леса. Она составляет 8,3% от общей лесной площади, и в ней не производится никаких видов промышленных рубок. Имеется необходимость выделения зеленых зон в районе поселков: Литовко, Эльбан, Падали, Сенихино, Хунгари и около ряда других, быстро растущих селений.

Площадь второй группы лесов, в которых заготовки древесины не могут превышать размера ежегодного прироста, составляли 76,2 тыс. га (1,4% территории лесфонда). Следовало бы перевести в эту группу леса, примыкающие к железной дороге, Амуру, Горину и Хунгари в полосе, шириной не менее 10 км с обеих сторон.

Таблица 1

Распределение площади лесов и запасы древесины по Комсомольскому району

Лесхозы	Лесная площадь тыс. га		Не лесные: болота, сенокосы и пр.	Распределение по группам			Запасы	
	покрытая лесом	гари, редины, пустыри		I и приравненные к ней	II	III	кедр и сосна	ель и пихта
Сунгарийский	1 107,6	85,7	76,7	139,0	—	1 131,0	16 570,1	107 685,2
Литовский	516,1	77,2	243,6	12,5	—	824,4	11 071,9	9 303,0
Комсомольский	278,8	63,7	33,8	43,4	76,2	256,7	7 196,9	24 785,0
Амгуно-Горинский*	1 092,1	72,1	223,0	139,6	—	1 247,6	299,0**	56 500,0
Нижне-Тамбовский	1 262,2	26,7	131,5	104,1	—	1 316,3	9 087,0	72 752,8
Итого:	4 256,8	325,4	708,6	438,6	76,2	4 776,0	44 224,9	271 026,0
В % к общей лесной площади или запасу	80,5	6,2	13,3	8,3	1,4	90,3	6,2	38,0
Средний запас м³ на 1 га лесопокрытой площади						181		189

древесины в тыс. м³ по породам								Общий запас в тыс. м³
лиственница	дуб	ясень	береза	осина и тополь	ильм	ива	разные породы	
63 971,4	146,7	—	38 361,2	1 461,7	8,4	—	—	228 204,7
33 090,5	2 802,1	785,9	2 282,2	761,8	—	—	312,5	60 409,9
13 664,8	39,8	194,2	2 024,8	430,1	—	7,0	80,4	48 423,0
85 300,0	—	—	5 360,0	4 325,0	61,0	430,0	—	152 275,0
120 366,6	198,9	15,1	22 051,6	867,5	—	—	289,6***	225 629,1
316 363,3	3 187,5	995,2	70 079,8	7 846,1	69,4	437,0	682,5	714 941,7
44,2	0,4	0,1	9,8	1,1	—	0,1	0,1	100
119	67	52	98	80	63	109	38	168

* По Амгуно-Горинскому лесхозу данные по запасам древесины получены путем перерасчета, и поэтому точность их пониженная.
** Сосна на территории Амгуно-Горинского лесхоза с запасом в 144 тыс. м³.
*** В Нижне-Тамбовском лесхозе в графе «разные породы» указан запас кедрового стланика.

90,3% площади всех лесов отнесено к третьей эксплуатационной группе, в которой разрешены все виды промышленных заготовок древесины без ограничения размеров пользования. Расчетная годичная лесосека по Комсомольскому району составляет 15,4 млн. м³, фактически же за последние годы ежегодно вырубается не более одной седьмой части этого количества. Строительство Комсомольского целлюлозно-бумажного комбината, расширение мебельного производства и деревообработки, нужды экспорта за семилетку увеличат объем заготовок леса в 2—2,5 раза.

Распределение лесного фонда, по данным на 1959 г., показано в таблице 1 [1].

При доведении заготовки до расчетной годичной лесосеки (15,4 млн. м³) запасы древесины в Комсомольском районе, если не случится стихийной гибели лесов, обеспечивают непрерывное пользование в течение 48 лет, при среднем возрасте спелости в 120 лет. Это говорит о том, что расчет пользования сделан несколько расточительно, К тому же сплошные рубки при современных способах на 50% заболачиваются или зарастают малоценными березой и осиной. По этим причинам следует пересмотреть в сторону снижения расчетное пользование с тем, чтобы не нанести лесному хозяйству непоправимый ущерб.

Средний запас древесины на 1 га составляет 168 м³, что говорит о низкой средней полноте лесов (около 0,5) при одновременно пониженном бонитете (в среднем по району III, 7). По лесхозам запасы на 1 га распределяются следующим образом: в Литовском — 135, в Амгуно-Горинском — 140, в Комсомольском — 162, в Нижне-Тамбовском — 177 и в Хунгарийском — 205 м³. Чем меньше заболочена территория и чем больше доля участия кедра и ели в лесах, тем выше средний запас насаждений. В среднем по району наибольшие запасы падают на ельники и кедровники, произрастающие на склонах с дренированными почвами.

83% лесов по возрасту перестойны и в силу этого низкопроизводительны. Средний годичный прирост на 1 га не превышает 1,2 м³.

Площадь, заросшая березой плосколистной и осиной, главным образом по гарям и вырубкам, достигает 850 тыс. га при среднем возрасте в 40 лет. Топографически такие леса привязаны к склонам, прилегающим к сухопутным путям транспорта, включая тропы и к путям сплава леса.

[1] В настоящее время произошла реорганизация лесного хозяйства, в результате которой ряд лесхозов был ликвидирован. Изменились и границы оставшихся лесхозов.

Приведенные данные о запасах древесины указывают на повсеместное превосходство в лесном покрове лиственницы и ели. Следующими наиболее распространенными породами являются береза (главным образом плосколистная), затем кедр и осина. Другие породы по существу только вкраплены в общем ландшафте. В правобережных лесах, а также на территории Литовского и Комсомольского лесхозов лиственничники («светлохвойная» тайга) являются элементом преддолинного ландшафта и на горные склоны среднего высотного пояса, тем более на водоразделы, не поднимаются. В бассейне же Горина, особенно в его верхней части, лиственница даурская в большинстве случаев является господствующей породой на всех высотных уровнях.

Лиственничные леса в Комсомольском районе, в зависимости от положения, образуют следующие наиболее распространенные группировки (таблица 2).

Таблица 2

Характер группировки и местоположения	Частота встречаемости	Бонитет насаждений	Наиболее распространенные возраста (лет)	Полноты насаждений	Средние запасы насаждений (м³)
1	2	3	4	5	6
Редкие низкорослые по торфяникам	Довольно часто	V	100—150	0,1—0,2	25— 40
Кустарничково-сфагновые на равнинах и по западинам	Довольно часто	IV—V	100—200	0,3—0,4	40— 80
С багульником подбелым по сильно каменистым холодным почвам долин и пологих склонов	Часто, небольшими участками	III	120—160	0,3—0,6	100—200
Ерниково - сфагновые низких террас и понижений	Редко — южнее Комсомольска, часто — в бассейне р. Горин	IV	120—160	0,3—0.4	50—100

1	2	3	4	5	6
Голубичные по марям	Часто большими площадями	IV	120—160	0,2—0,4	40— 80
Крупнокочковатые по нижним частям шлейфов	Часто большими площадями	III—IV	160—200	0, 4—0,6	120—200
Осоково - вейниковые шлейфов	Часто, небольшими участками	III—IV	160—200	0,5—0,6	180—240
Вейниковые пологих склонов	Часто	III—II	120—160	0,5—0,7	200— 30
Вейниково - папоротниковые с дубом на дренированных склонах и увалах	Часто в южной половине района	III	120—160	0,5—0,7	150—250
Багульниково - моховые с елью по высоким речным террасам и пологим северным склонам	Часто в северной половине района	III	120—160	0,5—0,7	140—250
Моховые с елью на пологих склонах с каменистыми почвами	Часто в северной половине района	III	120—160	0,5—0,8	250—420

Помимо названных, встречаются, но более редко: лиственничники с рододендроном в подлеске, с папоротником осмундой и брусникой в покрове, вейниково-моховые и др. Наиболее распространены лиственничники с полнотой 0,4—0,5 производительностью III бонитета. Около 60% территории лиственничников заболочено, что вместе с низкой сплавоспособностью лиственничной древесины резко сдерживает их эксплуатацию. Для большей реализации запасов лиственницы необходимо строительство сухопутных путей транспорта к наиболее ценным массивам и расширение сферы применения лиственницы в народном хозяйстве. Вырубки в лиственничниках обычно возобновляются естественным путем удовлетворительно, но подрост выгорает от весенних палов, которые случаются здесь часто.

Голубичные лиственничники и голубичники, возникшие на месте лиственничников, дают урожай ягоды в среднем 4—5 т/га, иногда даже и 10 т/га. Значение брусничников несколько ниже из-за удаленности их от жилья.

Еловые леса района преимущественно состоят из ели аянской с примесью пихты белокорой («темнохвойная» тайга) и являются элементом горного ландшафта, образуя самостоятельный вертикальный пояс. Вторая ель, растущая в районе, — ель сибирская, образует леса со своим господством на сравнительно небольшой площади, занимая нижние трети пологих склонов южных направлений с каменистыми почвами или участвует значительной примесью в лесах широких долин. В качестве обязательной примеси она растет также во влажных кедровниках.

Наибольшей производительностью отличаются леса из ели сибирской, тополя и чосении, растущие по долинам горных рек. Здесь на отдельных участках запасы древесины нередко достигают 600 и даже 750 м³/га.

По техническим свойствам древесина обеих елей равноценна, но ввиду того, что ель сибирская топографически приурочена ближе к путям транспорта, ее леса вырубаются быстрее, чем даже кедровники.

Ельники содержат 38% всего запаса древесины лесного фонда района и являются одной из главных баз для создающейся в районе целлюлозно-бумажной и лесохимической промышленности. Наибольшие запасы (67%) ели сосредоточены в Хунгарийском и Нижне-Тамбовском лесхозах. Нижний предел пояса лесов из ели аянской лежит на уровне 300—350, верхний — на уровне 1 100—1 200 м над ур. м. Наиболее производительные ельники с запасом, достигающим 700 м³/га, растут на высоте от 300 до 500 м над ур. м. Леса, расположенные на высоте свыше 800 м, низкобонитетны, запасы древесины в них не превышают 200—250 м³ на один га и в настоящее время имеют только водоохранное и почвозащитное значение.

Как правило, еловые леса двухъярусные: ель занимает первый ярус, а пихта белокорая находится на втором ярусе. Почвы под ельниками чаще всего относятся к различным разновидностям малогумусированных каменистых бурых горно-лесных суглинков со слабо развитым подзолообразовательным процессом. Обнаруживается следующая закономерность: чем менее гумусированы и более оподзолены почвы и чем более они каменисты, тем ниже производительность ельников и тем меньше их устойчивость против усыхания. Исключение составляют только сравнительно мало каменистые в 30-сантиметровом верхнем слое малогумусированные почвы с сильным развитием микоризы: на них устойчивость ельников высокая, а производительность наивысшая.

Ельники района отличаются значительным типологическим разнообразием, определяемым соответствующим разнообразием лесорастительных условий. Наиболее распространены ельники-зеленомошники, папоротниково-зеленомошные ельники, травяно-моховые ельники склонов и верхне-горные ельники с каменной березой. Наибольшей производительностью отличаются три первых типа леса, в них запасы древесины на один га обычно равны 350—450 м³. Растительный бонитет III, единично встречаются ельники I бонитета. Ельники верхнего пояса гор (свыше 700 м над ур. м.) и редко встречающиеся заболоченные ельники имеют IV или V бонитет.

Возобновление ельников в доступной для эксплуатации зоне горных склонов протекает успешно под пологом леса. Сплошные же вырубки, главным образом, из-за нарушения технологического процесса заготовки и трелевки древесины, чаще всего елью возобновляются слабо и зарастают осиной или березой плосколистной. Особенно вредны для вырубки низовые пожары, после которых поверхность почвы сплошь зарастает вейником и нередко поверхностно заболачивается. Такие вырубки-гари обычно нуждаются в мероприятиях по искусственному восстановлению леса посевом или посадкой. На сильно каменистых мелких почвах после пожара часто выгорает верхний слой, и почвы превращаются в подобие каменистых россыпей или даже в россыпи. Иногда каменистые россыпи или склоны, лишенные почвы, появляются в результате эрозии на местах сплошных вырубок по крутым горным склонам с лебедочной трелевкой древесины.

Выборочные рубки ели, в условиях Комсомольского района, чаще всего приводят к сплошному ветровалу, оставленных на корню деревьев и поэтому малоприменимы. Наиболее рационально применение сплошнолесосечных лесозаготовок. Вырубка должна вестись двухприемно; вначале ведется заготовка тонкомера, а затем уже толстомера, при этом, во избежание образования на месте вырубок пустырей, технологический процесс заготовок леса должен соблюдаться весьма строго.

Несмотря на наличие еловых лесов с запасами от 350 до 700 м³ на один га, средний по району запас составляет всего 189 м³, что объясняется наличием большого количества редкостойных ельников по горным вершинам, каменистым россыпям и довольно значительных площадей усыхающих ельников, а в Хунгарийском бассейне и правой половине Нижне-Тамбовского лесхоза — ельников с значительной примесью лиственных пород (береза желтая, осина и др.).

Вершины гор, расположенные выше елового пояса (1 100—1 200 м над ур. м.), покрыты зарослями кедрового стланика или

представляют гольцы. Леса в верховьях Хунгари сильно повреждены пожарами периода 1854—1856 гг., вызванными варварскими действиями англо-французской эскадры, и пожарами 1920—1922 гг. периода японской оккупации Дальнего Востока.

Кедрово-широколиственные леса. В южной половине района кедровники занимают высотный пояс от 100 до 550 м над ур. м. и располагаются между дубняками или лиственничниками и ельниками. В северной половине района их пояс начинается с 20—50 м и кончается на 200—250 м над ур. м. На западных склонах Бактор-Амурского водораздела кедр корейский практически уже не встречается. Вообще в условиях района кедр представляет породу горных склонов, долинные кедровники встречаются здесь реже, чем в более южных районах и носят несколько иной характер.

Кедрово-широколиственные леса произрастают на наиболее богатых, бурых горно-лесных почвах со слабо выраженным или даже не выраженным подзолообразовательным процессом. Так же как и ельники, наиболее производительные кедровники привязываются к базальтам, реже порфирам, в качестве подстилающих пород. На бесскелетных почвах они в районе не встречаются, что свидетельствует о повышенной требовательности кедровников к дренированности почв.

Кедровники — наиболее ценные и сложные леса района. Несмотря на значительную обедненность флоры этой части Приамурья по сравнению с Приморьем, и здесь общий список древесных и кустарниковых пород в кедровниках достигает 70 видов, часть которых, правда, встречается единично или отличается чахлостью роста. К последним к северу от устья р. Хунгари относятся виноград, актинидия коломикта, акация амурская, клен зеленокорый, бархат, орех маньчжурский, ильм горный и некоторые другие. Кедровые леса в районе остаются многоярусными, сомкнутыми от земли до самого верха. Иногда встречаются небольшие по площади участки чистых кедровых боров, почти не имеющих в примеси других пород. Такие кедровники отличаются весьма высокой производительностью — до 800 м³ на один га.

Необходимо отметить крайнюю разновозрастность кедровников: в одном и том же насаждении в первом ярусе произрастают кедры возрастом от 120—140 до 400—450 лет и толщиной на высоте груди от 28 до 100 см. Другие породы, сопутствующие кедру в смешанных лесах, почти никогда не бывают старше 250 лет: за период жизни кедра в кедрово-широколиственных лесах лиственные породы сменяются дважды. Отчасти с этим связано куртинное распространение древесных пород в кедрово-широколиственных лесах.

Средняя производительность кедровников составляет около 350 м³ на один га, общий же запас кедра по району — всего 181 м³ на один га, что указывает на наличие в кедровниках большой примеси лиственных пород.

В условиях района кедру обычно сопутствует ель сибирская или ель аянская в количестве до 10% общего запаса, липа амурская — до 20%, клен мелколистный — до 10%; орех, бархат, дуб, ильм, ясень обычно в лесах на склонах встречаются единично. По восточным склонам место липы и клена занимает береза ребристая (желтая), участвующая в составе насаждения в количестве до 30% общего запаса. Ввиду перестойности лесов средний выход деловой древесины в кедровниках редко превышает 60%. Средний годичный прирост древесины в девственных кедровниках среднего возраста — около 1,5 м³ на один га, а в перестойных — не более 0,5—0,8 м³. В урожайные годы один гектар кедровников дает 40—50 кг кедрового ореха, являющегося ценным пищевым и техническим продуктом.

В зависимости от условий произрастания кедр в сочетании с другими породами образует разнообразные группировки обычно весьма сложного состава. Н. В. Дылис для данного района указывает на наличие 17 типов кедровых лесов, которые можно разбить на следующие группы.

Кедровники верхней части зоны и холодных склонов. Характеризуются обязательным наличием в составе, кроме кедра (50—60% состава) лиственных пород, ели аянской в количестве до 20% при значительном участии во втором ярусе пихты белокорой. Теплолюбивые: орех, бархат, липа маньчжурская не встречаются. Бонитет III и IV, запасы не выше 450 м³, средние полноты 0—0,7. Под пологом много лиан, особенно актинидии коломикта. К этой группе принадлежат и кедровники северной части района.

Кедровики средней части зоны. Распространены на высотах от 100 до 350 м над ур. м. Отличаются наибольшим разнообразием составляющих пород и многоярусностью. Доля участия кедра в составе по запасу равна 40—50%. Значительно распространена липа, часто встречаются орех, бархат и ясень, достигающие здесь крупных размеров. В травяном покрове много папоротников. Бонитет насаждений III и II, средняя полнота 0,8, запасы колеблются от 400 до 750 м³ на один га.

Кедровник долин и нижних частей пологих склонов. В большинстве случаев пройдены выборочными рубками. В составе этой группировки кедр редко участвует в количестве более 40%; много ильма, ясеня обычно столько же сколько и кедра. Другие древесные породы участвуют в количестве не более 10—15% или единично. Часто в составе имеется ель сибирская. Эти кедровники отличаются исключительно сильно развитым кустарниковым ярусом. Бонитет II, реже I, полноты, как правило, в пределах 0,5—0,7, запас древесины обычно 250—450 м³ на один га, а в нетронутых рубками высокополнотных массивах 620—780 м³.

Кедрово-дубовые леса. Характерны для южной половины района, где занимают главным образом сухие южные склоны или вершины невысоких гор с сильно каменистыми мелкими почвами. Для насаждений типично наличие во втором и первом ярусах значительного количества дуба монгольского. В травяном покрове много узколистной осоки, в подлеске часты леспедеца, бересклет малоцветковый и рододендрон. Запасы древесины редко превышают 350 м³ на один га.

Возобновление кедра под пологом и на выборочных вырубках в большинстве случаев протекает удовлетворительно, но могло бы быть значительно лучше, если бы его семена не истреблялись в массовом количестве грызунами, главным образом мышами. В годы массового размножения (1952, 1959) мыши уничтожали не только семена, но и подрост кедра, обгрызая кору побегов и корневых лап. Кроме кедра, мыши сильно портят подрост и взрослые деревья бархата и липы, заметно увеличивая отпад и фаутность этих пород в насаждениях.

Вероятно наступило уже время для точного определения ценности мышевидных грызунов в лесу, как кормовой базы некоторых промысловых пушных зверей и ущерба, причиняемого мышами. На наш взгляд, ущерб от них неизмеримо выше приносимой пользы.

Сплошные вырубки кедром возобновляются плохо. Даже на вырубках, где технологический процесс валки и трелевки леса был более или менее соблюден и не было пожаров, достаточное количество подроста кедра появляется под пологом лиственных пород и кустарников спустя 15—30 лет после производства рубок. В большинстве же случаев вырубки кедровников в районе зарастают березой с незначительной примесью ценных лиственных пород, ели и пихты, при единичном участии кедра. Попытки подсева кедра на вырубках для увеличения количества его подроста обычно кончаются полным истреблением семян грызунами.

Кедровые леса являются, помимо всего прочего, еще и наиболее ценными охотничьими угодьями на большинство пушных и прочих промысловых зверей. Поэтому понятно беспокойство лесоводов и охотоведов за дальнейшую судьбу кедровников при увеличении лесозаготовок с сплошной их рубкой. Хозяйственно совершенно своевременно запретить в левобережных лесхозах и в правобережной части Нижне-Тамбовского лесхоза промыш-

ленные заготовки кедра с сплошной рубкой, заменив их выборочной заготовкой кедровой древесины с отпуском кедра с 32—36 см толщины на высоте груди. В Хунгарийском лесхозе в наиболее ценных кедровниках уместно создать два—три охотничье-промысловых хозяйства.

Впредь до разработки способов защиты семян кедра от грызунов следует ориентировать лесное хозяйство на массовое выращивание сеянцев кедра с последующей посадкой их на свежих вырубках силами лесозаготовителей, осуществляя принцип «срубил дерево — посади два».

Общая площадь реликтовых сосновых колков и перелесков, сохранившихся на территории Комсомольского района, не превышает тысячи га. Сосна рассредоточена по всем равнинным территориям к северо-западу от г. Комсомольска и занимает дренированные песчаные и супесчаные релки и возвышенности. Существуют указания старожилов, что отдельные деревья сосны 40—50 лет тому назад встречались неподалеку от озер Падали и Хумми. Но это возможно остатки случайных культовых рощ, созданных искусственно. Безусловно, что ранее сосняков в районе было больше и возможно, что сосна росла сравнительно большими массивами, но была уничтожена пожарами. Нечто подобное имело и имеет место на юге Амурской области.

Сосновые перелески и колки имеют молодой возраст, старые деревья встречаются редко, что также свидетельствует об остаточном послепожарном их происхождении. Ценность этих перелесков заключается в том, что они обеспечивают возможность сбора местных семян и указывают на необходимость культивирования этой ценной породы в соответствующих условиях. Необходима всемерная охрана сосняков от огня.

Дубовые леса в Комсомольском районе не являются исконными — все они появились в результате многовековой деятельности местного населения, по крайней мере в последнем тысячелетии. Будучи породой устойчивой против пожаров и сравнительно неприхотливой в отношении почвенных условий, дуб также, как и лиственница, способен не только удерживать разотвоеванные у других пород территории, но и занимать с помощью хозяйственной деятельности человека новые. Большинство дубняков Комсомольского района возникло на месте лиственничников по увалам и невысоким водоразделам, меньшая часть их образовалась на месте елово-широколиственных и кедрово-широколиственных лесов.

Причина возникновения их связывается главным образом с пожарами и, возможно, отчасти с изменением климата в сторону потепления, наблюдаемом в исторический период. Пожары на склонах, особенно на южных, ведут к обсыханию почвы

(особенно в весеннее время) до такой степени, что в этих условиях могут расти только породы, естественно приспособившиеся к временному недостатку влаги. К таким в районе относятся дуб монгольский, береза даурская, отчасти липа и клен мелколистный. Они-то и занимают после пожаров и рубок территории, ранее покрытые более влаголюбивыми породами, в том числе кедром. Такой процесс за последние 20—30 лет отчетливо выражен на территории Литовского и Нижнетамбовского лесхозов, где значительные площади елово- и кедрово-широколиственных лесов и лиственничников со вторым ярусом из дуба в результате вырубки хвойных и деловой древесины лиственных превратились в дубняки. А если обратиться к другим районам, то на памяти современного поколения дальневосточников превратились в дубняки хвойно-лиственные леса Еврейской автономной области (хребты Ульдура, Б. Чурки, Шукиноктой), а также района оз. Петропавловского.

Дубовые леса района по качеству постепенно ухудшаются по мере продвижения с юга на север, низкобонитетны и редкостойны. Низкобонитетность и редкостойность вызывается частыми пожарами, в результате которых дубняков семенного происхождения в районе практически не встретишь (только отдельные, как правило, наиболее здоровые деревья в насаждениях являются семенными, но и они часто имеют заметные признаки пожаров в виде заросших опалин). Многократная же поросль от одной и той же корневой системы всегда ведет к дегенерации. Несмотря на общее невысокое качество, все же дубняки района способны давать с одного га 15—20 м³ высококачественных бревен длиной 3—6 м и почти столько же поделочной древесины. Однако в настоящее время вырубаются дубняки, главным образом на дрова.

Улучшение качества дубняков всецело зависит от надлежащей охраны их от пожаров: чем реже дубняки будут повреждаться палами, тем скорее они превратятся в сомкнутые насаждения вначале смешанного семенного и порослевого происхождения, а затем и в семенные леса сравнительно высокой ценности.

Лесной пояс в Комсомольском районе обрывается на высотах 1 100—1 200 м над ур. м. Выше него до 1 600 м расположена гольцовая зона с куртинами и пятнами кедрового стланика на фоне покрытых лишайниками камней и каменистых россыпей. Выше 1 600 м начинается полностью лишайниковая зона с низкорослыми кустарничками пихты, кассиопеи, луазелеурии, рододендрона Редовского и др.

Обширные лесные массивы Комсомольского района содержат большие запасы ценной хвойной и лиственной древесины и

являются важной сырьевой базой для удовлетворения потребностей в лесоматериалах и продуктах переработки древесины. Леса сравнительно удобно расположены по отношению к путям транспорта, что облегчает доставку древесины к промышленным центрам и экспортирующему порту. Однако расширение лесозаготовок в Комсомольском районе должно сразу же предусматривать расширение лесоохранных и лесовосстановительных работ в широком масштабе.

В настоящее время в районе под влиянием рубок и пожаров происходит наступление березняков, осинников и в меньшей степени насаждений с участием других лиственных пород и лиственницы на территории исконно принадлежащие ели и кедру — наиболее хозяйственно ценным породам. Насколько быстро растут объемы лесозаготовок, настолько же ускоряется и этот опасный для ценности лесов процесс. Приостановить его — дело рук человека. Для этого необходимо пересмотреть действующие инструкции по лесозаготовкам, более строго соблюдать технологию лесозаготовок, приступить к широкому проведению рубок ухода в молодняках, а в некоторых случаях и к мелиорации лесных площадей, полностью закрыть доступ огню в лес и начать с помощью лесозаготовителей восстанавливать хвойные в тех местах, где они из-за отсутствия условий сами возобновиться не смогут.

Экономические условия Комсомольского района позволяют начать все эти работы в большем объеме, чем это делается в настоящее время и постепенно наращивать успехи в деле восстановления хвойных лесов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Дылис Н. В.** и **Виппер П. Б.** Леса западного склона среднего Сихотэ-Алиня. М. 1953; 2. **Ивашкевич Б. А.** Дальневосточные леса и их промышленная будущность, Хабаровск, 1933; 3. **Кузенева О. И.** Палы тайги Приамурья. Лесной журнал, вып. 9—10, 1913; 4. **Кузнецов И. В.** Растительность Амгуньского района. Материалы к исследованию колонизации районов Азиатской России, вып. 2, 1913; 5. **Ливеровский Ю. А., Колесников Б. П.** Природа южной половины советского Дальнего Востока. М. 1950; 6. **Материалы статистического учета лесного фонда на 1956—1958 гг.,** Хабаровское краевое управление лесного хозяйства; 7. **Орлов А. Я.** Хвойные леса Амгунь-Буреинского междуречья, М. 1955; 8. **Соловьев К. П.** Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока и хозяйство в них. Хабаровск, 1958.

ХОД РОСТА ЛИСТВЕННИЦЫ ДАУРСКОЙ В БАССЕЙНЕ р. АМГУНИ

А. С. АГЕЕНКО,
действительный член Географического общества СССР,
кандидат сельскохозяйственных наук

Среди природных богатств Приамурья значительное место занимает лиственница даурская. Насаждения с ее преобладанием составляют 47% всей лесопокрытой площади и 37,6% общего запаса лесов Дальнего Востока.

Одной из первоочередных задач при освоении лесов Дальнего Востока и, в частности, лиственничников бассейна р. Амура является изучение их в таксационном отношении.

Если местные таблицы учета объемов и сортиментов[1] составлены и в настоящее время удовлетворяют производство, то изучение хода роста и развития древостоев на Дальнем Востоке только начинается[2].

Между тем изучение динамики развития древостоев с возрастом необходимо для разработки такого коренного вопроса ведения лесного хозяйства, как установление возраста спелости древостоев разных пород и возраста их главных рубок.

---

1 Таблицы для учета Дальневосточных лесов. Хабаровск. ДальНИИХЛ. 1948; Агеенко А. С. Справочник для таксации хвойных лесов о. Сахалина, Долинск, СахЛОС ДальНИИХЛ, 1960.

2 Надо отметить, эскиз таблиц хода роста для лиственницы даурской III кл. бонитета (с полуострова Камчатки), составленный проф. Н. В. Третьяковым (приложение к книге: А. Л. Биркенгоф. Леса центральной части полуострова Камчатки. М.—Л. Академия наук СССР 1938).

Дальнейшая интенсификация лесохозяйственного и лесопромышленного производства потребует проведения более детальных лесоустроительных и экономических расчетов. Качественное выполнение последних возможно только на основе глубокого изучения динамики насаждений с преобладанием различных ценных пород. Это даст возможность правильнее планировать ведение хозяйства в лесу и более рационально использовать древесные запасы.

Автор статьи принимал участие в работах по наземному обоснованию аэротаксационного обследования лесов бассейна р. Амгунь. В процессе полевых работ был собран материал, необходимый для составления эскиза таблиц хода роста лиственницы даурской в типе леса листвяг багульниковый. Этот тип леса избран как наиболее распространенный в бассейне верхнего течения р. Амгуни (выше пос. Дуки). Наземная таксация проводилась по ходовым линиям общим протяжением 216 км с закладкой десяти пробных площадей и взятием на каждой пробе 10—12 моделей. Особое внимание при этом уделялось глазомерному описанию тех участков, которые относились к выбранному типу леса; эти данные использованы впоследствии как дополнительные при выравнивании показателей основных таксационных признаков.

Пробные площади закладывались в наиболее характерных насаждениях с чистыми древостоями лиственницы даурской или с незначительной примесью ели, пихты, березы, причем с таким расчетом, чтобы все насаждения, характеризующиеся пробными площадями, относились к одному естественному ряду. После тщательной проверки материалов данные одной пробной площади были исключены из дальнейшей обработки, как не относящиеся к одному естественному ряду. Средний возраст древостоев пробных площадей находился в пределах 60—190 лет.

Обработка собранных материалов проведена по методике проф. Н. В. Третьякова[1].

Выравнивание данных хода роста средних высот и средних диаметров для каждого возраста производилось по формуле общего вида $У = a\lg A + b\lg A + c$, где a, b и c — параметры, A — значение возраста У — выравненные средние высоты. Параметры найдены по способу наименьших квадратов. Среднеквадратические ошибки характеризуют вполне удовлетворительную точность результатов (соответственно $\pm 1{,}2$—$2{,}5\%$)

[1] Н. П. Курбатский и Г. А. Мокеев. Методика исследования хода роста древостоев, установления пригодности существующих и составления новых таблиц хода роста. «Вопросы лесной таксации». Сб. трудов ЦНИИЛХ. Л., 1937.

при очень малых систематических ошибках ($+0{,}012$—$+0{,}145\%$).

Суммы площадей сечений были получены двумя путями: по формуле Н. В. Третьякова: $Ag = Aa + b$ и по формуле Шиффеля $g = a\sqrt{h} - b$. Результаты вычислений оказались практически одинаковыми. Для дальнейших расчетов были приняты суммы площадей сечений, вычисленные по формуле Н. В. Третьякова. В основу были положены данные абсолютных полнот максимально полных насаждений.

Для получения видовых чисел предварительно были вычислены средние видовые числа для древостоя каждой пробной площади по формуле $f_m = \frac{M}{gh_m}$. Выравнивание видовых чисел производилось по формуле $h_m f_m = ah_m + b$. Четыре основных признака для каждого десятилетия дали запас по формуле $M = gh_m f_m$. Число деревьев для каждой ступени возраста высчитывалось на основе суммы площадей сечения и среднего диаметра по формуле $N = \frac{4g}{\pi d^2 m}$.

Для получения запаса без коры вычислены по модельным деревьям среднеарифметические проценты коры для древостоя каждой пробной площади и выравнены по формуле $K = ah_m + b$ с нахождением параметров по способу наименьших квадратов. Отпад определен расчетным путем. Число деревьев отпада N_1 получалось вычитанием числа деревьев в данном возрасте из числа деревьев, которое было 10 лет назад. Запас отпада M_1 для каждой ступени возраста вычислен по формуле $M_1 = N_1 \cdot V_2$, где V_2 — объем среднего дерева отпада.

Общая производительность древостоя получена суммированием запасов основной части древостоя с запасом отпада в данном возрасте. Для устранения ошибок, которые могли возникнуть в результате округлений, данные общей производительности выравнены по формуле Герхардта $\Sigma M = ah^2_n + bh_n + c$ по способу наименьших квадратов.

Средний прирост (общей производительности) определен по формуле $Z = \frac{\Sigma M}{A}$, среднепериодический — $p = \frac{\Sigma M_m - \Sigma H_n}{(m-n)}$ и процент среднепериодического прироста по формуле Преслера $P = \frac{200}{n} \cdot \frac{\Sigma M_m - \Sigma M_n}{\Sigma M_m + \Sigma M_n}$.

Эскиз таблицы хода роста лиственницы даурской в типе леса листвяг багульниковый, полученный изложенным выше способом, приведен в таблице 1.

Таблица 1

Эскиз таблицы хода роста лиственницы даурской в типе леса листвяг багульниковый бассейна верхнего течения р. Амгуни

Возраст	Средняя высота (м)	Древостой: средний диаметр (см)	видовое число	сумма площадей сечения ($м^2$)	число стволов на 1 га	запас на 1 га ($м^3$): в коре	без коры	Отпад: число стволов на 1 га	отпад за 10 лет ($м^3$)	общий отпад ($м^3$)	Общая производительн.: в коре ($м^3$)	без коры ($м^3$)	Прирост: общий, средний	периодический: средний	% среднего периодического прироста
60	18,37	18,39	0,550	33,36	1259	337	297	—	—	—	337	298	4,96	3,2	1,02
70	19,72	19,04	0,539	34,05	1195	362	326	64	5	5	367	330	4,71	2,8	0,81
80	20,79	19,70	0,531	34,56	1133	382	348	62	6	11	393	358	4,48	2,4	0,65
90	21,65	20,38	0,526	34,96	1072	398	365	61	7	18	416	382	4,24	2,1	0,53
100	22,36	21,08	0,521	35,28	1011	411	380	61	7	25	436	403	4,03	1,9	0,46
110	22,92	21,79	0,518	35,54	953	422	392	58	7	32	454	422	3,84	1,7	0,39
120	23,40	22,50	0,515	35,76	898	431	402	55	8	40	471	439	3,66	1,5	0,34
130	23,72	23,23	0,514	35,94	848	438	410	50	8	48	487	454	3,49	1,4	0,31
140	24,13	23,95	0,512	36,10	802	446	418	46	8	56	501	468	3,34	1,3	0,28
150	24,26	24,69	0,511	36,24	757	450	422	45	8	64	514	481	3,21	1,2	0,25
160	24,41	25,42	0,510	36,36	716	453	425	41	8	72	525	493	3,08	1,1	0,22
170	24,52	26,16	0,509	36,47	679	456	429	37	8	80	536	504	2,96	1,0	0,19
180	24,57	26,91	0,509	36,56	644	457	430	35	8	88	546	514	2,86	0,9	0,17
190	24,59	27,66	0,509	36,64	611	459	432	33	8	96	555	523	2,76	0,8	0,15
200	24,59	28,40	0,509	36,72	579	460	435	32	8	104	564	531	2,66		

Эти материалы позволили проследить ход роста насаждения лиственницы даурской в возрасте от 60 до 200 лет. Если в возрасте 60—120 лет изменение средней высоты древостоев весьма существенно, то в возрасте 120—160 лет рост в высоту ослабевает и к 180—200 годам практически прекращается (рис. 1).

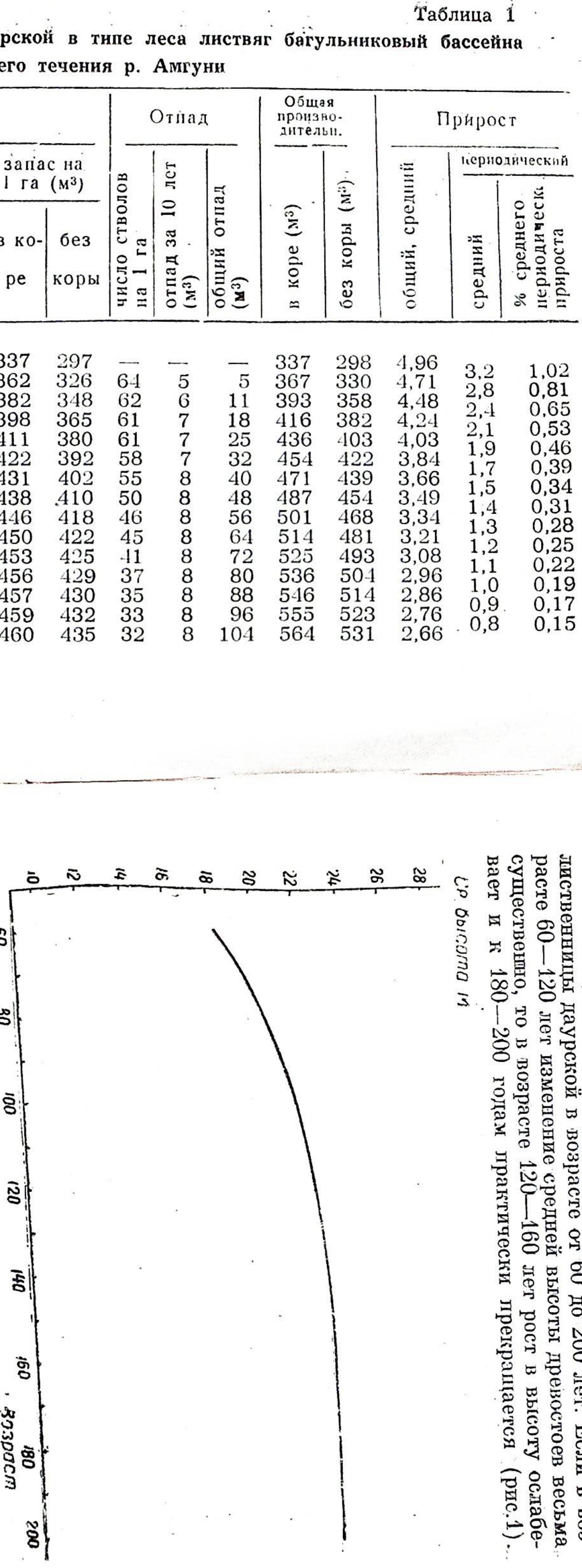


Рис. 1. Ход роста средних высот древостоев лиственницы даурской в бассейне р. Амгуни в типе леса листвяг багульниковый.

Средний диаметр древостоев увеличивается с возрастом более равномерно (рис. 2). Формообразование стволов деревьев лиственницы заканчивается практически в 120—140 лет; в более высоких возрастах показатель видового числа меняется незначительно. Увеличение суммы площадей сечений стволов на высоте груди становится незначительным, начиная с возраста 140—150 лет. Число стволов на 1 га площади с возрастом уменьшается, причем особенно сильно до возраста 120—130 лет.

Наибольшая интенсивность накопления запаса наблюдается в более молодом возрасте. В дальнейшем значительная часть прирастающего запаса идет на компенсирование потерь запаса, вызываемых отпадом части деревьев (рис. 3).

Возраст количественной спелости наступает ранее (60 лет, предположительно в 50—55 лет.

Сопоставление полученных данных средних высот эскиза таблиц хода роста с общебонитировочной шкалой свидетельст-

вует, что по мере увеличения возраста лиственницы даурской в батульниковом типе интенсивность роста «падает». Так, если в 60-летнем возрасте древостои указанного типа леса могут быть отнесены ко второму классу бонитета, а в периоде от 80 до 90

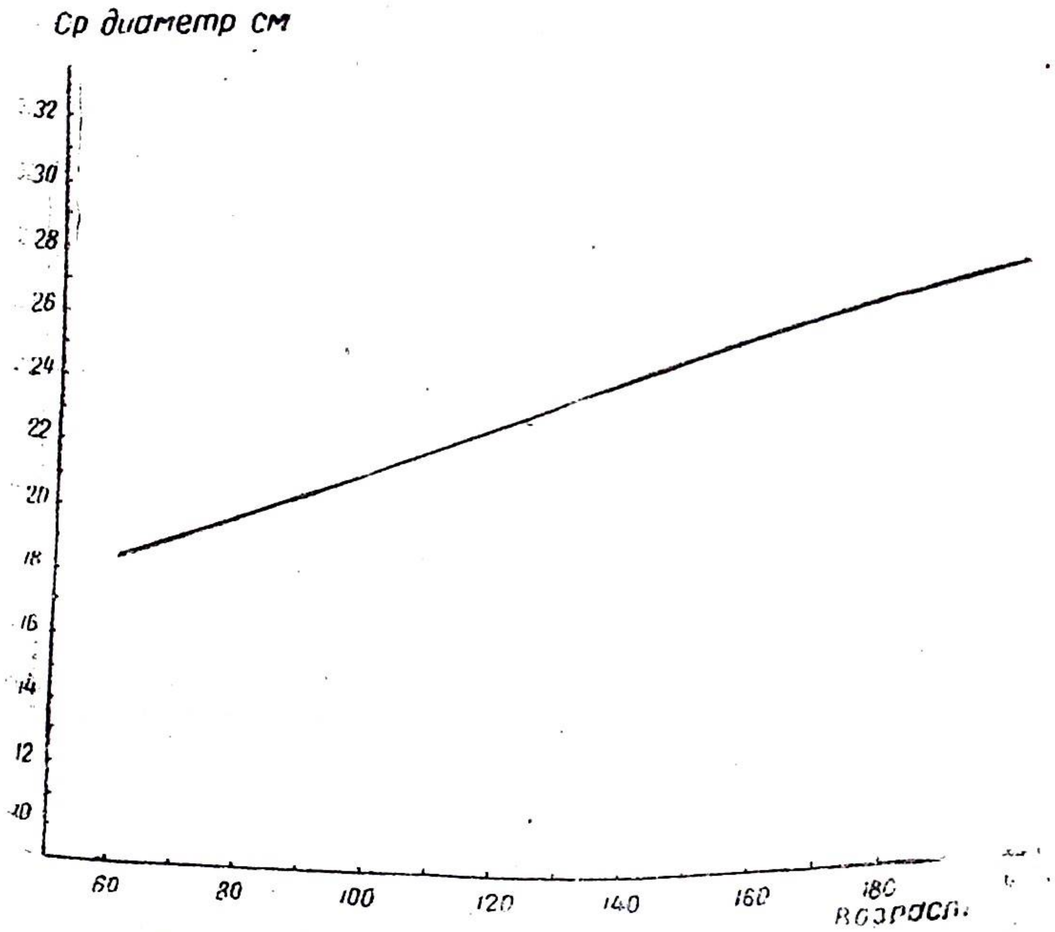


Рис. 2. Изменение средних диаметров древостоев лиственницы даурской в типе леса — листвяг багульниковый с возрастом.

лет наблюдается переход от II класса бонитета к III, то более старые древостои (до 200-летнего возраста) относятся к III классу бонитета. Как уже говорилось, интенсивность роста по диаметру с возрастом также уменьшается. Все это дает основание отнести насаждения названного выше типа леса к насаждениям с падающей интенсивностью роста[1].

[1] Третьяков Н. В. Методика учета текущего и среднего приростов древостоев. Вопросы лесной таксации. Сб. трудов ЦНИИЛХ, 1937.

«Падение» класса бонитета с увеличением возраста насаждений отмечено также рядом авторов: Ребелем (1924), К. И. Григорьевым — для лесов севера, Поляновым (1929) — для березы в Сибири, Соколовым (1932) — для сосны Баково-Варнавинского учебно-опытного леспромхоза.

Рост по диаметру идет по очень плоской кривой, почти прямой. Аналогичный ход роста по диаметру отмечается в финляндских таблицах хода роста нормальных березовых насаждений (Ильвессало) и в работе Ленрота «Исследование структуры и развития однотипных нормальных насаждений сосны», 1925.

Данные, приведенные выше, свидетельствуют о своеобразии роста и развития насаждений определенного типа лиственничников. Это развитие выходит за рамки одного класса такой условной категории, как бонитет. Следует согласиться с теми авторами, которые последнее время высказываются в печати за составление таблиц хода роста по типам леса (не по клас-

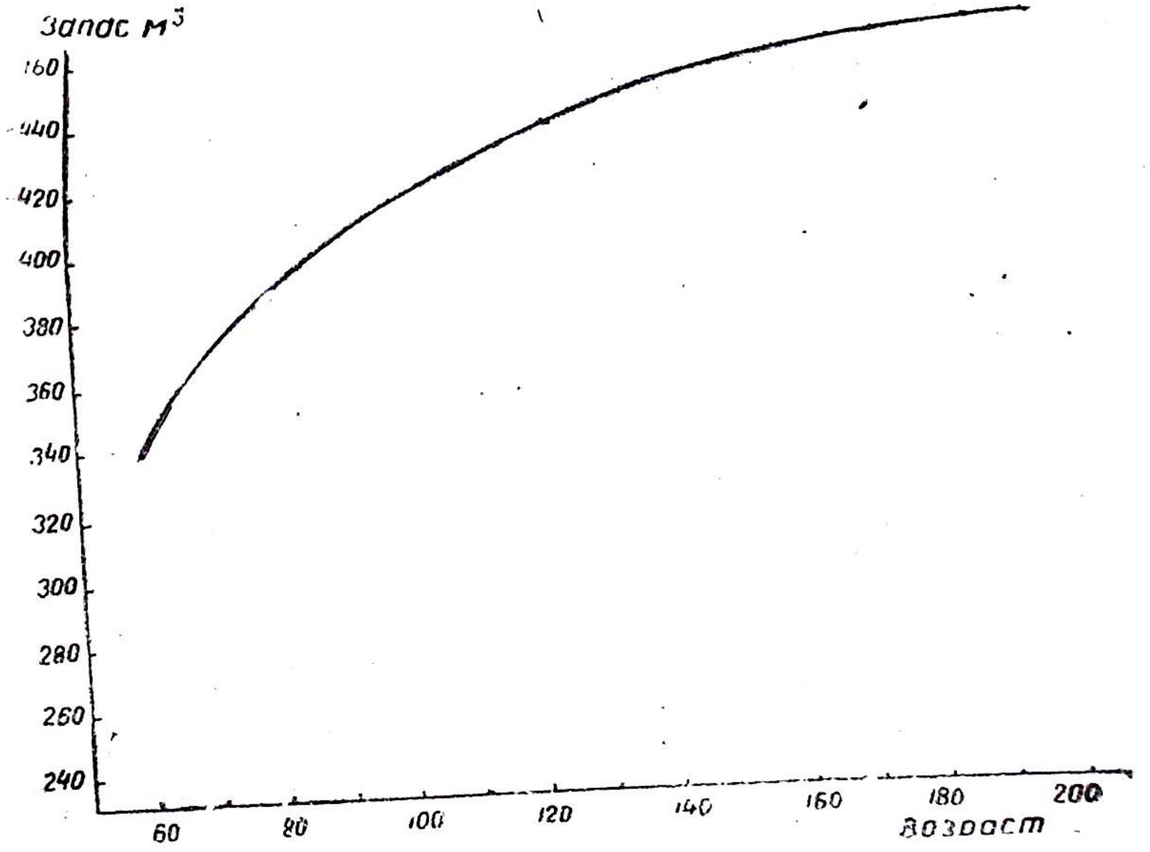


Рис. 3. Изменение с возрастом запасов древостоев лиственницы даурской в типе леса листвяг багульниковый.

сам бонитета и тем более не «всеобщих»), т. к. в этом случае наиболее полно учитываются условия внешней среды, в которых происходит рост и развитие определенных насаждений.

Как нам представляется, следовало бы шире развернуть работы по выяснению динамики роста древостоев Приамурья и составлению соответствующих таблиц хода роста. Правда, составление таких таблиц в короткое время по всем встречающимся здесь типам леса не всегда возможно по экономическим условиям, но по основным, ведущим типам или группам типов леса, сходных по важнейшим признакам условий местопроизрастания, необходимые данные можно и нужно иметь.

СОДЕРЖАНИЕ

I. Режим рек и климат Амурского бассейна.

Стр.

Соловьев И. А. Изыскательские работы на Нижнем Амуре . . . 5

Стоценко А. В., Черненко В. Г. Краткий обзор водохозяйственных исследований в бассейне реки Уссури 20

Гарцман И. Н. Фоновые факторы осадков и речного стока в бассейне Амура 33

Богданова Е. Л. О максимальных расходах весеннего половодья в Амурском бассейне 51

Прыткова М. Я. Вертикальная зональность стока взвешенных наносов рек юга Дальнего Востока 62

Зимонт И. Л. Полевые эксперименты по формированию ливневых паводков на малых бассейнах 73

Тетерятникова Е. П. Летнее наводнение 1958 года на Амуре 84

Цветкова В. В. Заторы льда в верхнем течении Амура весной 1960 года 101

Соловьев И. А. Поперечные течения на Кайдановских перекатах Нижнего Амура 106

Авдейчик З. П. Климатическая характеристика Сталинского района Еврейской автономной области 117

Мичурина И. А. Климатические условия города Хабаровска 135

Тильба А. П. Пойменная растительность реки Амура . 151

Нечаев А. П. Аллювий и растительность в поймах горных рек Приамурья 168

Трегубов Г. А. К вопросу о берегозащитных посадках . 177

Карасев И. Ф. Регулирующая способность землечерпания на реках 184

Мильштейн М. И. Защита пути от размывов на железных дорогах Дальнего Востока 202

II. Природные ресурсы бассейна.

Ярмолюк В. А. Полезные ископаемые советского Приамурья 218

Богатков Н. М. Минеральные источники Амурского бассейна 241

Сулимов И. Н. Перспективы нефтегазоносности Зее-Буреинской депрессии 259

Фетисов В. Г. Водоносность вскрышных пород Райчихинского буроугольного месторождения 269

Качияни А. И., Трегубов Г. А. Классификация почв Приамурья и Приморья 277

Терентьев А. Т. Темноцветные луговые почвы Зейско-Буреинской низменности 296

Трегубов Г. А. Растительные ресурсы Комсомольского района 310

Агеенко А. С. Ход роста лиственницы даурской в бассейне реки Амгуни 329

—o—

АМУРСКИЙ СБОРНИК. II

Редактор **А. А. Степанов.**

Технический редактор **А. В. Малов.**

Подписано к печати 28 ноября 1960 г.
Бумага 60×92/16=20,5 б. л., 10,5 п. л.,
21 п. уч. изд. л.
Тираж 1000 экз. ВЛ03791.

Приамурский филиал [illegible]

II. Природные ресурсы бассейна.

Ярмолюк В. А. Полезные ископаемые советского Приамурья 218

Богатков Н. М. Минеральные источники Амурского бассейна 241

Сулимов И. Н. Перспективы нефтегазоносности Зее-Буреинской депрессии 259

Фетисов В. Г. Водоносность вскрышных пород Райчихинского буроугольного месторождения 269

Качияни А. И., Трегубов Г. А. Классификация почв Приамурья и Приморья 277

Терентьев А. Т. Темноцветные луговые почвы Зейско-Буреинской низменности 296

Трегубов Г. А. Растительные ресурсы Комсомольского района 310

Агеенко А. С. Ход роста лиственницы даурской в бассейне реки Амгуни 329

АМУРСКИЙ СБОРНИК. II

Редактор **А. А. Степанов.**

Технический редактор **А. В. Малов.**

Подписано к печати 28 ноября 1960 г.
Бумага 60×92/16=20,5 б. л., 10,5 п. л.,
21 п. уч. изд. л.
Тираж 1000 экз. ВЛ03791.

Приамурский филиал [illegible]

ЦЕНА 11 руб. 20 коп.
С 1/I-1961 г. 1 руб. 12 коп.