



ЎзССР ФА ГИДРОГЕОЛОГИЯ ВА ИНЖЕНЕРЛИК  
ГЕОЛОГИЯСИ ИНСТИТУТИ

---

ЎзССР ГЕОЛОГИЯ БОШ БОШҚАРМАСИНИНГ ЎЗБЕКИСТОН  
ГИДРОГЕОЛОГИЯ ТРЕСТИ

ЎЗБЕКИСТОННИНГ  
ГИДРОГЕОЛОГИК  
ВА ИНЖЕНЕР-ГЕОЛОГИК  
ШАРОИТИ

I-ТОМ

ЎЗБЕКИСТОН ССР ФАНЛАР АКАДЕМИЯСИ НАШРИЁТИ  
ТОШКЕНТ-1963

ИНСТИТУТ ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ  
ГЕОЛОГИИ АН УЗССР

УЗБЕКСКИЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ТРЕСТ ГЛАВГЕОЛОГИИ  
УзССР

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ  
И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ  
УСЛОВИЯ УЗБЕКИСТАНА

ТОМ I

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК УЗБЕКСКОЙ ССР  
ТАШКЕНТ - 1968

551.49

Г464

Монография состоит из трех томов.

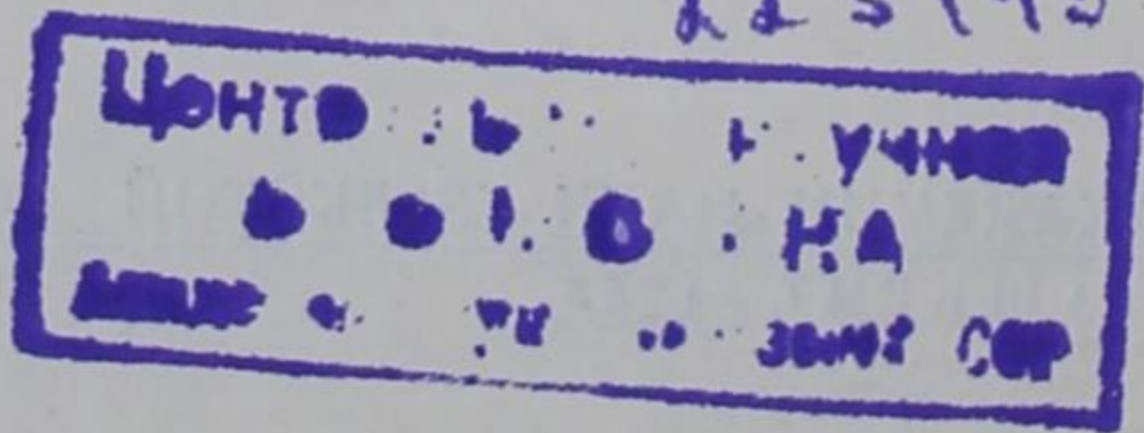
В первом томе характеризуются общие естественноисторические факторы (климат, рельеф, гидрография, геология, тектоника), закономерности формирования подземных вод и инженерно-геологические условия Узбекистана и некоторых прилегающих районов; дается районирование грунтовых вод артезианских бассейнов, а также инженерно-геологических условий.

Монография рассчитана на гидрогеологов, инженеров-геологов, работников проектных и строительных организаций.

*Редакционная коллегия*

Акад. АН УзССР Г. А. МАВЛЯНОВ (ответственный редактор), чл.-корр. АН УзССР Н. А. КЕНЕСАРИН (зам. отв. ред.), проф. М. М. КРЫЛОВ (зам. отв. ред.), кандидаты г.-м. наук В. Г. ГАФУРОВ, А. С. ХАСАНОВ, Н. Н. ХОДЖИ-БАЕВ, М. Ф. ИВАНОВА, А. И. ИСЛАМОВ, А. Н. СУЛТАН-ХОДЖАЕВ (ответственный секретарь)

225143



---

---

## Октавий Константинович Ланге

Геологическая и гидрогеологическая общественность Советского Союза 15 марта 1963 г. отмечает знаменательную дату — 80-летие со дня рождения и 55-летие научно-педагогической деятельности заслуженного деятеля науки Узбекской ССР доктора геолого-минералогических наук заведующего кафедрой гидрогеологии Московского Государственного университета им. М. В. Ломоносова профессора Октавия Константиновича Ланге.

Многолетняя творческая научно-педагогическая, организаторская, производственно-исследовательская и общественная деятельность Ланге тесно связана с республиками Средней Азии, и особенно с Узбекской ССР, которым он отдал более 30 лет плодотворного труда.

О. К. Ланге родился 2 марта (ст. стиля) 1883 г. в с. Карабчиевцы быв. Каменецкого уезда Подольской губернии, в семье служащего. Рано потеряв родителей, он вынужден был зарабатывать на жизнь частными уроками. После гимназии Октавий Константинович поступил в Новороссийский университет, а затем перевелся в Московский. По окончании в 1910 г. университета он был оставлен академиком А. П. Павловым при университете для подготовки к профессорскому званию. О. К. Ланге работал на кафедре геологии ассистентом, старшим ассистентом, ученым хранителем геологического музея, был доцентом и профессором.

С первых дней после приезда в Ташкент (1924 г.) Октавий Константинович активно включился в работу по созданию Среднеазиатского государственного университета (ныне ТашГУ) и организации в нем кафедр динамической геологии и гидрогеологии, а позже — таких же кафедр в Среднеазиатском геолого-разведочном и Среднеазиатском индустриальном институтах.

В лекциях, излагаемых простым и понятным языком, Октавий Константинович стремится привить слушателям любовь к научным исследованиям, серьезное и вдумчивое отношение к изучаемым вопросам. Он развивает в молодежи инициативу и самостоятельность в научной и производственно-исследовательской работе, учит умению наблюдать и обобщать факты, делать из них правильные научные и практические выводы.

В 1926 г. О. К. Ланге организовал научно-исследовательский Кабинет гидрогеологии в Среднеазиатском государственном университете, сыгравший большую роль в успешном проведении производственных исследовательских и научно-исследовательских работ на территории

республик Средней Азии. Кабинет гидрогеологии был серьезной учебно-производственной базой для студентов гидрогеологической специальности.

За 1927—1930 гг. Кабинет геологии и гидрогеологии под руководством О. К. Ланге провел ряд гидрогеологических и инженерно-геологических исследований во многих районах Киргизской, Таджикской, Туркменской и особенно Узбекской ССР. Результаты их частично опубликованы в геологической серии трудов ТашГУ и частично переданы в соответствующие производственные организации. Тогда же Ланге приступил к разработке принципов гидрогеологического райони-



О. К. Ланге.

рования, и в 1931 г. на Первом Всесоюзном гидрогеологическом съезде в Ленинграде демонстрировалась составленная им первая гидрогеологическая карта Узбекистана.

С 1929 г. начался систематический выпуск студентов-гидрогеологов Среднеазиатским университетом. В их числе были ученики Ланге, ставшие впоследствии крупными исследователями в области гидрогеологии и инженерной геологии. Среди них можно назвать академика Казахской Академии наук гидрогеолога У. М. Ахмедсафина, академика Узбекской Академии наук Г. А. Мавлянова, работающего в области изучения лессовых пород в Средней Азии, членов-корреспондентов АН УзССР Н. А. Кенесарина, А. М. Акрамходжаева, начальника

Главгеологии при Совете Министров УзССР Х. Т. Туляганова, управляющего Узбекского гидрогеологического треста В. Г. Гафурова и многих других. В настоящее время в Средней Азии работает более 400 геологов, гидрогеологов — учеников Ланге.

Одна из характерных черт деятельности Октавия Константиновича Ланге состоит в том, что он не замыкается в области чистой науки, а всегда рассматривает свою научную работу с точки зрения ее полезности для решения тех или иных практических вопросов, тесно связанных с развитием народного хозяйства.

Октавий Константинович был непосредственным руководителем-консультантом многочисленных гидрогеологических исследований, возглавляя или консультируя экспедиции и партии в самых различных районах Средней Азии — от Памира до Каспия, от Турксиба и Кызылкумов до Сурхандарьи и Вахша. Трудно назвать район Средней Азии, где бы он не работал.

Многочисленные крупные стройки в Средней Азии — ирригационные, гидротехнические, гидроэнергетические, промышленные, железнодорожные, коммунально-бытовые и др., где требовалось участие высококвалифицированных гидрогеологов, связаны с именем О. К. Ланге. Его участие в качестве консультанта или эксперта всегда обеспечивает наиболее простое и рациональное разрешение подчас очень сложных гидрогеологических или технических вопросов; для Октавия Константиновича характерны оригинальность и простота в решении трудных задач.

Особенно следует отметить деятельность О. К. Ланге в организации опорной сети гидрогеологических станций для изучения режима подземных вод.

Умение сплотить вокруг себя коллектив и обеспечить дружную его работу характерно для О. К. Ланге — ученого, общественника и обаятельного человека.

Профессор О. К. Ланге — автор многочисленных (более 120) опубликованных научных работ по различным вопросам геологии, гидрогеологии, инженерной геологии, в том числе учебных пособий для высшей школы. Некоторые из них посвящены важнейшим теоретическим и методическим проблемам и основам гидрогеологии (учению о зональности грунтовых вод, вопросам формирования подземных вод в условиях засушливого климата), гидрогеологическому районированию, классификации подземных вод, вопросам гидрогеологического картирования, гидрогеологической терминологии. Его книги стали настольными для каждого гидрогеолога, они вошли в золотой фонд отечественной гидрогеологии. Под редакцией Октавия Константиновича вышел ряд научных трудов по различным вопросам геологии. Известно большое количество его выступлений с отзывами и рецензиями на многие работы по вопросам геологии, гидрогеологии и инженерной геологии.

О. К. Ланге — основоположник и руководитель Среднеазиатской гидрогеологической школы.

За большие заслуги в развитии гидрогеологической науки Президиум ЦИК Узбекской ССР в 1936 г. присвоил О. К. Ланге звание заслуженного деятеля науки Узбекской ССР; в 1939 и 1950 гг. Президиум Верховного Совета Узбекской ССР, а в 1951 г. Президиум Верховного Совета Таджикской ССР наградили его почетными грамотами. Президиумом Верховного Совета СССР он награжден орденом Ленина и медалями.

Октавий Константинович Ланге известен не только как крупный советский ученый, блестящий, высокоэрудированный лектор и чуткий воспитатель молодежи, но и как горячий патриот своей Родины, замечательный, отзывчивый, большой души человек, пользующийся глубоким уважением и большой любовью всех знающих его, учившихся у него или работавших с ним. Поэтому вполне заслуженно в среднеазиатских республиках воспитанные им многочисленные ученики-гидрогеологи называют его «ота» — «отец».

Несмотря на то что в последние годы Ланге работает в Московском государственном университете, он продолжает поддерживать тесную связь со среднеазиатскими гидрогеологами, руководит работой аспирантов из республик Средней Азии, живо интересуется всеми достижениями своих учеников и нередко совершает длительные поездки с целью консультаций и ознакомления с исследованиями в отдельных районах Средней Азии.

В августе 1962 г. в Ташкенте с большим успехом прошел Международный симпозиум, посвященный проблеме влияния орошения на процессы вторичного засоления, химический состав и режим подземных вод. На этом форуме гидрогеологов, почвоведов, инженеров-геологов и специалистов других смежных наук участвовали ученые 25 стран. Октавий Константинович был не только активным организатором этого симпозиума, но и выступал с докладом.

Параллельно с симпозиумом организовались четырехмесячные курсы стипендиатов ЮНЕСКО. В исполнении этого ответственного мероприятия также непосредственно участвовал О. К. Ланге. На курсах он читал лекцию по региональной гидрогеологии.

В настоящее время под редакцией О. К. Ланге подготавливаются к изданию материалы Международного симпозиума. Он является одним из редакторов настоящего тома и главным редактором двух последующих, посвященных порайонному описанию гидрогеологических и инженерно-геологических условий Узбекистана.

Большой коллектив геологов, гидрогеологов, инженеров-геологов Узбекистана шлет дорогому юбиляру искренние сердечные приветствия и поздравления в связи со знаменательной датой — 80-летием со дня его рождения и 55-летием научно-педагогической, производственно-исследовательской и общественной деятельности, желает ему доброго здоровья, большого счастья и дальнейших творческих успехов на благо советской науки и практики, на благо нашей Родины.

*Г. А. Мавлянов, Н. А. Кенесарин, Х. Т. Туляганов,  
А. Н. Султанходжаев, А. С. Хасанов*



---

---

## Значение подземных вод в народном хозяйстве Узбекистана

Среди республик Средней Азии Узбекская ССР выделяется как основной район орошаемого земледелия. Для полива широко используются подземные воды. Только в Ферганской долине около 190 м<sup>3</sup>/сек выклинивающихся в среднем за год грунтовых вод используется для орошения. Большие запасы подземных вод в Голодной степи, а также в бассейне рек Ангрен и Чирчик могут оросить несколько десятков тысяч гектаров земель.

Перспективы применения подземных вод для орошения в Узбекистане очень велики. В связи с тем что верхние горизонты грунтовых вод во многих районах отличаются сильной минерализацией и постоянно угрожают засолением почвы, а глубокие минерализованы слабо, использование на орошение нижних горизонтов глубокими буровыми скважинами решает проблему искусственного регулирования (снижения) грунтовых вод в борьбе с процессами засоления земель. К таким районам возможного применения для орошения глубоких подземных вод с одновременным мелиорирующим эффектом относятся Центральная Фергана, южная и северо-восточная части Голодной степи, некоторые участки Бухарского оазиса, бассейна Кашкадарьи, Сурхандарьи и др.

Подземные воды широко используются для коммунального и технического водоснабжения. Так, только Ташкентский водопровод с водозабором в районах Кибрая и Карасу ежедневно потребляет около 104 тыс. м<sup>3</sup> грунтовой воды из аллювиальных отложений р. Чирчик.

Потребность в подземной воде строящегося Ангренского промышленного комбината составит 560 тыс. м<sup>3</sup> в сутки. Исследованиями установлены большие ресурсы подземных вод в долине р. Ангрен, которые смогут почти полностью удовлетворить потребности этого промышленного района в питьевом и техническом водоснабжении.

Около 30 тыс. м<sup>3</sup> в сутки подземной воды используется для водоснабжения Ташкентской железной дороги. Многие железнодорожные станции получают артезианскую воду из глубоких буровых скважин. Значительное количество подземной воды используется населенными пунктами, совхозами, колхозами и отдельными промышленными предприятиями.

Зачастую в пустынных районах подземные воды — единственный источник водоснабжения животноводческих хозяйств. Поэтому перспективы развития отгонного животноводства в пустынно-равнинных пространствах Узбекистана зависят не только от кормовых ресурсов, но главным образом от наличия подземной воды.

Особенности природных условий пустынь не всегда благоприятствуют накоплению пресных подземных вод. Наиболее распространены здесь сильноминерализованные грунтовые воды, непригодные даже для водопоя скота. Однако встречающиеся в этих районах солоноватые воды успешно используются для водопоя. Известно, например, что овцы предпочитают пресной воде солоноватую, содержащую до 4—5 г/л солей.

Таблица 1

Использование минеральных вод Узбекистана в лечебных целях  
(по данным Я. К. Муминова и Р. А. Каценовича)

Бальнеолечебница	Болезнь	Способ извлечения воды	Пропускная способность лечебницы (количество больных в год)
Чартак (Фергана)	Полиартрит, спондилез, радикулит, заболевания кожи и пр.	Самоизливающиеся буровые скважины	2000
Ташминводы Стационар ин-та им. Семашко (район г. Ташкента)	Гастриты, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, гепатит, холецистит, колит, полиартрит, плексит, радикулит, неврит, заболевания сердечно-сосудистой системы и пр.	То же	1200
Кызылтепе (Фергана)		То же	300
Чимион (Фергана)	Заболевания органов сердечно-сосудистой и периферической нервной систем, заболевания кожи и пр.	Буровые скважины	1500
Джейранхана (окрестности г. Термеза)	То же	Самоизливающиеся буровые скважины	900
Южный Аламышик (Фергана)	Поражение опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы	То же	600
Палванташ	Полиартрит, спондилез, радикулит, заболевания кожи и пр.	Буровые скважины	150 за лето

Успешные поиски пресных вод в пустынных районах значительно расширяют возможности быстрого развития животноводства. Так, большие запасы глубоких артезианских вод, вскрытых в последние годы в Кызылкумах, обнаруженные буровыми скважинами, обеспечат водой многочисленные животноводческие хозяйства.

В настоящее время поголовье только каракульских овец, потребляющих подземные воды в пустынных районах УзССР, достигает 4,5 млн. с ежесуточной потребностью в воде 30—40 тыс. м<sup>3</sup>.

Большое практическое значение имеют также минеральные воды, на базе которых быстро развиваются курорты республики. В настоящее время в Узбекистане насчитывается 8 таких курортов и лечебниц.

Артезианская термальная Ташкентская минеральная вода, извлекаемая несколькими глубокими скважинами в Ташкенте и под Ташкентом, используется не только как лечебное средство, но и в качестве источника тепловой энергии (температура ее достигает 60—66°). Породы меловой системы, содержащие Ташкентскую воду, занимают весь Приташкентский район в бассейнах рек Чирчик, Ангрен, Келес.

Подземные воды Узбекистана могут быть использованы и для получения йода, брома, калийных солей и т. д. Интересны в этом отношении нефте- и газоносные структуры в Ферганской котловине, Западном и Юго-Западном Узбекистане.

Однако подземные воды часто тормозят или осложняют развитие той или иной отрасли народного хозяйства, вызывая засоление орошаемых земель, заболачивание почвы, просадку лессов, большую и неравномерную по характеру осадку в основании сооружений, оплывание откосов коллекторов-дрен, разрушение подземных бетонных частей сооружений, деформацию и разрушение дорожного полотна и пр.

В условиях сухого и жаркого климата Узбекистана в результате капиллярного поднятия грунтовых вод почвы большинства равнинных районов подвержены засолению. Около 5400 га поливных земель Узбекской ССР находится в состоянии среднего и сильного засоления и около 19000 га — заболачивания. С этими явлениями ведется постоянная напряженная борьба. В районах со слабо выраженной или отсутствующей естественной дренированностью только агротехнические и эксплуатационно-хозяйственные мероприятия не обеспечивают необходимого эффекта регулирования режима грунтовых вод с целью устранения развития засоления почв. Возникает потребность в устройстве густой коллекторно-дренажной сети, отводящей избыточную грунтовую воду за пределы орошаемого массива. Общая протяженность дренажной сети в Узбекистане достигает 23000 км. В настоящее время, когда взят курс на сплошное освоение внутрисистемных земель, борьба с засолением их — неотложная задача сельскохозяйственного производства.

Существенного внимания заслуживает и вопрос о борьбе с заболачиванием почв, хотя это явление в Узбекистане не имеет большого распространения и наблюдается преимущественно в современных речных долинах или в зоне выклинивания конусов выносов предгорно-равнинной зоны Узбекистана.

В горнопромышленных районах затрачиваются значительные средства на борьбу с притоками подземных вод в горные выработки.

Благодаря специфическому химическому составу подземные воды часто представляют интерес как поисковый признак месторождений нефти, газа, полиметаллических и других рудных полезных ископаемых.

Инженерно-геологические условия в разных районах Узбекистана различны. Наиболее благоприятные условия для строительства железных и грунтовых дорог, гидротехнических, промышленных и гражданских сооружений, технических и жилых зданий, прокладки газопроводных, водопроводных и канализационных линий имеются в центральных частях крупных межгорных впадин и в оазисах среди песчаных пространств. Эти территории характеризуются равнинностью рельефа, обилием пресной воды, плодородием почвы, наличием подручного строительного материала и сырья в виде лесса и издавна служат местами крупных поселений и интенсивной хозяйственной деятельности человека. Естественно, что они являются местами расположения главных строительных объектов.

В предгорных же областях вследствие развития оврагообразования, селевых потоков, суффозионно-карстовых процессов, смещения земляных масс на склонах и других современных физико-геологических явлений условия для строительства инженерных сооружений хуже, хотя во многих случаях примыкающая к равнине нижняя часть предгорной полосы все более вовлекается в сферу хозяйственной деятельности.

Как правило, еще менее благоприятна инженерно-геологическая обстановка в горных областях, отличающихся сильной расчлененностью рельефа. Здесь основными видами строительства являются плотины на реках для создания регулиционных водохранилищ, гидроэлектростанций, а также железные, грунтовые и канатные дороги к рудникам, рабочие поселки на рудниках, линии электропередачи.

---

---

## К истории изучения гидрогеологических и инженерно-геологических условий Узбекистана

До Великой Октябрьской социалистической революции территория Узбекистана в гидрогеологическом отношении почти не исследовалась, за исключением работ на некоторых участках Голодной степи, проводимых с целью выяснения причин засоления плодородных земель под воздействием вод Сыр-Дарьи. Исследованиями занимались крупные специалисты того времени Н. А. Димо, Н. И. Каменев, М. Д. Спиридонов и др. Однако работы были прекращены в 1915 г. Начало гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям в Узбекистане положено по существу уже при Советской власти.

Впервые изучением подземных вод Узбекистана (в бассейнах рек Чирчик, Сыр-Дарья и Зеравшан) занялась гидрогеологическая часть Туркестанского управления водного хозяйства, а также (на договорных началах) сотрудники Ленинградского геологического комитета.

В 1924 г. в Ташкентском (Туркестанском) государственном университете возникла гидрогеологическая ячейка при кафедре динамической геологии геологического факультета. Сотрудники кафедры проводили исследования преимущественно в Приташкентском районе, Голодной степи и Ферганской котловине. В 1927 г. при университете образовалась самостоятельная кафедра гидрогеологии, занимавшаяся, в частности, инженерно-геологическими дисциплинами.

В 1927 г. руководство гидрогеологическими исследованиями было передано управлениям водного хозяйства среднеазиатских республик и отделениям Ленинградского геологического комитета. Вместе с тем усилилось значение кафедры гидрогеологии САГУ как научно-исследовательской ячейки. Вырос коллектив кафедры — в ее работе стали активно участвовать студенты-гидрогеологи. Отпала необходимость привлечения к гидрогеологическим исследованиям представителей Ленинградского геологического комитета.

Следует отметить, что в первые годы после Октябрьской революции изучение подземных вод было сосредоточено в двух центральных организациях — Ленинградском геологическом комитете (и его отделениях), исследовавшем артезианские воды, и Единой гидрометеорологической службе, занявшейся грунтовыми водами, находящимися в тесной взаимосвязи с атмосферной и поверхностной влагой.

Поскольку в Узбекистане, как и вообще в Средней Азии, в 20—40-х годах в связи с вопросами ирригации и мелиорации основное внимание привлекали именно грунтовые воды, большое участие в организации гидрогеологических исследований принимала Единая гидрометеорологическая служба, организовавшая в Ташкенте Инсти-

тут подземных вод (Узподземвод). Благодаря Институту в сравнительно короткий срок были разработаны планы развития станций по изучению режима подземных вод на территории Узбекистана, схема размещения этих станций в наиболее важных районах. В частности, планировалась организация районных режимных станций третьего класса, основная задача которых состояла в наблюдениях за режимом подземных вод. В Ташкенте была намечена основная объединяющая станция первого класса, которая должна была обобщать режимные данные для всей республики. Для рационального изучения режима грунтовых вод сотрудники Института разрабатывали специальные методические указания и инструкции. В результате деятельности Узподземвода были организованы режимные станции в Ташкентском, Ферганском, Бухарском, Сурхандарьинском и Хорезмском районах, особо нуждавшихся в детальных гидрогеологических исследованиях. Вместе с тем продолжались и полевые гидрогеологические работы, результаты которых опубликованы в специальном издании «Материалы по гидрогеологии УзССР» (1932—1933 гг.).

Во второй половине 30-х годов изучение режима подземных вод (грунтовых и артезианских) было передано в ведение Геологической службы (ныне Министерство геологии и охраны недр).

В 1932 г. при Совете Народных Комиссаров УзССР был организован Комитет наук. В него входил сектор гидрогеологии и инженерной геологии и сектор геологии и минеральных ресурсов, на базе которых в 1937 г. был создан Геологический институт. В 30-е годы геологический факультет САГУ был реорганизован в Геологоразведочный институт, который вскоре слился с горным факультетом Среднеазиатского индустриального (ныне Ташкентский политехнический) института. Здесь наряду с гидрогеологической ветвью геологической специальности сформировалась инженерно-геологическая.

В начале 50-х годов в САГУ был вновь открыт геологический факультет с кафедрой гидрогеологии. Таким образом, в настоящее время в Ташкенте подготовкой гидрогеологов занимаются два высших учебных заведения: Ташкентский государственный университет и Политехнический институт. В Узбекистане имеются многочисленные кадры гидрогеологов и инженеров-геологов, среди которых немало кандидатов и докторов наук, академиков, членов-корреспондентов Академии, лауреатов Государственной премии.

В 1943 г. Комитет наук был преобразован в Академию наук УзССР. В 1960 г. организован Институт гидрогеологии и инженерной геологии (ГИДРОИНГЕО). Гидрогеологическому тресту, созданному в 1952 г., подчинена служба изучения режима подземных вод.

Для установления более тесной связи гидрогеологов и инженеров-геологов Узбекистана состоялось два гидрогеологических совещания (в 1948 и 1958 гг.). В них приняли участие представители не только среднеазиатских республик, но и РСФСР, Кавказа, Украины. На этих совещаниях подведены итоги проведенной в Узбекистане научной и производственной работы, а также намечены дальнейшие задачи. В августе 1962 г. в г. Ташкенте проведен Международный симпозиум, посвященный влиянию орошения на вторичное засоление, химический состав и режим подземных вод.

За последние годы осуществлены чрезвычайно важные исследования регионального порядка, начата борьба с засолением почвы путем применения методов вертикального дренажа.

В результате изучения закономерностей формирования подземных вод, а также инженерно-геологических условий орошаемых территорий и районов ирригационного строительства разработаны мелиоративные, инженерно-геологические мероприятия по расширению поливного земледелия и повышению урожайности хлопчатника. В настоящее время достигнуты значительные успехи в выявлении и использовании подземных вод важнейшего скотоводческого района—Центральных Кызылкумов, проделана большая разведочная работа по выявлению термальных минеральных и промышленных вод.

Исследованность территории УзССР в гидрогеологическом и инженерно-геологическом отношении настолько существенна, что представлялось целесообразным под общим руководством Института гидрогеологии и инженерной геологии АН УзССР выполнить монографическую сводку данных по этим вопросам.

Принимая во внимание вышеизложенное, представляется особенно важным вполне назревшая необходимость предлагаемой сводной работы по обобщению накопленных сведений и достижений в области гидрогеологии и инженерной геологии.

В составлении первого тома монографии принял участие большой коллектив специалистов.

Раздел «Значение подземных вод в народном хозяйстве Узбекистана» написал М. М. Крылов, «К истории изучения гидрогеологических и инженерно-геологических условий Узбекистана»—О. К. Ланге и Н. А. Кенесарин.

Авторы I главы—«Факторы формирования подземных вод и инженерно-геологических условий»—М. М. Крылов («Климат», «Гидрография», «Почвы и растительный покров») и М. Маматкулов («Рельеф»); II главы—«Геологическое строение»—О. А. Рыжков и А. А. Юрьев («Антропоген»); III главы—М. М. Крылов («Подземные воды»), А. И. Шевченко, Н. Н. Ходжибаев и М. М. Крылов («Грунтовые воды»), О. К. Ланге и А. Н. Султанходжаев («Артезианские воды»); IV главы—«Инженерно-геологические условия»—Г. А. Мавлянов, Ф. И. Воронов, А. И. Исламов, М. З. Назаров и С. М. Касымов; V главы—«Перспективы развития гидрогеологических исследований на территории Узбекистана»—Н. А. Кенесарин.

Помимо лиц, составивших общее и порайонное описание территории Узбекистана, следует отметить канд. г.-м. наук М. Ф. Иванову, оказавшую большую помощь редакторам монографии.

---

## Глава I

### Факторы формирования подземных вод и инженерно-геологических условий

Подземные воды Узбекистана характеризуются разнообразием условий образования, залегания, качества и количества, что тесно связано, прежде всего, с физико-географическими особенностями и геологическим строением обширной территории республики; во многих, особенно в равнинных, районах Узбекистана существенное влияние оказывают различные хозяйственные факторы формирования подземных вод, среди которых главное место занимает орошение. Гидротехническое, коммунальное и другие виды строительства, направленные к использованию или искусственному регулированию подземных вод, имеют локальное значение.

#### КЛИМАТ

Географическое положение Узбекистана у северных границ субтропического пояса обуславливает формирование здесь преимущественно теплого, засушливого климата с резко выраженной континентальностью. Наибольшая засушливость свойственна равнинно-низменной области Узбекистана, где испаряемость достигает максимума для республики, во много раз превышая количество выпадающих атмосферных осадков. Проявление широтной зональности природных явлений (в том числе климата) здесь наиболее хорошо выражено, что имеет очень важное значение в процессе формирования подземных вод: происходит интенсивное их испарение и в связи с этим осолонение.

Если в качестве критерия сухости (или влажности) климата использовать отношение величины испаряемости к количеству атмосферных осадков за год, то для равнинно-низменной области Узбекистана это отношение (коэффициент засушливости) будет равным 15—20. С гидрогеологической точки зрения важно отметить, что область Туранской низменности, лишенная общего подземного стока, является, по существу, гигантским испарителем, где рассеивается весь поверхностный и подземный сток. Некоторое отличие представляют равнины межгорных впадин, подземные воды которых в какой-то мере, а иногда значительно, дренируются главной рекой.

Таким образом, если в Туранской низменности солевой баланс подземных вод всегда имеет положительный знак, то равнины межгорных впадин, несмотря на высокий коэффициент засушливости, могут иметь нейтральный или даже отрицательный солевой баланс грунтовых вод в условиях хорошей естественной дренированности территории. В свя-



зи с этим использование только климатических факторов при оценке направленности солевого баланса подземных вод не всегда бывает достаточным. В движении и накоплении солей в грунтовых водах вследствие испарительной концентрации решающее значение имеет отношение испарения  $Z$  грунтовых вод к их расходу на подземный сток плюс выклинивание на дневную поверхность  $W$ .

Назовем его показателем солевого баланса грунтовых вод  $V$ .

$$\frac{Z}{W} = V.$$

При  $V > 1$  солевой баланс будет положительным, при  $V$ , близком к единице, — нейтральным и при  $V < 1$  — отрицательным.

В пределах низменных равнин показатель солевого баланса всегда больше единицы, в то время как на равнинах межгорных впадин он может быть близок к единице (например, в средних частях конусов выносов) и меньше единицы (в верхних частях конусов выносов).

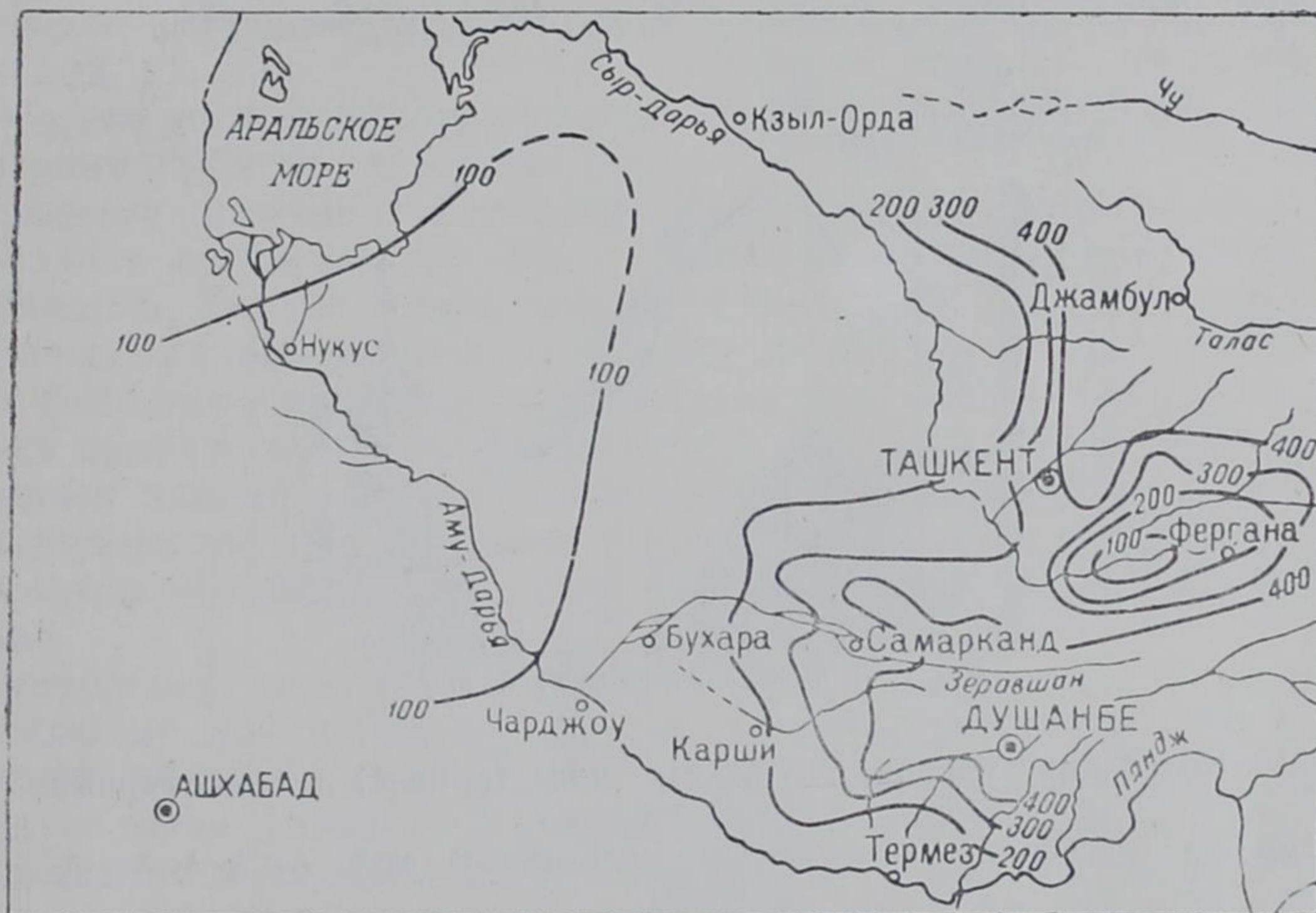


Рис. 1. Годовые суммы осадков.

Климат предгорных равнин включает элементы климатов горной области — от пустынного климата к степному, лесо-луговому, альпийских лугов, вечного снега и ледников. По мере увеличения абсолютной высоты утрачиваются характерные черты субтропического климата, сменяющегося более холодным, свойственным северным широтам земного шара. Засушливость климата Узбекистана, как и других республик Средней Азии, накладывает отпечаток на инженерно-геологическую обстановку предгорных и равнинных пространств. В частности, именно аридный климат обуславливает формирование лессов с присущими им структурно-текстурными особенностями, в том числе просадочности. Важнейшими климатическими факторами формирования подземных вод и инженерно-геологических условий являются осадки, температура и влажность воздуха.

Осадки, поступающие на территорию Узбекистана с воздушным течением с запада и северо-запада, выпадают преимущественно в зимне-весенний период. Наименьшее количество их (не менее 100 мм в год) приходится на равнины, в особенности Кызылкумы (рис. 1). Объясня-

ется это тем, что в верхних и нижних слоях тропосферы преобладают нисходящие движения, благоприятствующие образованию слабооблачной погоды. В летний же период, несмотря на сильное прогревание нижних слоев тропосферы, восходящие конвекционные токи не достигают уровня конденсации, и облаков не образуется. Осенние и зимние

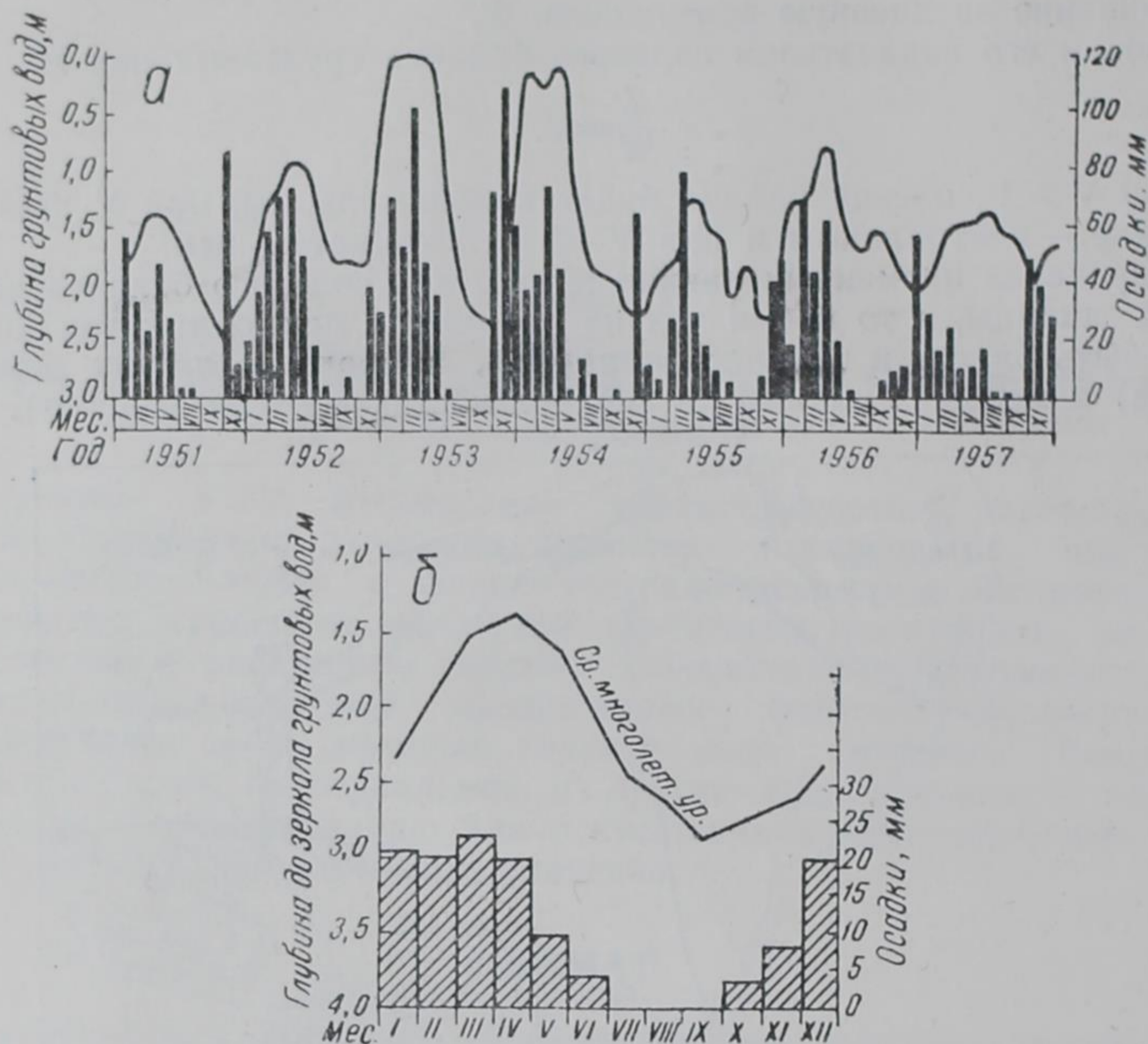


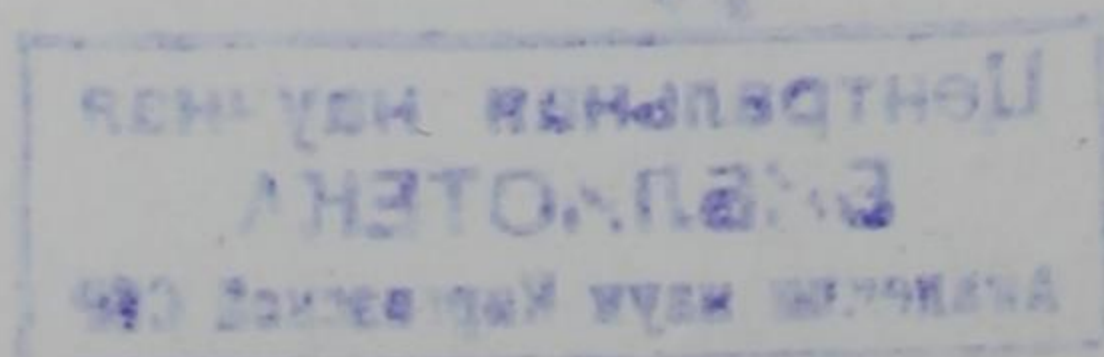
Рис. 2. Колебания уровня грунтовых вод (кривая) и атмосферных осадков  
 а—Голодная степь (по Р. М. Мирзаходжаеву), б—Бухарский оазис (по А. А. Худайбердыеву).

осадки на равнинах никакого значения в пополнении запасов подземных вод не имеют: во-первых, в этот период их выпадает небольшое количество и притом частично в виде снега, успевающего в значительной мере испариться до таяния, во вторых, иссушенная за лето почва удерживает часть осадков в верхних горизонтах.

Весенние осадки, выпадающие на влажную почву хотя и в незначительном количестве, но концентрированно, во многих районах заметно пополняют грунтовые воды, вызывая подъем их зеркала (рис. 2).

Доля участия осадков в питании грунтовых вод зависит, с одной стороны, от литологического состава и состояния влажности зоны аэрации, а с другой — от глубины залегания зеркала грунтовых вод. Так, в слоистых песчано-глинистых отложениях Голодной степи доля весенних осадков в питании грунтовых вод резко уменьшается с увеличением глубины залегания их зеркала (рис. 3).

В условиях песчаных и галечниковых отложений возможность инфильтрации атмосферных осадков значительно большая. Заметное количество их поступает на питание грунтовых вод в местах обнаженных галечников конусов выносов, а также местами в пустынно-песчаных районах. В последнем случае этому благоприятствует рельеф. Ло-



кальные понижения мезорельефа являются сезонными очагами инфильтрации скопляющихся здесь атмосферных осадков. Такие участки пресных вод в пустынных районах низменных равнин Узбекистана, встречающиеся среди высокоминерализованных грунтовых вод, представляют ценный источник водоснабжения в животноводческих хозяйствах.

В образовании линз пресных вод значительное участие могут принимать и конденсационные воды. В наиболее увлажненных районах равнинных пространств (увлажнение вызвано орошением земель) удельный вес атмосферных осадков в питании грунтовых вод невелик, несмотря на почти повсеместное неглубокое залегание зеркала грунтовых вод.

Обычно доля инфильтрационного питания грунтовых вод за счет атмосферных осадков в Голодной степи, низовье Аму-Дарьи и Бухарском оазисе не превышает 10—12% от общей приходной статьи годового баланса. Тем не менее, осадки в этих районах обуславливают нередко весенний максимум в колебании уровня грунтовых вод. В горной зоне Узбекистана распределение осадков по сезонам года аналогичное, но здесь количество их увеличивается с абсолютной высотой местности, подчиняясь закону высотной зональности климата. Наряду с этой общей закономерностью важным фактором в распределении атмосферных осадков является экспозиция склонов горных хребтов и их расположение.

Наибольшее количество осадков получают склоны горных хребтов, открытые для западных ветров, наименьшее — внутренние районы горной области, защищенные от западных воздушных течений. Так, на склонах западной оконечности Зеравшанского хребта (г. Китаб) выпадает в среднем за год около 420 мм, в Ташкенте, расположенном у открытых к западу склонов Чаткальского хребта, — около 350 мм, в то время как в г. Коканде, расположенном в закрытой со всех сторон Ферганской впадине, количество осадков составляет 100 мм.

Указанные особенности климата не могут не отразиться и на подземных водах. В горной области образуется не только поверхностный сток рек, но и грунтовые воды с большими динамическими запасами. Достаточно указать, что в питании поверхностного стока горных рек грунтовые воды составляют 30—40% и более от общего годового стока. Атмосферные осадки, легко проникая в трещиноватые породы коры выветривания, вызывают интенсивное выщелачивание солей из горных пород.

Существенное значение в питании грунтовых вод горных поднятий имеют снега.

Наибольшее количество атмосферных осадков (до 1000 мм в год) выпадает в высокогорной области; по мере перехода к предгорьям и далее к равнинной области доля осадков в питании подземных вод постепенно уменьшается.

На инженерно-геологические условия влияет не столько годовое количество атмосферных осадков, сколько характер распределения их

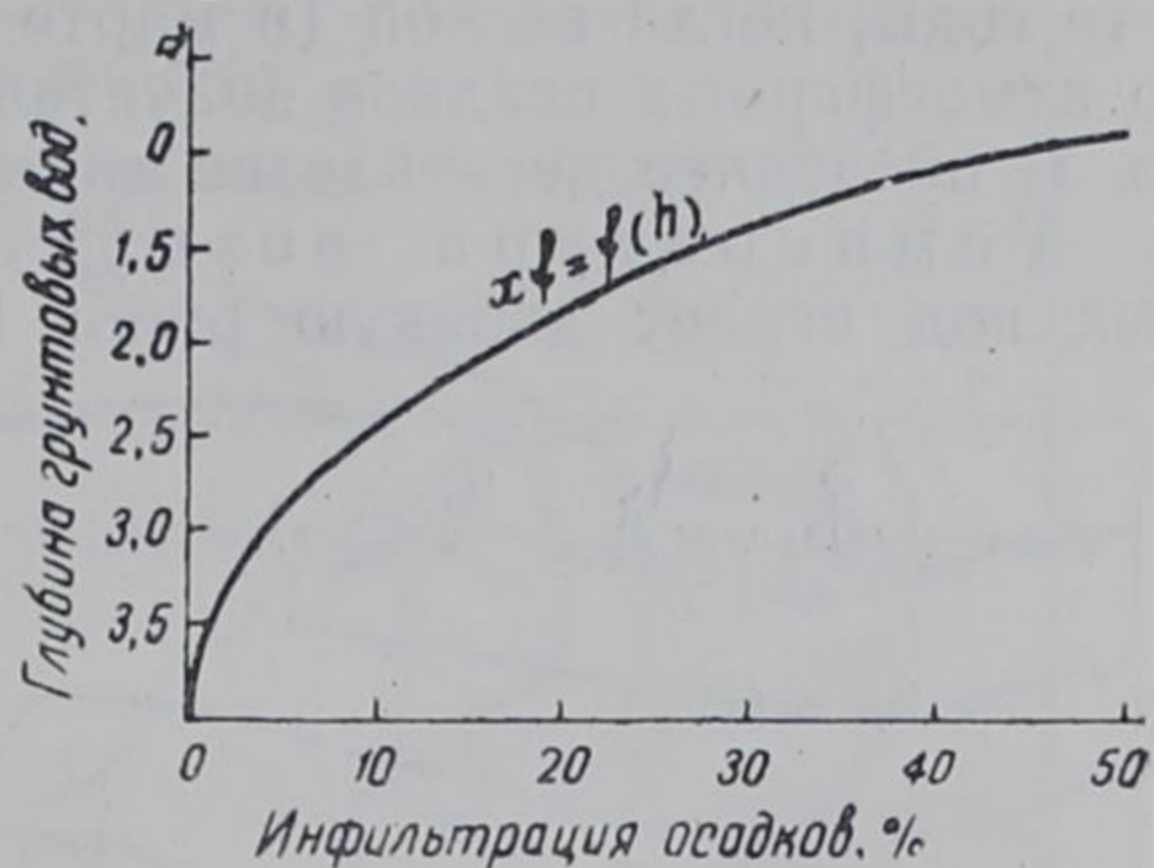


Рис. 3. Зависимость инфильтрации атмосферных осадков до грунтовых вод от глубин их залегания в мае 1940 г. в Шурузьякском понижении Голодной степи (по М. М. Крылову).

в году. В весенний период, когда выпадает наибольшее количество дождей и бурно тает сохранившийся снег, происходят обвалы и оползни, особенно в предгорной зоне. Эти явления резко активизируются в те годы, когда весной (в марте и первой половине апреля) количество атмосферных осадков значительно превышает обычное их количество. В последнее десятилетие такими годами были 1954, 1958 и 1959.

Температура воздуха в процессе формирования подземных вод играет двоякую роль: 1) сезонное колебание температуры

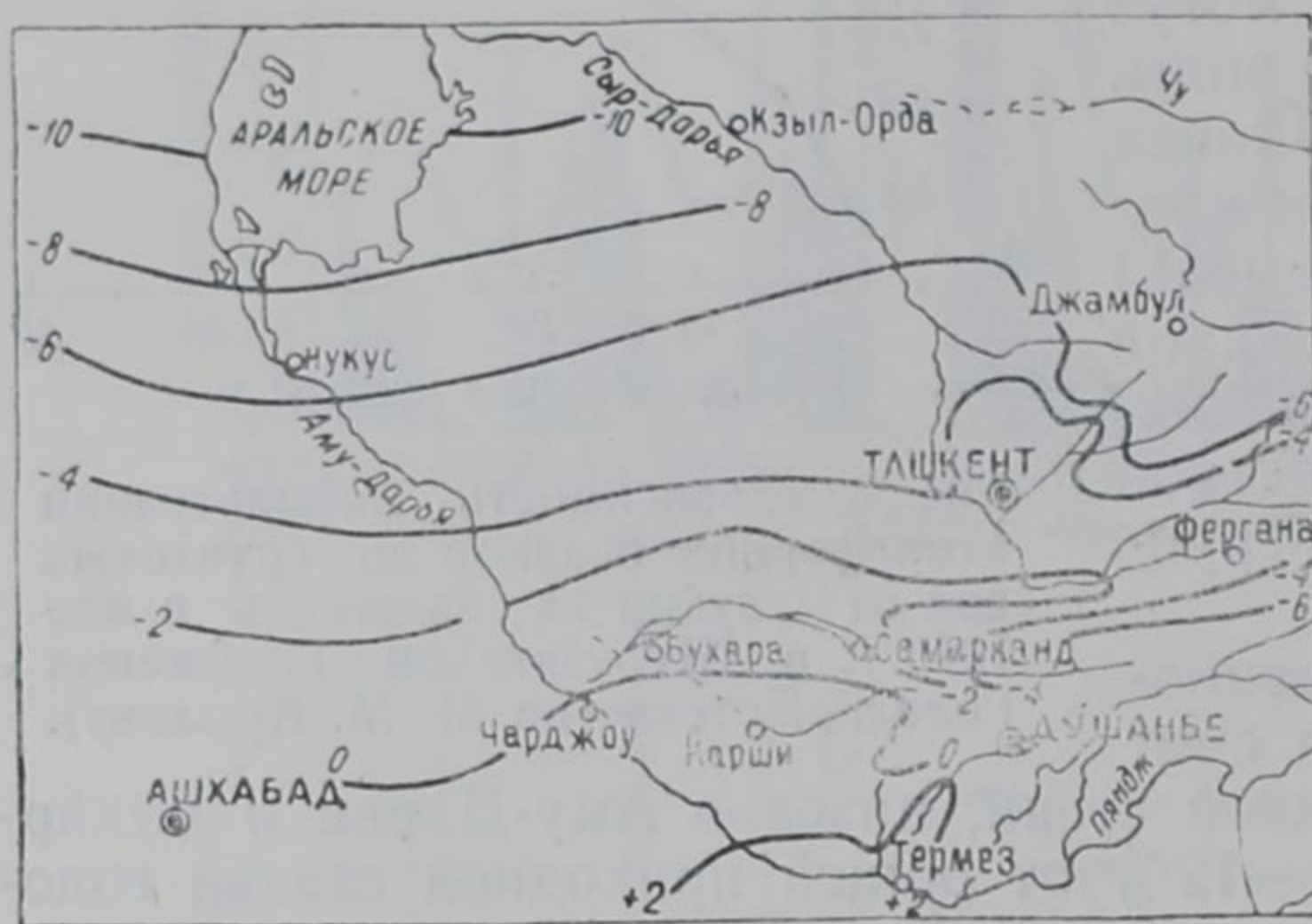


Рис. 4. Изотермы января.

воздуха определяет интенсивность испарения грунтовых вод, 2) от температурного режима зависит интенсивность таяния вечных снегов и ледников в области образования стока. Таким образом, в равнинных областях температура воздуха выступает в роли мощного фактора расходной статьи баланса грунтовых вод, в то время как в горной зоне она имеет наибольшее значение в приходной статье.

С повышением температуры в области питания стока положительные изменения запасов в общем водном балансе и в балансе грунтовых вод в процессе стока передаются и низменным равнинам. Например, в низовье Аму-Дарьи положительные изменения запасов грунтовых вод в значительной степени связаны с режимом речного стока, который, в свою очередь, зависит от интенсивности таяния снегов и ледников в горной зоне, т. е., по существу, через поверхностный сток реки осуществляется связь режима грунтовых вод дельты Аму-Дарьи с температурным режимом горной области.

В распределении температуры наблюдается та же подчиненность ее зональным факторам: широтной зональности на равнинах и высотной в горной области. Эта зональность особенно хорошо отражается на рис. 4. Зимой (на равнинах в заметных количествах, а в горах преимущественно) атмосферные осадки выпадают в виде снега, сохраняющегося в значительном количестве до весны только в горной части. На равнинах снег довольно быстро испаряется, часто не успев растаять.

В летний период смягчающее влияние на климат равнинной зоны оказывает Аральское море и Хорезмский оазис (рис. 5). Но все же здесь повсеместно наблюдаются высокие температуры с июня по август, реже по сентябрь, достигая 40—42°, а в отдельные годы 44—45. Как отмечалось, с температурным режимом воздуха равнинной зоны тесно связана интенсивность испарения воды, в частности грунтовой. В орошаемых районах это создает постоянную угрозу засоления почв в результате транспортировки солей по капиллярам из зоны грунтовых вод к поверхности. Испаряемость в условиях равнинной зоны Узбекистана определяется в 1500—2100 мм в год; она зависит от температуры и относительной влажности воздуха. Так, в орошаемых районах, характеризующихся большей относительной влажностью воздуха по сравнению с соседними участками пустынь, испаряемость зна-

чительно меньше, чем в пустынях (рис. 6). Наблюдения показывают, что испарение тесно связано с ходом температуры воздуха.

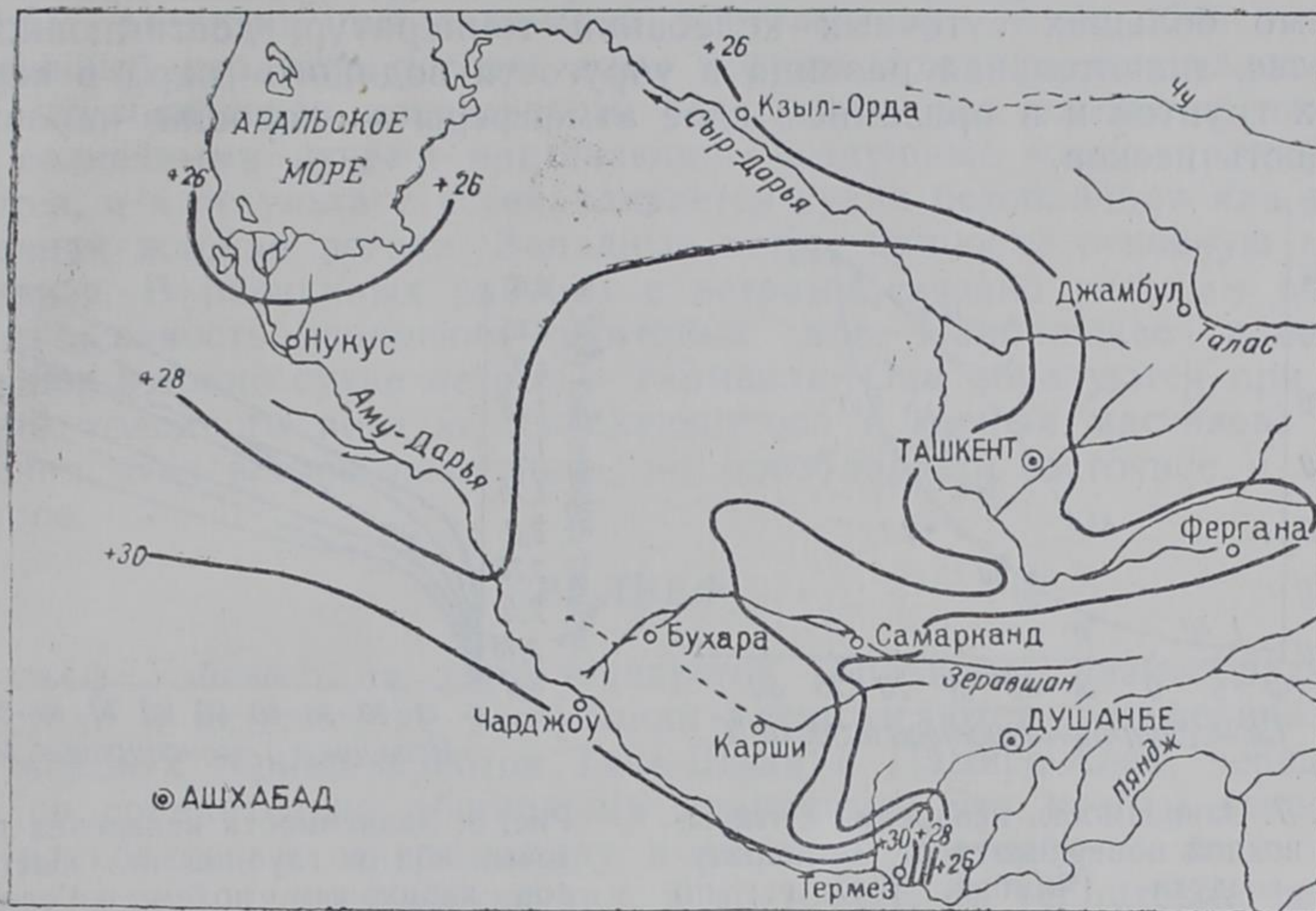


Рис. 5. Изотермы июля.

При указанных (рис. 7) величинах испаряемости в атмосферу рассеиваются не только все выпадающие на равнинах атмосферные осадки, но и значительная часть стока поверхностных и подземных вод. Интересно отметить, что, например, в низовьях Аму-Дарьи (в пределах только Приаральской дельты) задерживается и в конечном итоге испаряется около 26% общего стока в реке. Испарение грунтовых вод в орошаемых районах затухает на глубине 3,5—4 м (рис. 8), находясь в зависимости (при всех прочих равных условиях) от литологического состава зоны аэрации. Оно меньше в условиях слоистых почво-грунтов по сравнению с однородными в литологическом отношении отложениями. Грунтовые воды в оазисах Узбекистана рассеиваются главным образом благодаря транспирации растениями. Высокие температуры воздуха обуславливают понижение неглубоко залегающих грунтовых вод обычно с мая. В орошаемых районах эту тенденцию к спаду не могут преодолеть даже поливы почв.

В пустынных районах резкие суточные колебания температуры воздуха благоприятствуют конденсационным процессам. Образование грунтовых вод за счет конденсации паров атмосферы изучено еще

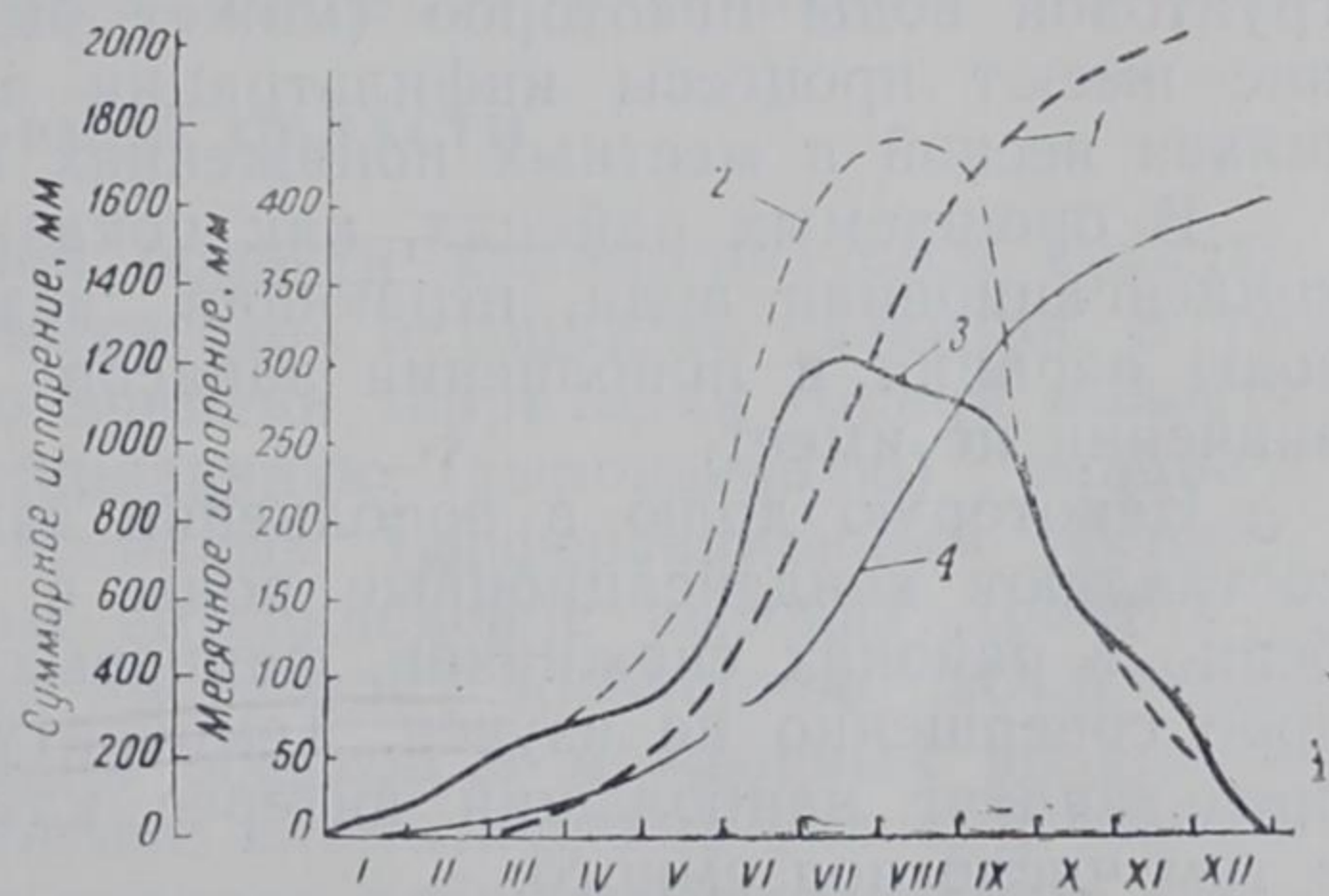


Рис. 6. Испарение с открытой водной поверхности.

1, 2—с малых водоемов в условиях пустыни (по расчетным данным С. А. Сапожниковой); 3, 4—у г. Чимбая в низовьях Аму-Дарьи (по наблюдениям М. М. Крылова).

очень слабо. Но, по-видимому, данный источник в пополнении запасов грунтовых вод пустынь в некоторых случаях может иметь существенное значение. В условиях песчаной пустыни этому благоприятствует, помимо больших суточных колебаний температур, достигающих 25° и более, значительная разница в упругости водяного пара в верхних слоях грунтов и в приземном слое атмосферы — хорошая паропроницаемость песков.

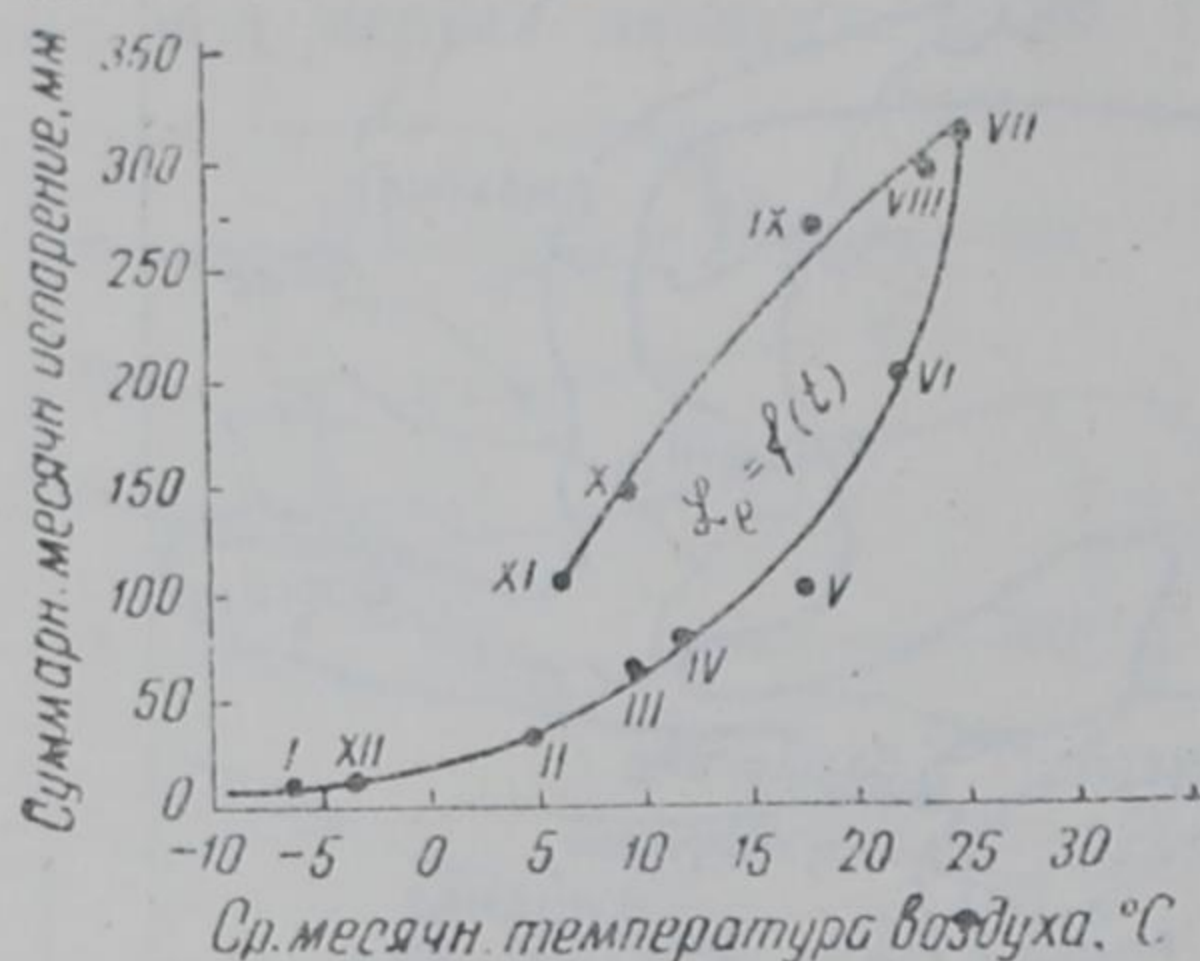


Рис. 7. Зависимость испарения с открытой водной поверхностью от температуры воздуха (Чимбай, 1947 г.; по М. М. Крылову).

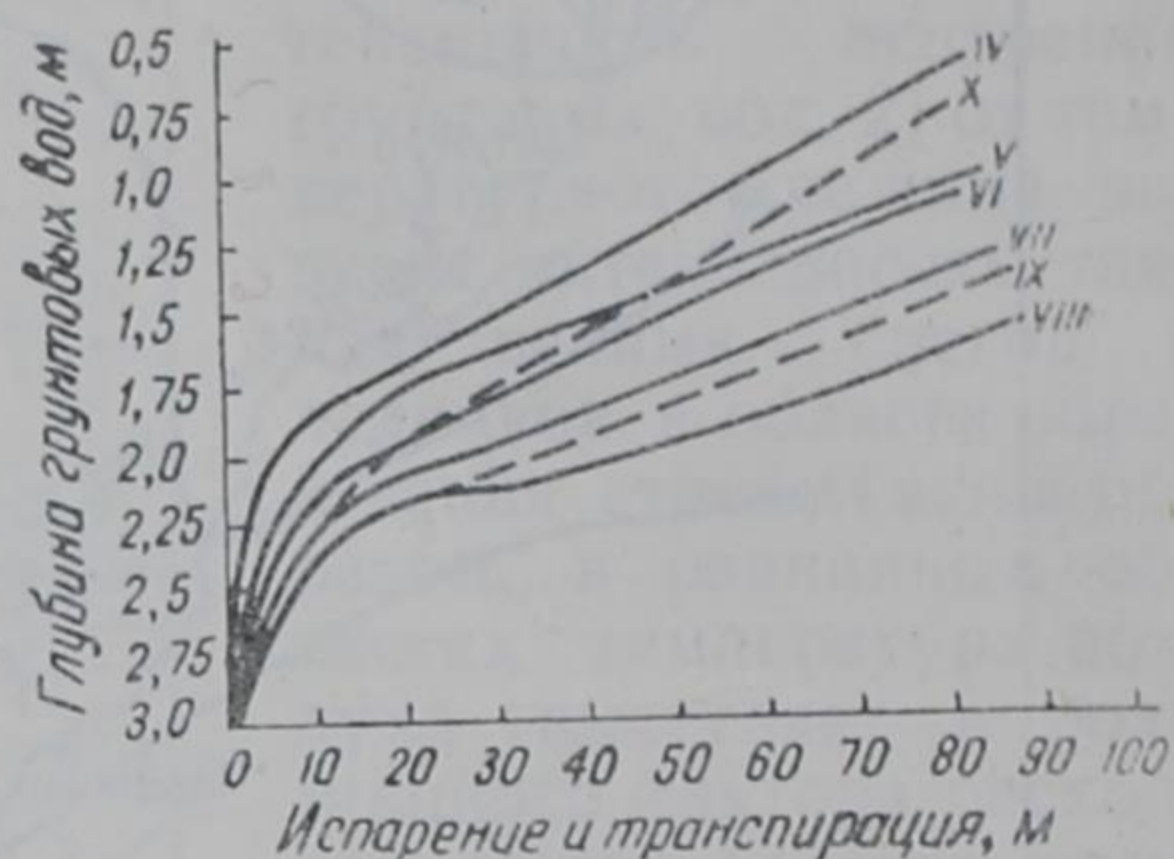


Рис. 8. Зависимость испарения грунтовых вод от глубины их залегания под хлопковым полем в Голодной степи (1941 г.; по М. М. Крылову).

Успешные поиски пресных вод в пустынях Средней Азии свидетельствуют о значительных запасах их среди высокоминерализованных грунтовых вод. Вопрос о происхождении линз пресной воды требует еще дальнейших исследований. В частности, кроме конденсационной грунтовой воды некоторое (может быть, очень существенное) значение имеют процессы инфильтрации атмосферных осадков, собирающихся весной в местных понижениях мезорельефа.

В орошаемых районах, как показали специальные наблюдения, конденсационная вода, играющая заметную роль в динамике влаги зоны аэрации и пополнении запасов грунтовых вод, практического значения не имеет.

Некоторую долю в пополнении запасов грунтовых вод, вероятно, составляют конденсационные воды в горной зоне Узбекистана, особенно в районах снежников, фирновых полей и ледников, но этот вопрос совершенно не изучен. Температурный режим в горной области представляет наибольший интерес как фактор формирования стока, в том числе подземного.

Влажность воздуха в гидрогеологическом отношении выступает как один из существенных факторов, определяющих интенсивность испарения грунтовых вод. Наименьшее значение относительной влажности воздуха характерно для пустынных районов. Поэтому наряду с высокой летней температурой большой дефицит влажности воздуха обуславливает и наибольшую в этих районах испаряемость. Кроме того, абсолютная влажность воздуха играет решающую роль в образовании конденсационных грунтовых вод в песках пустынных районов.

Большой дефицит влажности воздуха способствует также усилению процессов физического выветривания горных пород и разрушающей работе ветра.

Ветры на территории Узбекистана играют большую роль прежде всего в формировании климата. Холодное полугодие характеризуется преобладанием континентальных воздушных масс и интенсивностью развития циклонической деятельности. Этим объясняется неустойчивый характер погоды, зима обычно дождливая и холодная. Летом циклоническая деятельность ослабевает; под влиянием нагревания солнечными лучами притекающие воздушные массы трансформируются, и в результате устанавливается сухая безоблачная или слабооблачная жаркая погода. Западные ветры приносят основную массу осадков. В равнинных районах с ветрами связана главным образом интенсивность испарения грунтовых вод. Наибольшее влияние оказывают жаркие сухие ветры — гармсили. Они образуются при нагревании холодного воздуха, спускающегося с горных массивов. Направления этих ветров различные, но преобладают восточное и юго-восточное.

## РЕЛЬЕФ

Рельеф Узбекистана характеризуется большим разнообразием. На востоке и юго-востоке республики располагаются периферические части мощных горных хребтов Тянь-Шаня и Памиро-Алая, чередующихся со сравнительно обширными впадинами. Эти хребты веерообразно расходятся к северо-западу и западу, постепенно затухая в северо-западной части Узбекистана, а восточнее, на территории смежных республик (Киргизия, Таджикистан), они представляют собой высокие горные сооружения с абсолютными отметками, достигающими 7495 м. Северо-западная часть Узбекистана занята обширной равниной, входящей в пределы Туранской низменности.

Таким образом, по устройству поверхности в пределах Узбекистана выделяются две крупные области: горная и равнинная.

### РЕЛЬЕФ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ

Формирование рельефа горной области характеризуется следующими основными моментами геологической истории ее развития. В течение мезозоя и нижнетретичного времени территория горной области представляла собой сильно денудированную (выровненную) равнину, которая позже подвергалась интенсивным дифференциальным тектоническим движениям, обусловившим возникновение высоких хребтов и межгорных впадин. Одновременно происходит эрозионное расчленение хребтов и интенсивная аккумуляция осадков в межгорных впадинах. Поднятия горной области и изменение климатических условий способствовали в течение четвертичного периода развитию оледенений, которые во многих местах оставили заметные следы. Несмотря на усиленное расчленение горной области, начиная с конца третичного времени, в некоторых ее участках довольно хорошо сохранились фрагменты древних денудационных поверхностей (Аделунг, 1937; Синицын, 1937; Скворцов, 1949; и др.).

Таким образом, основными элементами рельефа горной области являются хребты и разделяющие их межгорные впадины.

На самом северо-востоке республики расположены юго-западные отроги Западного Тянь-Шаня, простирающиеся на юго-запад в виде высоких, разделенных глубокими долинами хребтов. Из них самый северный — Угамский хребет; юго-восточный склон его относится к Узбекистану. Средняя абсолютная высота этого хребта 3500—3700 м, а отдельные вершины поднимаются до 4322 м над ур. м. К юго-западу

высота его постепенно уменьшается; юго-восточный склон круто обрывается к долинам рек Пскем и Чирчик и глубоко расчленен долинами их правых притоков.

Западнее Угамского хребта, отделяясь от него р. Угам, крутым уступом поднимается хр. Каржантау, находящийся в пределах Узбекистана только юго-западной частью, где его отметки не превышают 2834 м над ур. м. Южный склон этой части отличается исключительной изрезанностью.

Параллельно Угамскому хребту простирается другой крупный отрог Западного Тянь-Шаня — Пскемский хребет, который входит в территорию республики только северо-западным склоном и юго-западной оконечностью. Простирается хребет с северо-востока на юго-запад; средняя абсолютная высота его около 4000 м, а отдельные вершины поднимаются до 4395; на юго-запад высота понижается. Эрозионная расчлененность рельефа этого хребта чрезвычайно велика, а его водораздельные участки носят черты глубокого расчлененного гляциально-эрозионного рельефа с хорошо выраженными троговыми долинами, цирками и карами, заполненными моренными отложениями и продуктами интенсивного физического выветривания.

Самым крупным отрогом Западного Тянь-Шаня в пределах Узбекистана является Чаткальский хребет, который долиной р. Ангрен разделяется на две крупные ветви: северную — хр. Арашан и гора Кызылнура и юго-западную — Кураминский хребет.

Хр. Арашан и гора Кызылнура, служащие водоразделом рек Ангрен и Чаткал, имеют сильно расчлененный скалистый характер. Самая высокая их точка достигает 3893 м над ур. м., а средняя абсолютная высота составляет около 3000 м. В северо-западной части этой ветви расположены горы Большой Чимган и Малый Чимган с высотными отметками 3277 и 2101 м. Северные и западные склоны хр. Арашан и горы Кызылнура во многих местах в виде отвесных скал обрываются к долинам рек Чирчик и Чаткал, а южные склоны более пологие, сглаженные и задернованные, хотя и глубоко расчленены многочисленными притоками р. Ангрен.

Южная ветвь Чаткальского хребта — Кураминский хребет, он вытянут с северо-востока на юго-запад. В юго-западной части известен под названием горы Карамазар. К Узбекской республике относится только северо-западный склон. Средняя абсолютная высота Кураминского хребта около 2500 м, а отдельные вершины в пределах Узбекистана поднимаются до 3409 м. Северо-западный склон хребта пересекают многочисленные притоки р. Ангрен. В верховьях Ангрена расположено нагорье — Ангренское плато, являющееся высокоприподнятым фрагментом древней абразионной поверхности (Скворцов, 1949). Средняя абсолютная высота плато около 3000 м.

Поверхность его имеет полого-волнистый характер и глубоко пропилена многочисленными притоками р. Ангрен, которые текут здесь в глубоких каньонах и ущельях.

Следующей крупной горной цепью Узбекистана является Туркестанский хребет, простирающийся в широтном направлении. В пределах республики расположены его западные и северо-западные отроги и северный склон (к западу от пер. Шахристан). Хребет характеризуется зубчатой водораздельной линией. Самая высокая точка его в пределах Узбекистана 4033 м; по мере движения на запад хребет постепенно понижается.

Начиная от истоков р. Санзар Туркестанский хребет разделяется долиной этой реки на две ветви: южную — Чумкартау — непосред-



ственное продолжение самого Туркестанского хребта (имеет широтное простирание, высота 3194 м) — и северную — Мальгузар (северо-западного простирания, резко асимметричного строения: крутой юго-западный склон и относительно пологий северо-восточный). Абсолютная высота водораздельной узкой и скалистой части этого хребта 2622 м. Склоны Мальгузара изрезаны глубокими ущельями. В районе истоков рек Санзар и Зааминсу высота хребта понижается и рельеф его сглаживается, приобретая вид холмистого плато. В северо-западной части рельеф также принимает мягкий характер и хребет постепенно переходит в невысокую гряду с абсолютными отметками 800 м и ниже.

Северо-западное продолжение Мальгузарского хребта — Нуратинские горы — имеет северо-западное и западное простирание и отделен от Мальгузара долиной р. Санзар (Тамерлановы ворота). Нуратинские горы состоят в основном из двух протягивающихся параллельно друг другу невысоких поднятий. Из них северное, собственно Нуратинский хребет, имеет максимальную абсолютную высоту (2169 м) в районе пер. Хаят. В водораздельной части хребта местами хорошо сохранилась древняя остаточная поверхность — пенеплен. Склоны его изрезаны многочисленными суходолами. Южное поднятие Нуратинских гор состоит из нескольких поднятий: Гобдунтау, Каракчатау, Актау и Каратау, которые имеют абсолютные отметки в пределах 1150—2006 м и относительно мягкий полого-волнистый рельеф. Эти поднятия разделяются долинами рек, начинающихся с юго-западного склона Нуратинского хребта.

К югу от Туркестанского хребта располагается Зеравшанский хребет, который входит в Узбекистан только западным отрогом Чакыл-Калян и его продолжением — хр. Каратепа. Общее простирание хр. Чакыл-Калян широтное; самая высокая его точка в пределах Узбекистана 2388 м. Водораздельная часть хребта оголена и скалиста, а склоны имеют асимметричное строение: северный относительно пологий и прорезан многочисленными временными водотоками, а южный очень крутой и скалистый, с широко развитыми осыпями.

Западнее пер. Тахтакарача (1679 м) находится Каратепинский хребет с максимальной отметкой 2188 м. Он радиально расчленяется короткими и в основном сухими долинами.

Далее на западе, за Джамской степью, располагаются невысокие Зирабулак-Зиаэтдинские горы, являющиеся в структурном отношении крайней западной оконечностью системы Зеравшанского хребта. Абсолютная высота их не превышает 1112 м; относительное превышение над окружающей равниной 500—600 м. Они отличаются мягким сглаженным рельефом, иногда он несколько заострен.

Наконец, в самой южной части территории Узбекистана располагается юго-западное окончание Гиссарского хребта и целый ряд его отрогов. В пределах Узбекистана начиная от пер. Гова хребет резко меняет общее направление с широтного на юго-западное и разветвляется на многочисленные почти параллельные отроги. Непосредственно к югу от Зеравшанского хребта в верховьях р. Кашкадарья расположены горные массивы Сумсар и Шердаг. Они имеют широтное простирание и являются узлом, связывающим Зеравшанский хребет с Гиссарским. Абсолютная высота этих гор достигает 2692 м, быстро понижаясь к западу. У пер. Гова от Гиссарского хребта отходит его северо-западная ветвь — горы Хазрет-Султан, превышающие 4000 м над у. м.

К югу от гор Хазрет-Султан расположена главная юго-западная ветвь Гиссарского хребта. Абсолютная высота отдельных вершин около 4638 м. В водораздельной части рельеф имеет чисто альпийский облик с прекрасно выраженными трогообразными долинами и высокими скалистыми вершинами. Особенно сильно расчленен эрозией район, лежащий к юго-востоку от Хазрет-Султана. Здесь в истоках р. Тупалангдаря относительные превышения вершин над тальвегами долин составляют 1500—2000 м; склоны крутые, местами почти вертикальные.

Далее, к юго-западу, простирается еще целый ряд отрогов Гиссарского хребта. Наиболее крупные из них — Османташ (абс. высота 3953 м), Бешнау (3448 м), Ишанмайдан (1819 м), Хонтахта (2936 м), Бабасурхан (2476 м), Байсунтау (3694 м), Куштанг (3712 м), Гульбаир (3777 м), Хурсантаг (4127 м) и др. — имеют сильно расчлененный рельеф с глубокими ущельеобразными долинами.

Самое юго-западное звено Гиссарского хребта — хр. Кугитангтау, восточный склон которого относится к территории Узбекистана. Абсолютная высота его 3137 м; характерная особенность — широкое развитие карстовых явлений.

Параллельно отрогам Гиссарского хребта, вдоль границы Узбекской и Таджикской ССР, простирается хр. Бабатаг, максимальная высота которого достигает 2286 м (гора Зоркасса).

Интенсивные тектонические движения обусловили возникновение высотной зональности большинства описанных хребтов горной области Узбекистана:

а) самые верхние части некоторых хребтов поднялись выше снеговой линии (3000—4300 м). Рельеф таких частей имеет альпийский облик, обусловленный воздействием интенсивного физического (морозного) выветривания и снежно-ледниковой экзарации. Эта зона играет очень большую роль в формировании поверхностных и подземных вод Узбекистана, так как здесь выпадает максимальное количество атмосферных осадков, которые накапливаются в виде ледников и снежников, являющихся в теплый период года большим резервом поверхностных вод. Кроме того, здесь происходит инфильтрация вод, образующихся при таянии снега и льда. Большая часть инфильтрационных вод направляется на равнины, и только незначительная часть их выклинивается в горной области в виде родников и мочажин;

б) следующая зона с меньшими абсолютными отметками (1600—3200 м) находится под сильным воздействием эрозионной деятельности рек. Она отличается также резкостью и изменчивостью форм рельефа. На отдельных участках имеются ущельеобразные долины, на других — широкие террасированные, что благоприятствует строительству в пределах зоны плотин и водохранилищ. Однако сильная расчлененность этой зоны и большой уклон местности являются неблагоприятными факторами для формирования постоянных, выдержанных на значительных площадях водоносных горизонтов;

в) рельеф нижерасположенной зоны с абсолютными отметками 1500—2000 м имеет среднегорный облик. Для этой зоны характерны сглаженные вершины, задернованные склоны и очень редкие обнажения коренных пород;

г) среднегорная зона незаметно переходит в зону низкогорья, которая представлена в основном относительно невысокими возвышенностями.

Описанные хребты окаймлены предгорьями, протягивающимися в виде узких извилистых полос. Предгорья — переходные зоны между

хребтами и равниной, а также между хребтами и дном крупных межгорных впадин. Границы зоны проводятся обычно условно, но иногда предгорья отделяются от равнины небольшим уступом, как это имеет место, например, в северо-западной части Гиссарского хребта (Шмидт, 1937).

По характеру рельефа предгорная полоса представляет собой холмистую местность. В генетическом отношении значительная часть ее является слившимися конусами выносов горных рек и временных потоков, иногда она совпадает с поверхностями наиболее высоких древних террас.

Почти на всех участках предгорная полоса пересечена многочисленными, обычно неглубокими, но широкими долинами временных потоков. Она сложена с поверхности в основном четвертичными отложениями. Местами здесь обнажены дислоцированные неогено-четвертичные конгломераты, а на многих участках более молодые валунно-галечниковые, щебнисто-галечниковые и мелкоземистые отложения, причем наибольшую часть составляют лессовые породы, которые часто залегают довольно мощной толщей и придают рельефу зоны более мягкие формы.

Предгорная полоса широко развита у юго-западных отрогов Западного Тянь-Шаня. Высота ее здесь колеблется от 500 до 800 м над ур. м. К югу ширина полосы предгорий быстро уменьшается; там, где Моголтау вплотную подходит к Сыр-Дарье, предгорья почти отсутствуют.

Хребты, окружающие Ферганскую котловину, имеют хорошо развитую предгорную полосу, причем во многих местах она отделена от гор пониженными участками — небольшими тектоническими впадинами. Значительная часть предгорной полосы Ферганской долины представлена адырами — холмистыми грядами, имеющими сравнительно незначительную высоту. Абсолютные отметки адыров находятся в пределах 500—1500 м, а относительные высоты — 100—400. Адыры обладают мягким рельефом, но сильно расчленены многочисленными узкими долинами, сетью ветвящихся временных потоков и оврагов, придающих рельефу беспорядочный холмистый облик.

К северу и северо-востоку от Туркестанского и Мальгузарского хребтов также сравнительно широко развита полоса предгорий. Ее поверхность имеет общий уклон с юга на север. Абсолютные отметки колеблются в пределах 500—900 м, а ширина достигает 20—25 км (Гафуров, 1961).

К северо-западу от г. Джизака вдоль подножья Нуратинского хребта ширина зоны предгорий постепенно уменьшается. Вдоль южных склонов южного хребта Нуратинских гор (Каратау, Актау, Гобдунтау) и северо-западного склона Чумкартау она представлена более широкими пролювиальными шлейфами, имеющими характер покатых равнин.

На северном склоне отрогов Зеравшанского хребта — Чакыл-Калян и Каратепа — предгорная полоса развита слабо, местами даже отсутствует, и почти плоская аллювиальная равнина долины р. Зеравшан вплотную примыкает к подножью этих хребтов.

Вдоль западного и юго-западного склонов хр. Каратепа предгорная полоса развита лучше, а южный склон его очень крутой и не окаймляется предгорьями.

Предгорная полоса хорошо развита вдоль склонов отрогов Гиссарского хребта и к западу от хр. Бабатаг. Особенно хорошо она прослеживается вдоль северо-западного подножья Гиссарского хреб-

та, где отроги его в эту сторону постепенно переходят в широкую холмистую предгорную полосу. Многочисленные холмы этой полосы характеризуются уплощенными вершинами и расчленены сравнительно глубокими долинами с плоскими задернованными склонами. Предгорная полоса, как и в Фергане, называется адырами. Адыры здесь сложены в основном конгломератами и валунно-галечниковыми отложениями, прикрытыми лессовыми породами. Обычно предгорная зона отделяется от равнины невысоким уступом.

Важный морфологический элемент горной области Узбекистана — межгорные впадины, формирование которых в значительной мере определяется альпийским тектогенезом, так как в результате интенсивных альпийских движений окружающие хребты вздымались на значительную высоту, а впадины опускались. Поднятие хребтов вызвало резкую денудацию их склонов, в то время как впадины явились областями аккумуляции обломочных материалов.

Все межгорные впадины имеют строение типа синклинория, что благоприятствует образованию в них артезианских бассейнов. В целом межгорные впадины представляют собой сочетание покатых и террасированных равнин. Расчлененность этих равнин сравнительно слабо выражена, хотя и усиливается от центра к бортам впадин одновременно с возрастанием уклонов местности.

Наиболее крупная межгорная впадина горной области Узбекистана — Ташкентско-Голодностепская — расположена между отрогами гор Западного Тянь-Шаня на севере и северо-востоке и Туркестанским, Мальгузарским и Нуратинским хребтами на юге и юго-западе. К востоку она переходит в узкое горло Ферганской впадины, а с запада и северо-запада открыта в сторону Кызылкумов. В пределах Узбекистана находятся только восточные части этой впадины; средние абсолютные высоты здесь колеблются от 250 до 300 м. Поверхность Голодностепской части впадины представляет собой обширную, местами почти плоскую глинисто-солончаковую равнину, полого наклоненную к северу и северо-западу. Ташкентская часть характеризуется преобладающим юго-западным уклоном. В генетическом отношении большая часть этих поверхностей является террасами Сыр-Дарьи и ее притоков. Ближе к горным хребтам рельеф приобретает пологоволнистый характер и постепенно сливается с предгорной полосой.

Восточнее Ташкентско-Голодностепской впадины расположена Ферганская межгорная впадина, ограниченная предгорьями Алайского и Туркестанского хребтов с юга, Ферганского хребта с северо-востока и востока, Чаткальского с севера и северо-запада. Эта впадина вытянута в широтном направлении и имеет эллипсоидную форму с абсолютными высотами, возрастающими с запада на восток от 330 до 500 м. Во впадине очень хорошо выражены террасовые поверхности. На поверхности низких террас Сыр-Дарьи имеется много озер-старич и заболоченных участков, а также широко развиты солончаки.

В центральной части впадины на поверхности низких террас Сыр-Дарьи встречаются типичные эоловые формы рельефа в виде грядовых и бугристых песков с относительными высотами 3—15 м (Акулов, 1955). Местами еще продолжается перевейвание и аккумуляция песков, многие же песчаные образования закреплены растительностью.

Вдоль границы предгорной полосы впадины наблюдаются пологие каменистые покатые равнины, образованные конусами выносов рек и силевых потоков. Во многих местах конусы выносов обособлены друг от друга, но иногда они сливаются краями и придают рельефу этой части впадины волнистый характер.

Между Нуратинским и Мальгузарским хребтами на северо-востоке и поднятиями Каратау, Актау, Каракчатау, Гобдунтау и Чумкартау на юго-западе расположена Санзаро-Нуратинская межгорная впадина. Она простирается в виде узкой полосы с юго-востока на северо-запад, причем в этом же направлении уменьшаются и ее абсолютные высоты — от 800 до 500 м. Далее к северо-западу впадина имеет еще меньшие абсолютные высоты и сливается с Кызылкумской пустыней. Указанная впадина отличается от других межгорных впадин Узбекистана тем, что в ее пределах отсутствует выдержанная на всем протяжении речная долина. Лишь в юго-восточной части она совпадает с долиной р. Санзар, которая в районе Галляарала резко поворачивает на север и отделяет сквозным ущельем Мальгузарский хребет от Нуратинских гор. В средней части впадину пересекают в поперечном направлении небольшие реки, начинающиеся с юго-западного склона Нуратинского хребта. В крайней северо-западной части ее постоянно текущие воды вообще отсутствуют.

В юго-западном борту Санзаро-Нуратинской впадины между названными поднятиями имеются проходы, связывающие ее с Зеравшанской межгорной впадиной, расположенной между отрогами Туркестанского хребта (Чумкартау, Гобдунтау, Каракчатау) на северо-востоке и отрогами Зеравшанского хребта (Чакыл-Калян, Каратепа) и Зирабулак-Зиаэтдинскими горами на юго-западе. На всем протяжении впадина дренируется р. Зеравшан. Ширина ее достигает 50—60 км, увеличиваясь постепенно с юго-востока на северо-запад. Абсолютные высоты дна в юго-восточной части ее около 900 м, в западной части они уменьшаются до 300 м. Поверхность имеет однообразный равнинный характер и представлена в основном отчетливо выраженными продольными террасами р. Зеравшан, число и строение которых в различных частях впадины неодинаковы. Равнинный характер рельефа нарушается только одиноко возвышающимся небольшим палеозойским массивом Чапаната, расположенным несколько северо-восточнее Самарканда.

Южнее отрогов Зеравшанского хребта располагается обширная и широко открытая на юго-запад Кашкадарьинская впадина, ограниченная с юго-востока предгорьями отрогов Гиссарского хребта. На западе дно ее сливается с равнинными пространствами. Абсолютные высоты увеличиваются с юго-запада (500 м) на северо-восток (1000 м). Впадина заполнена аллювиальными и пролювиальными отложениями р. Кашкадарья и ее притоков. На всем протяжении дно ее глубоко прорезано современными долинами этих рек, которые образовали несколько широких продольных террас. Кроме того, на поверхности впадины притоки Кашкадарьи образуют конусы выносов, которые привели к возникновению покатых участков.

На самом юге Узбекистана находится Сурхандарьинская межгорная впадина. Расположена она юго-восточнее отрогов Гиссарского хребта, а с востока ограничена предгорной полосой хр. Бабатаг. Южная граница ее — р. Аму-Дарья. В продольном направлении эта впадина прорезается Сурхандарьей, абсолютные высоты ее увеличиваются с юго-запада (300 м) на северо-восток (700 м).

Сурхандарья принимает воды крупных притоков — Тупаландарья, Сангардакдарья, Ширабаддарья и др., образующих на поверхности этой впадины крупные конусы выносов. Р. Ширабад имеет особенно крупный конус выносов, который прорезан эрозией на несколько метров. Дно Сурхандарьинской впадины сложено аллювиальными, пролювиальными и делювиальными осадками. В центральной части

она имеет относительно ровный рельеф, который ближе к предгорной полосе приобретает волнистый характер. Спокойный рельеф центральной части нарушается только невысоким поднятием Хаудаг, сложенным третичными отложениями и отделяющим долину р. Сурхандарья от р. Ширабад. В южной части Сурхандарьинской впадины имеется также небольшой песчаный массив Каттакум с эоловыми формами рельефа.

### РЕЛЬЕФ РАВНИННОЙ ОБЛАСТИ

Большая часть (около 70%) территории Узбекистана занята обширной равниной, поверхность которой весьма неоднородна по абсолютной высоте, рельефу и генезису поверхностных образований. Эта часть Узбекистана в геолого-структурном отношении, согласно представлениям большинства исследователей, представляет собой часть эпигерцинской платформы (Рыжков, Давлятов 1959).

Образовавшиеся горы в палеозое в течение длительного времени находились под сильным воздействием экзогенных сил и были сильно денудированы. В последующие геологические эпохи равнинная область неоднократно испытывала мезо-кайнозойские трансгрессии, которые оставили мощные толщи отложений, залегающих почти горизонтально. Пологое залегание этих пород имело большое значение для формирования рельефа описываемой области, так как именно оно определило равнинность первичного рельефа. Следует отметить, что при формировании современного рельефа равнинной области Узбекистана, кроме характера залегания слагающих их отложений, большую роль играл петрографический состав коренных пород. Палеозойские отложения, состоящие из разнообразных осадочных, изверженных и метаморфических пород, отличаются меньшей податливостью разрушению, тогда как сравнительно рыхлые мезо-кайнозойские породы (песчаники, конгломераты, глины и др.) легко разрушались, в результате чего большая часть этих пород была быстро размываема и отпрепарирована. Поэтому палеозойские массивы в рельефе обычно хорошо выражены.

На формирование современного рельефа равнинной области Узбекистана заметно влияет засушливость климата. Преобладание на большей части этой территории пустынных климатических условий приводит к возникновению разнообразных эоловых форм рельефа.

В равнинной области наибольшее пространство занимает Кызылкумская пустыня, имеющая общий уклон поверхности с юго-востока (300 м) на северо-запад (60 м). В целом пустыня рисуется как равнина, но она по устройству поверхности и генезису поверхностных образований очень разнообразна. Обширные пространства в Кызылкумах заняты песками, образовавшимися от разрушения коренных пород мелового и третичного возраста и частично древнеаллювиальных отложений. Эти вторичные рыхлые образования наблюдаются отдельными массивами, они занимают сравнительно большие площади. Большинство их расположено в северо-западной части пустыни. Самые крупные среди них — пески Табакум, Ташкудук, Кимиреккум, Сундукли, Таштоккум, Учкум и др. Пески образуют своеобразные эоловые формы рельефа.

Господствующая форма рельефа в этих песчаных массивах — грядовые пески, средняя относительная высота гряд 4—15 м. Между грядами расположены вытянутые соответственно их направлению понижения, разделенные перемычками, которые соединяют поперечно гряды друг с другом. Поверхность большинства межгрядовых понижений занята такырами.

Кроме грядовых песков, из эоловых форм рельефа очень широко распространены неподвижные, закрепленные растительностью бугристые пески. Высота бугров колеблется в пределах 6—8 м, редко достигает 10 м.

Пески в Кызылкумах накапливаются также под кустарниковой растительностью, образуя своеобразную форму рельефа — кустовые бугры, имеющие форму плоских холмов с высотами, не превышающими 3—4 м.

В Кызылкумах отдельными участками отмечаются барханы. Особенно широко распространены они в западной части пустыни вдоль правого берега Аму-Дарьи. Их возникновение почти всегда связано с уничтожением растительного покрова. Высота барханов в среднем составляет около 10 м, иногда больше. Часто они сливаются краями, образуя барханные цепи.

В песчаных массивах, особенно к северу от Султан-Уиз-Дага, между р. Аму-Дарья и горами Тамдытау и Ауминзатау, а также к северу от гор Джетымтау очень широко распространены ячеистые и грядово-ячеистые пески (Когай, 1957).

Равнинность рельефа Кызылкумов нарушается горными поднятиями, имеющими островной характер, хотя и занимающими значительные площади. Поднятия обычно представлены останцами палеозойских массивов, над окружающей их равниной они возвышаются только на несколько сот метров. Несмотря на такую небольшую высоту они имеют резко выраженный сильно расчлененный горный облик. Среди них наряду со сплошными горными массивами встречаются изолированные возвышенности.

На крайнем западе Кызылкумов поднятия начинаются останцевыми горами Султан-Уиз-Даг (абс. выс. до 485 м), вытянутыми в широтном направлении и характеризующимися крутыми южными и пологими северными склонами, глубоко расчлененными многочисленными сухими саями. На северных склонах довольно широко развита предгорная пролювиальная равнина.

Другие палеозойские останцевые горы Кызылкумской пустыни — Кульджуктау (874 м абс. выс.), Ауминзатау (639 м), Аристантау (698 м), Тамдытау (888 м), Джетымтау (511 м), Букантау (758 м) и др. — находятся в центральной ее части и расположены недалеко друг от друга. В отличие от Султан-Уиз-Дага они имеют крутые северные и пологие южные склоны, сильно расчлененные сухими саями. Водораздельные поверхности этих гор имеют преимущественно изурбренные и заостренные очертания. Реже им свойствен относительно мягкий характер, некоторые из них представляют ровные плоские поверхности, особенно хорошо выраженные в горе Букантау. Вообще же в рельефе этих гор наблюдаются ясные следы интенсивной денудации. Вокруг всех названных гор развиты широкие полосы предгорных шлейфов, образованных в основном пролювиальными отложениями.

В пустыне Кызылкумы резко выделяются также отрицательные формы рельефа в виде замкнутых котловин, располагающихся главным образом среди останцевых гор; наиболее крупные из них Аякагытминская, Каракатынская, Минбулакская и др.; они имеют округлую или вытянутую форму. Абсолютные высоты этих котловин незначительные, и дно некоторых опускается на 18 м ниже ур. м. (Минбулакская). Относительное опускание их по отношению к окружающей местности достигает 100 м. Аякагытминская и Минбулакская котловины имеют несколько десятков километров в диаметре, а большинство котловин характеризуется незначительными размерами. Дно каж-

дой котловины представляет собой плоскую слаборасчлененную поверхность, в которой часто наблюдаются плоские чашеобразные или вытянутые понижения, разделенные невысокими плоскими возвышенностями. Поверхности многих из этих понижений представлены солончаками и различными песчаными формами рельефа. Склоны замкнутых котловин местами очень крутые, обрывистые и глубоко прорезаны временными потоками и оврагами. Иногда борта котловин очень пологие и почти не расчленены. Вопрос о происхождении замкнутых впадин Кызылкумов окончательно не решен. Очевидно, в их формировании принимали участие как тектонические, так и дефляционные процессы; борта многих впадин следуют линиям тектонических нарушений сбросового характера, вдоль которых дно впадин, видимо, опустилось. Материал из замкнутых впадин может выноситься только ветром.

Котловины оказывают большое влияние на формирование подземных вод. Весной в них скапливается значительное количество атмосферных осадков, питающих грунтовые воды.

Кроме замкнутых котловин, в рельефе равнинной области Узбекистана выделяются древние речные долины. Они наблюдаются во многих местах этой области, чаще недалеко от долин современных водотоков. Все древние сухие долины имеют плоское дно и сравнительно пологие склоны. В северной части Кызылкумской пустыни встречается несколько таких сухих долин. Наиболее крупная из них Жанадарья; на территории Узбекистана находится лишь небольшая нижняя часть ее. Жанадарья — древняя долина р. Сыр-Дарья.

На западе в рельефе пустыни хорошо выражено древнее русло Аму-Дарьи — Акчадарья, — которое прослеживается узкой полосой восточнее гор Султан-Уиз-Даг, начинаясь южнее г. Турткуля и заканчиваясь у восточного края возвышенности Бельтау.

В южной части Кызылкумов встречаются еще сухие долины. Одна из них — Дарьясай — расположена у южной части горы Кульджуктау, имеет широтное простираие и является древним притоком Сыр-Дарьи (Федорович, 1952); другая — Махандарья — древний приток р. Зеравшан, простирается на северо-запад.

В целом нужно отметить, что незначительные уклоны, слабая расчлененность и отсутствие постоянных водотоков в Кызылкумах очень благоприятны для инфильтрации поверхностных вод и слабой циркуляции подземных вод. В то же время условия питания подземных вод здесь плохие вследствие незначительных размеров областей питания водоносных горизонтов по сравнению с общей площадью распространения.

В юго-восточной части равнинной области Узбекистана относительно большая площадь занята обширными степями (Каршинская, Карнабчуль, Джамская и др.). Эти степи носят характер ровного обширного плато, но во многих местах имеют несколько волнистый рельеф. Абсолютные высоты их колеблются от 360 м на северо-востоке до 175 м на юго-западе. На поверхности степей широко развиты такыры и солончаки.

В равнинной области особое место занимает долина Аму-Дарьи, по бортам которой наблюдаются три пойменные террасы (Георгиевский, 1937), образующие широкие аллювиальные равнины.

От теснины Тюямуюн начинается дельта Аму-Дарьи, сложенная мощными аллювиально-дельтовыми и озерно-аллювиальными отложениями. Общий уклон поверхности дельты с юго-востока (125 м близ Тюямуюна) на северо-запад (54 м у Аральского моря). К северо-



западу увеличивается и ширина ее. Поверхность дельты изрезана многочисленными протоками реки.

В строении дельты Аму-Дарьи резко выделяются две части: более древняя — Сарыкамышская, расположенная на левом берегу реки и начинающаяся с теснины Тюямуюн, и современная. Поверхность древней дельты представляет собой однообразную низменную равнину, нарушающуюся только там, где наблюдаются выходы коренных пород, образующих невысокие возвышенности (Тюямуюн); по ней с юго-востока на северо-запад проходят два ее староречья — Дарьялык (Куныдарья) и Даудан, небольшая часть которых находится на территории Узбекистана. Они представляют собой сухие извилистые русла, вдоль которых встречаются полосы барханных, бугристых и грядообразных песков. На дне русел встречаются солончаки, заболоченные участки и мелкие озера.

Близ г. Тахиаташа начинается современная дельта Аму-Дарьи, прорезанная многочисленными отмершими и действующими рукавами реки. По общему характеру рельефа она представляет собой слегка выпуклую аллювиальную равнину, на которой местами поднимаются сложенные меловыми и третичными породами возвышенности Кубетау, Борлытау, Кушкантау, Бельтау, Бутентау, Джимуртау, Кызылджар и др. Эти возвышенности имеют высоту не более 200 м, но они отличаются крутыми склонами. Многие из них имеют форму столовых гор, но поверхности некоторых местами приобретают волнистый характер.

В самой северо-западной части равнинной области простирается приподнятое столовое денудационное плато — Устюрт, восточная часть которого входит в состав УзССР. Поверхность Устюрта в течение четвертичного времени не подвергалась воздействию постоянных поверхностных текучих вод и сравнительно мало изменилась под воздействием пустынной денудации. Поэтому ныне она представляет однообразную обширную равнину со средней абсолютной высотой около 150 м.

В пределах Узбекистана с юга и востока плато Устюрт обрамлено ясно выраженными обрывами — *чинками*, имеющими высоту 100—120 м. Чинки сильно расчленены саями и оврагами, часто далеко врезающимися в плато.

Общая равнинность поверхности Устюрта редко нарушается небольшими отрицательными и положительными формами рельефа. Из отрицательных форм наиболее заметными в рельефе являются сравнительно крупные замкнутые котловины — Жаурынкудук, Барсакельмес, Ассакеаудан и Сарыкамыш. Большинство из них только частично входит в пределы Узбекистана. Размеры котловин значительные, на территории УзССР диаметр некоторых из них достигает 6 км, причем абсолютные высоты колеблются в пределах 27—82 м, а за пределами республики некоторые котловины лежат ниже уровня моря. Поверхность днищ котловин полого-холмистая, занята большими по площади шорами и песчаными образованиями. В котловинах наблюдаются останцы коренных пород, а на периферических участках — сравнительно мощные пролювиально-делювиальные отложения. Склоны замкнутых котловин местами очень крутые и образуют обрывы высотой 40—50 м, чаще пологие.

Из положительных форм рельефа Устюрта прежде всего следует отметить невысокие увалы. В Узбекистане наиболее значительным из них является простирающийся с северо-запада на юго-восток увал Карабаур, самая высокая точка которого здесь достигает 286 м над ур. м.; за пределами Узбекистана она еще выше. Рельеф увала силь-

но расчленен. Склоны его сравнительно крутые и прорезаны многочисленными сухими, относительно глубокими саями.

Кроме Карабаура, на поверхности Устюрта подобные увалы встречаются в южной его части (у ур. Корлантакыр) и на берегу Аральского моря около мыса Актумсук.

Таким образом, по строению рельефа территория Узбекистана представляет собой сочетание высоких горных хребтов с разделяющими их крупными межгорными впадинами, переходящими на западе и северо-западе в равнинное пространство. Такое устройство поверхности республики тесно связано с историей геологического развития ее территории.

## ГИДРОГРАФИЯ

Узбекистан, являясь частью обширного бессточного бассейна Аральского моря, характеризуется в то же время крайней неоднородностью в распределении поверхностного стока, озер и болот. Особенно резко выступает различие между равнинно-низменной и горной областями (рис. 9). В первой области поверхностные воды почти отсутствуют, а во второй они широко распространены.



Рис. 9. Гидрогеологическая схема Узбекистана (по В. Л. Шульцу).

1—границы бассейнов, 2—равнинная область, 3—горная область.

В. Л. Шульц выделил область образования стока, территориально соответствующую горным поднятиям, область рассеивания стока в пределах межгорных впадин и предгорных равнин, где в отличие от первой испарение превышает количество атмосферных осадков, и область равновесия подземного стока, соответствующую низменным равнинам, где количество осадков приблизительно равно испарению.

Таким образом, как в отношении рельефа и климата, с гидрологической точки зрения на территории Узбекистана довольно четко выделяются низменно-равнинная часть, крайне бедная поверхностными водами, и горная (собственно горные поднятия и межгорные впадины) с широким распространением поверхностных вод, подчиненных закону высотной зональности, включающей зоны образования стока

и его рассеивания. Эта зональность хорошо иллюстрируется распределением поверхностного стока (рис. 10). В распределении стока, кроме высоты, большое значение имеет ориентация водосборов по отношению к ветрам, несущим влагу. Наибольшей водоносностью обладают водосборы, расположенные на склонах периферических хребтов, имеющих южную, юго-западную и западную ориентацию (Шульц, 1958), в частности Сурхандарья, северо-западная часть бассейна р. Чирчик, реки юго-западного склона Ферганского хребта. Наименьшие величины модуля стока свойственны водосборам в глубине горной области и особенно в межгорных впадинах.

На основании исследования различных авторов, в особенности В. Л. Шульца, можно считать, что главный источник питания рек — высокогорные снега. Ледниковое же питание большую роль играет только в верховьях тех рек, где значительные площади водосборов занимают фирновые поля и ледники. Характерно при этом незначительное колебание из года в год величины питания рек как за счет высокогорных снегов, так и ледников. Дело в том, что ледниковое питание, мало зависящее от многолетнего распределения осадков, определяется главным образом тепловым балансом поверхности ледников и снежников, незначительно изменяющимся по годам в периоды их таяния.

От высоты водосбора зависит также значение дождевого питания рек. Для рек с водосборами в высокогорной зоне (Сох, Нарын, Карадарья, Чирчик и др.) величина его не превышает 1—2% от общего годового стока. Значительное участие в формировании поверхностного стока принимают дожди, выпадающие в низко расположенных водосборах (на высоте меньше 2000 м), составляя до 10 и 20% от общего питания реки (Ширабад, Гузардарья, Ангрен и др.). Существенным источником питания поверхностного стока рек являются также грунтовые воды (25—30% от общего годового стока).

По классификации В. Л. Шульца, реки Узбекистана по условиям питания в период паводков делятся на четыре типа: а) реки ледниково-снегового питания (максимальный сток в июле — августе), б) снегово-ледникового питания (максимум стока в мае—июне), в) снегового питания (максимальный сток в апреле — мае), г) снегово-дождевого питания (максимум в марте — мае).

Роль гидрографической сети в формировании подземных вод Узбекистана зависит от характера взаимосвязи поверхностного и подземного стока. В одних случаях водоемы являются источником питания грунтовых вод, в других — дренируют подземные воды. Это имеет большое значение в динамике запасов подземных вод, а также в распределении их по степени минерализации. Действительно, если проследить эту связь от верховьев какой-либо речной системы до устья главной реки, то устанавливается вполне определенная закономерность. В горной и предгорной частях бассейна обычно глубоко врезанные речные долины и овраги интенсивно дренируют грунтовые воды коренных пород. Воды эти, представленные преимущественно трещинными и карстовыми водами, характеризуются здесь большими уклонами и скоростями, сравнительно короткими путями движения (от места питания за счет атмосферных осадков до места выклинивания по бортам, дну долин и оврагов) и в связи с этим слабой минерализацией. Выклинивающиеся грунтовые воды в горной и предгорной зонах Узбекистана играют чрезвычайно важную роль в регулировании и питании поверхностного стока рек. Подземное питание некоторых рек достигает 50% и более от общего годового стока.



Река	Гидрометрический пост	Питание подземными водами, % от годового стока*
Чирчик	Ходжикент	42,5
Зеравшан	Дупули	31,2
Ангрен	Турк	28,6
Кашкадарья	Верганза	48,9
Ширабадарья	Пондагана	51,9
Сох	Сох	34,6
Исфара	Тангиворук	41,4
Гузардарья	Яртепе	52,2

\* Данные В. Л. Шульца.

Подземные воды, питающие поверхностный сток рек, на гидрографе составляют его основание (по Шульцу, базисный сток); они характеризуются большой устойчивостью (рис. 11). По выходе реки из гор на равнину, образованную отложениями конуса выносов, характер взаимосвязи подземного и поверхностного стока резко меняется; из естественной дрены река превращается в мощный источник питания грунтовых вод. В верхней, галечниковой части конусов выносов на пита-

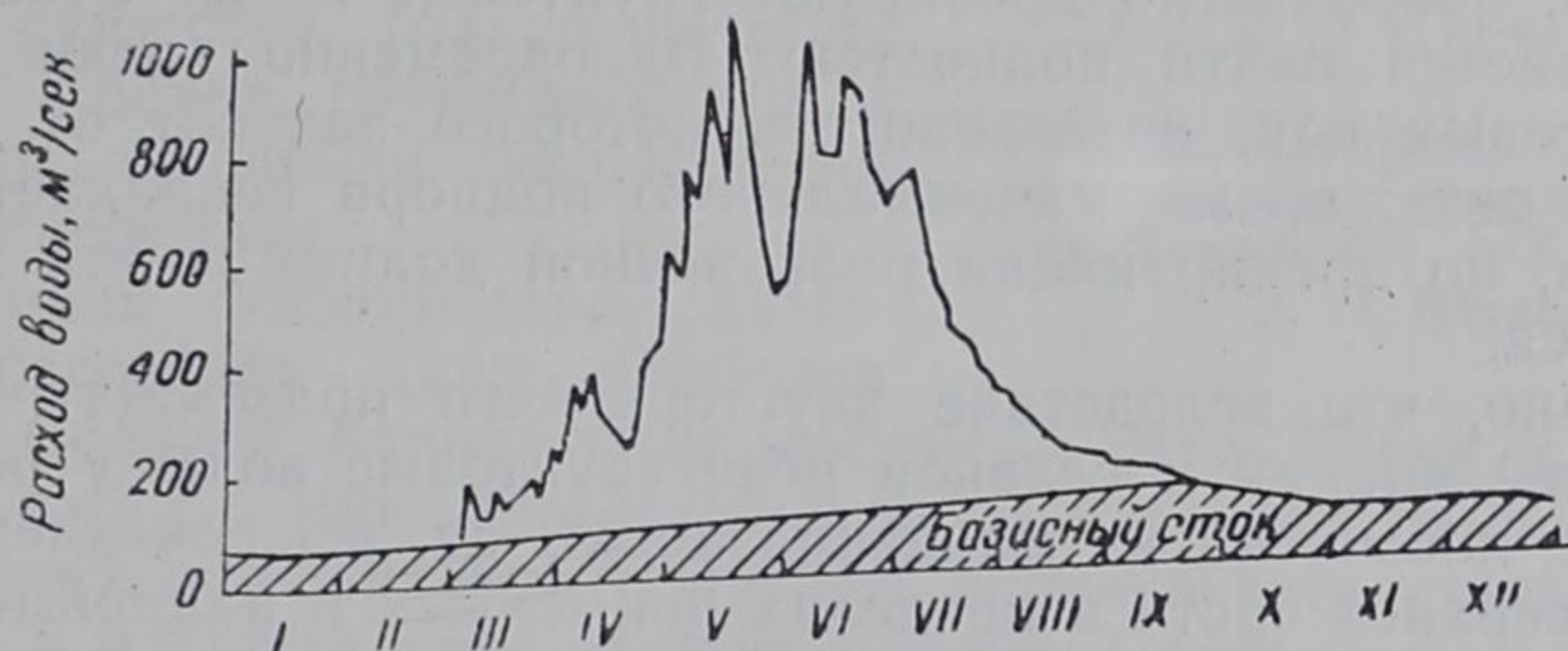


Рис. 11. Гидрограф р. Чирчик у с. Ходжикент с выделением базисного стока (по В. Л. Шульцу).

ние грунтовых вод поступает не менее 60% от годового стока реки. Нередко в пределах конуса выносов часть воды испаряется, но большая часть идет на питание грунтовых вод, фильтруясь не только в русле реки, но и в питаемых ею многочисленных каналах ирригационных систем.

Таким образом, за счет поверхностного стока в пределах конусов выносов формируются мощные потоки грунтовых вод прекрасного качества<sup>1</sup>, широко используемые для водоснабжения и орошения. Так, средний годовой расход потока грунтовых вод в отложениях сохского конуса выносов в Ферганской впадине колеблется около 22—25 м<sup>3</sup>/сек; в грубообломочных отложениях мелких рек и ручьев, стекающих с северных склонов Туркестанского хребта в южной части Голодностепской впадины, преимущественно за счет поверхностного стока формируется поток слабоминерализованных грунтовых вод с расходом 7—8 м<sup>3</sup>/сек (длина фронта потока около 60 км). В средних частях конусов выносов при переходе от галечников к песчано-глинистым пролювиальным равнинам картина вновь меняется: грунтовые воды, подступая к дневной поверхности, начинают выклиниваться, образуя во многих местах поверхностный сток. Эти поверхностные водотоки, получившие местное название *карасу*, несут значительное количество воды,

<sup>1</sup> Исключением является вода конусов выносов Ширабадарья, повышенная минерализация которой обязана выщелачиванию солей из третичных пород, на значительном протяжении омываемых рекой.

используемой на орошение и водоснабжение. Только в Ферганской впадине расход выклинивающихся грунтовых вод достигает  $190 \text{ м}^3/\text{сек}$  в среднем за год.

Выклинивающиеся грунтовые воды часто называют возвратными. Однако возврат поверхностного стока верхних частей конусов выносов происходит не полностью, так как значительная часть просачивающейся воды питает подземный сток более глубоких водоносных горизонтов. Характерно также значительное запаздывание возвратных вод (до 4—5 мес.) по сравнению со временем поступления воды в водосборный бассейн реки.

Ниже зоны выклинивания грунтовых вод в пределах предгорных равнин наблюдается заметное погружение зеркала грунтовых вод, и река снова становится источником их питания. Особенно большое количество поверхностного стока, питающего грунтовые воды, связано с ирригационными системами, вызвавшими на орошаемых землях значительный подъем зеркала грунтовых вод. Наряду с отмеченной закономерностью во взаимоотношении поверхностного и подземного стока, наблюдающегося в межгорных впадинах, главные реки, пересекающие впадины, повсеместно дренируют грунтовые воды. Сток этих вод здесь завершается почти полностью. Одновременно реки вызывают подпор грунтовых вод, интенсивность которого зависит от колебания горизонтов в реке: время максимального подпора совпадает с периодом паводков, но дренирующая роль речной долины почти повсеместно сохраняется.

Характерно, что вследствие двустороннего подземного стока от краевых частей впадин к главной реке грунтовые воды у реки имеют высокую или повышенную минерализацию, за исключением, может быть, самой верхней части в пределах пойменных и надпойменных террас во время прохождения паводковых вод. Прослеживая взаимосвязь поверхностного и подземного стока даже в пределах низменных равнин Узбекистана, можно наблюдать, как постепенно выклинивание грунтовых вод в речных долинах, характерное для межгорных впадин, сменяется питанием их за счет речных вод. Особенно четко это выражено в дельтовых областях — в низовьях рек Амударья, Кашкадарья и Зеравшан<sup>1</sup> — благодаря гипсометрически командному положению русел рек. В связи с этим значение поверхностного стока в формировании грунтовых вод здесь очень велико. Помимо того, что поверхностный сток, теряющийся на фильтрацию, составляет одну из главных приходных статей баланса грунтовых вод, он обуславливает и закономерное увеличение минерализации этих вод от речных русел в глубь береговой полосы и изменения в том же направлении типа минерализации их от гидрокарбонатного или гидрокарбонатно-сульфатного вблизи русел до сульфатно-хлоридного и хлоридно-сульфатного вдали от них.

Такова в общих чертах закономерность формирования грунтовых вод в связи с поверхностным стоком рек. К этому следует добавить, что многочисленные ирригационные системы, орошающие в Узбекиста-

<sup>1</sup> В средней части Бухарского оазиса наблюдается отклонение от этой закономерности, вызванное, по-видимому, молодыми положительными тектоническими движениями в районах геологических структур Пролетарабада и Мамаджургаты, сложенных меловыми и третичными породами и расположенных в юго-западной части за пределами оазиса. Амплитуда этого поднятия за период формирования первой и второй надпойменных террас р. Зеравшан достигла нескольких десятков метров. Однако этого было достаточно для antecedentного развития средней части долины Зеравшана в пределах Бухарского оазиса и, следовательно, формирования подземного стока к реке.

не более 2200 тыс. га земель, с пропускной способностью до 7000 м<sup>3</sup>/сек воды, являются мощным источником питания грунтовых вод, резко нарушая естественно сложившуюся гидрогеологическую обстановку.

В большинстве орошаемых районов Узбекистана среди оросительных вод главным источником питания грунтовых вод служат фильтрационные воды ирригационных каналов. В балансе грунтовых вод они нередко являются главной приходной статьей, достигая 60 и даже 70% от общего поступления воды в зону грунтовых вод. Особенно большое значение в их питании имеют постоянно действующие каналы. Даже при значительной глубине залегания зеркала грунтовых вод новоорошаемых земель, когда ни атмосферные осадки, ни поливные воды полей практически не участвуют в питании этих вод, фильтрационные воды каналов заметно пополняют их запасы; по существу, только им обязан подъем уровня грунтовых вод в первые годы орошения большинства районов Узбекистана.

Территория Узбекистана находится в бассейнах двух наиболее крупных в Средней Азии речных систем — Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи. Притоки этих рек, имеющие водосборную площадь на различной высоте, поверхностное питание получают в результате таяния снега и ледников и в меньшей мере за счет дождей. Поэтому в режиме поверхностного стока рек максимальные расходы приходятся на различные периоды года (рис. 12). Ледниковый сток повышает расходы рек обычно в конце июля, августе и начале сентября, в то время как дождевой сток, имеющий наибольшее значение в реках с низко расположенными водосборами, часто обуславливающий возникновение силей, приходится на март — апрель.

**Бассейн Аму-Дарьи.** Большинство рек бассейна ледниково-снегового питания (Шульц, 1958). Некоторые реки, как Сурхандарья и Кашкадарья имеют снегово-ледниковое и частично снеговое питание.

С водосбора Аму-Дарьи, занимающего около 23 000 км<sup>2</sup>, в равнинную часть бассейна ежегодно поступает около 79 млрд. м<sup>3</sup> воды (Шульц, 1958). Средний многолетний расход Аму-Дарьи у г. Керки равен 2020 м<sup>3</sup>/сек, а у г. Нукуса — 1520. В. Л. Шульц отмечает, что расход воды на Аму-Дарье обычно увеличивается в марте. Одновременно с паводком снеготаяния в марте—мае проходят дождевые волны (рис. 13), создающие пики на фоне снегового паводка. В июне—августе проходит главный летний паводок, вызванный таянием снежного покрова среднего и верхнего яруса гор и ледников. Нарастание и спад воды происходит медленно, волны продолжительны, так как они совпадают с устойчивым периодом высоких температур в горах. Наибольшие расходы воды в июле, иногда в июне или августе. С августа или сентября начинается спад, продолжающийся до января—февраля.

Амплитуда колебаний уровней меняется по долине реки незначительно, в сравнительно редкие годы превышая 2 м. Только в местах стеснения русла (теснины Дуль-Дуль-Атлаган, Тюямуюн, Джумуртау, Тахиаташ и др.) она достигает 3 м и несколько больше. В нижнем те-

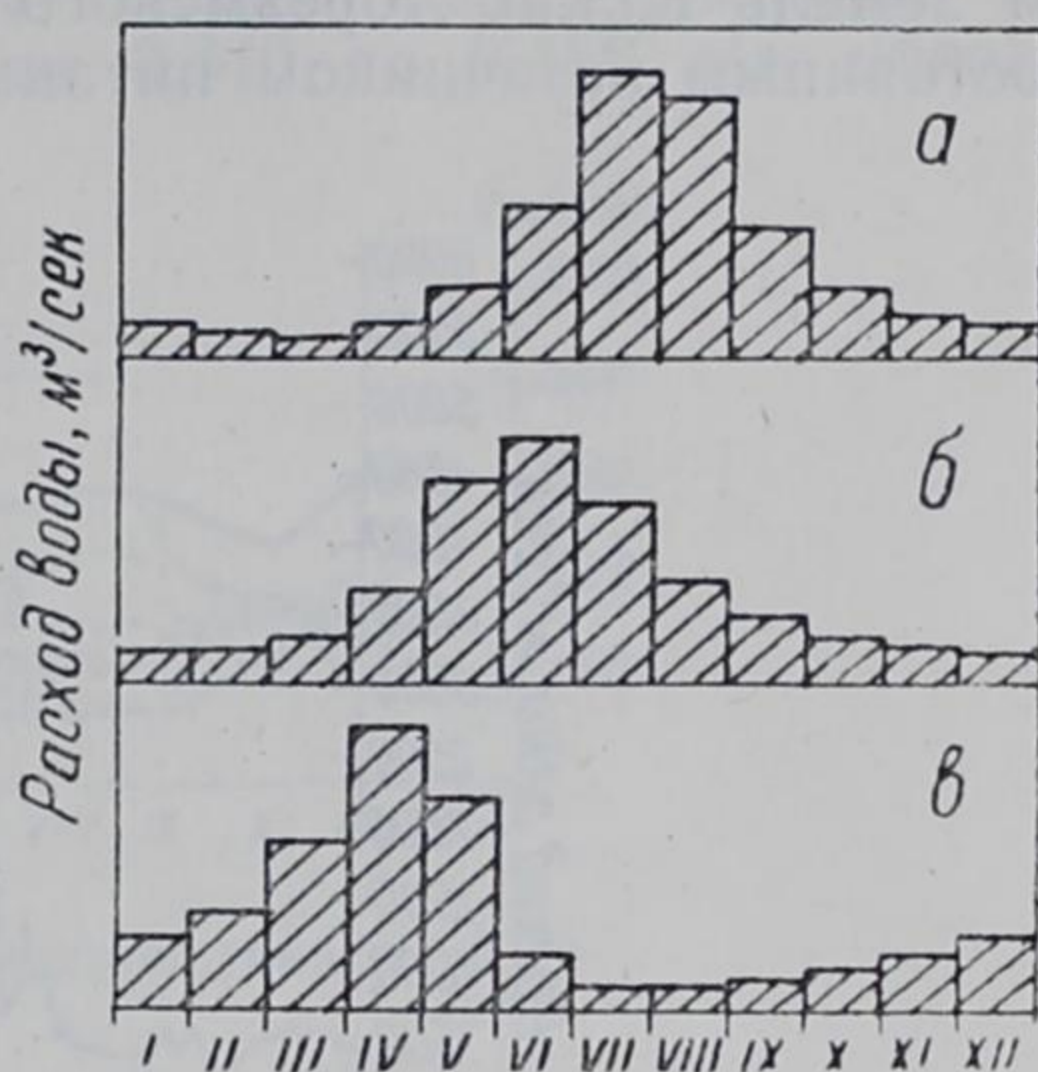


Рис. 12. Соотношения периодов максимальных расходов рек Сох (а), Чирчик (б) и Келес (в) (по В. Л. Шульцу).

чении под влиянием зимних зажоров амплитуда колебания уровня возрастает до 3,5 м. Изменения расходов и горизонтов реки на формировании, в частности, режиме грунтовых вод, особенно сильно сказываются в низовьях. Исключительное практическое значение реки как фактора формирования грунтовых вод связано здесь с орошением земель Южно-Хорезмского и Северо-Хорезмского оазисов. Являясь постоянным источником питания грунтовых вод, Аму-Дарья, например,

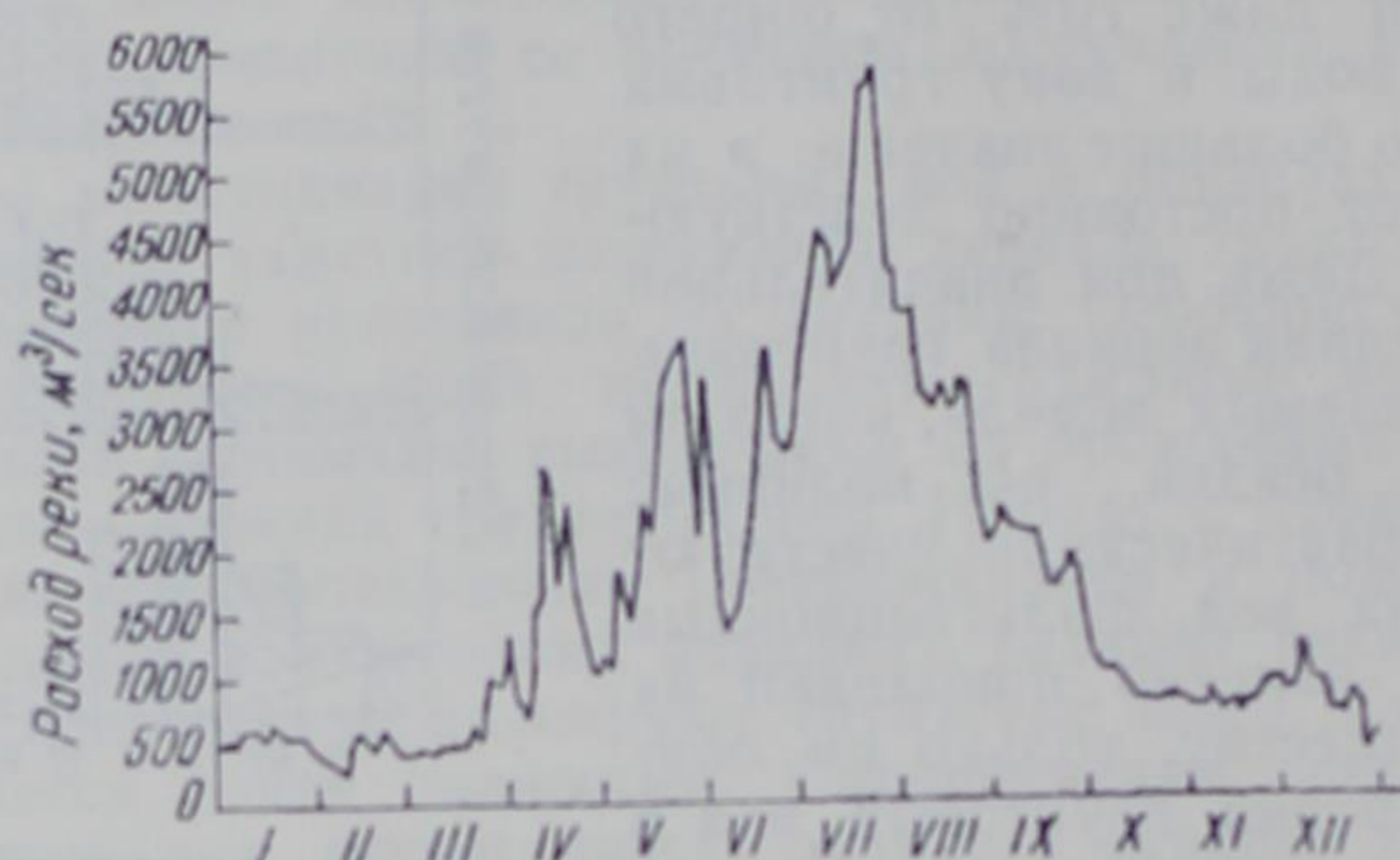


Рис. 13. Гидрограф р. Аму-Дарья у г. Нукуса (1942 г.; по В. Л. Шульцу).

в пределах Южного Хорезма отдает на каждом километре левобережья в среднем около  $0,5-0,6 \text{ м}^3/\text{сек}$ , поддерживая круглый год неглубокое залегание грунтовых вод. Влияние реки на режим грунтовых вод береговой полосы сказывается на расстоянии до 3—4 км. По мере удаления от реки оно постепенно затухает.

Дальность влияния реки на колебание уровня грунтовых вод зависит, с одной стороны, от амплитуды колебания речных горизонтов, в частности, от высоты паводковой волны, с другой, — от литологического строения прирусловой части дельты. Передача колебаний речных горизонтов грунтовым водам совершается преимущественно гидростатически, а не в результате свободного (гравитационного) стока, так как глины и суглинки, покрывающие песчаный аллювий, обуславливают развитие напора в потоке грунтовых вод, движущемся со стороны реки, выполняя роль водоупорной кровли водоносной породы. На всем протяжении река совершает грандиозную геологическую работу: разрушение горных пород, перенос и отложения наносов.

Очень важное инженерно-геологическое значение в низовьях реки имеют явления боковой эрозии (*дейгиши*) — разрушения берегов реки, часто с необычайной скоростью. Так, у г. Турткуля река, размывая правый берег, смещалась вправо на несколько километров в год. Особенно интенсивная эрозия в период паводков, когда скорость течения достигает  $4 \text{ м}/\text{сек}$  (средняя скорость течения Аму-Дарьи в низовье находится в пределах  $1-1,5 \text{ м}/\text{сек}$ ).

Исключительна по масштабам аккумулятивная работа реки в низовьях, в результате которой в пределах дельты отложилась мощная толща песчано-глинистого материала. По данным многолетних наблюдений, годовой сток взвешенных наносов у г. Нукуса равен 120 млн. т (при средней мутности  $2,46 \text{ кг}/\text{м}^3$ ), а количество наносов, сбрасываемых в Аральское море, колеблется около 24 млн. т. Следовательно, в пределах только Приаральской дельты ежегодно отклады-



вается не менее 95 млн. т наносов. При этом 75% их проходит в мае—августе (Шульц, 1958).

Кроме взвешенных наносов, Аму-Дарья переносит в общей сложности большое количество растворенных веществ, значительная часть которых (не менее 25%) остается в пределах дельты в процессе испарения сбросных и оросительных вод и воды разливов. С мая по сентябрь минерализация, колеблющаяся от 0,340 до 0,450 г/л, обязана

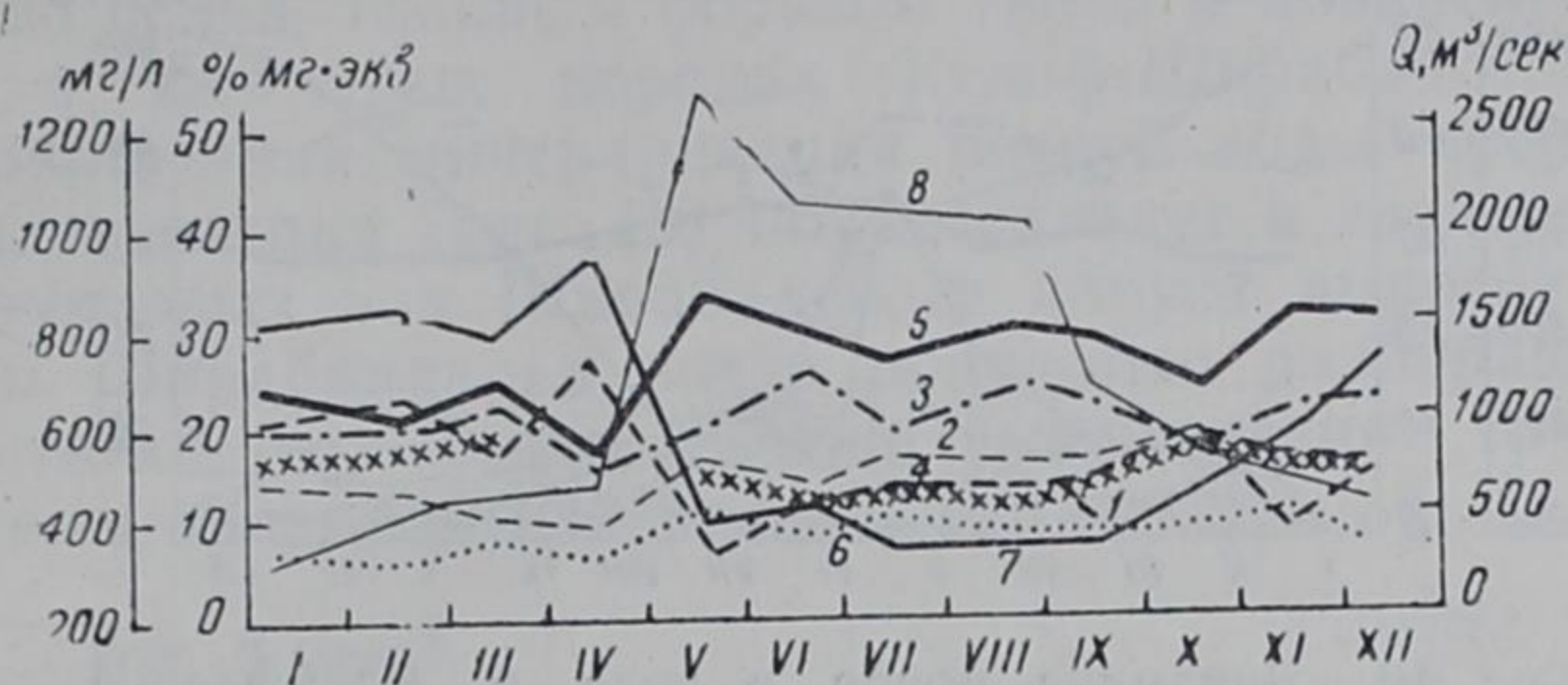


Рис. 14. Гидрохимическая характеристика р. Аму-Дарья.

1— $\text{Cl}'$ , 2— $\text{SO}_4''$ , 3— $\text{HCO}_3'$ , 4— $\text{Na}'$ , 5— $\text{Ca}''$ , 6— $\text{Mg}''$ , 7— сумма анионов, 8—расход реки.

преимущественно гидрокарбонатам кальция, в период же низких вод (с октября по апрель) количество растворенных солей возрастает до 0,9—1,0 г/л; при этом увеличивается содержание ионов  $\text{SO}_4''$  и  $\text{Cl}'$  и, следовательно, изменяется тип минерализации: от гидрокарбонатно-кальциевого к сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевому (рис. 14). В пределах Узбекистана находится четыре крупных речных системы, относящихся к бассейну Аму-Дарьи: реки Зеравшан, Кашкадарья, Сурхандарья и Ширабаддарья.

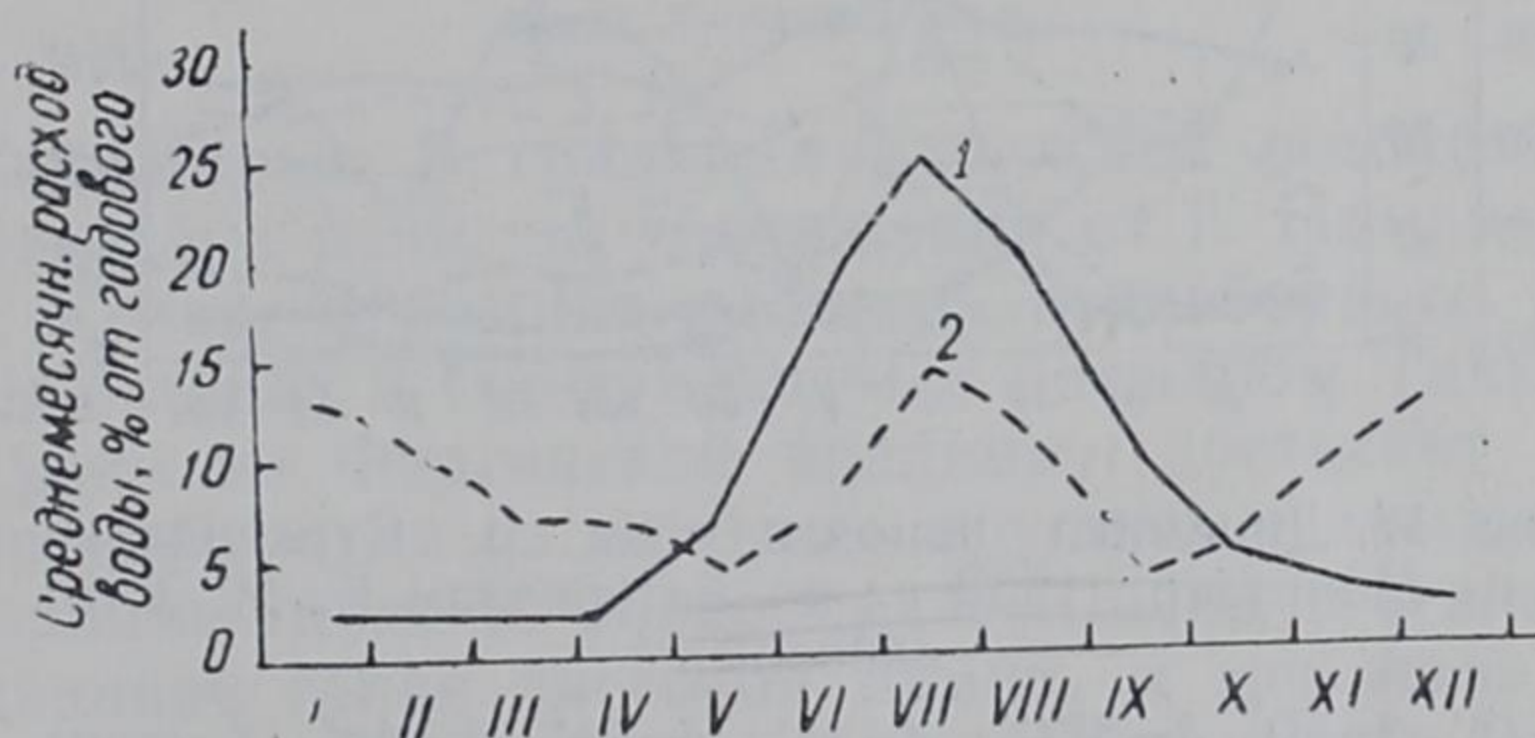


Рис. 15. Гидрографы р. Зеравшан (по В. Л. Шульцу).

1—при выходе реки из гор, 2—у г. Каракуль.

Зеравшан, бывший притоком Аму-Дарьи, в настоящее время не доносит до нее своих вод, так как в пределах Бухарского и Каракульского оазисов остатки его воды полностью разбираются на орошение. Система р. Зеравшан берет начало со склонов Туркестанского, Гиссарского и Зеравшанского хребтов, получая значительное питание от ледников и снегов на высоте до 5000 м. Средний многолетний расход по выходе реки из гор равен  $165 \text{ м}^3/\text{сек}$  (Шульц, 1958). Паводок проходит в июле, а в августе начинается спад расходов, продолжающийся до марта (рис. 15).

Кашкадарья, имеющая водосборный бассейн на склонах западных частей Зеравшанского и Гиссарского хребтов, относится к рекам пре-

имущественно снегового и дождевого питания. Как и Зеравшан, Кашкадарья далеко не доносит своих вод до Аму-Дарьи. В пределах межгорной Китабо-Шахрисябзской впадины река дренирует грунтовые воды, а в низовье принимает большое участие в их питании, особенно в пределах Каршинского оазиса. Расходы Кашкадарьи начинают нарастать в марте—апреле, достигая максимума в мае (рис. 16).



Рис. 16. Динамика ионов в воде р. Кашкадарья у п. Чиракчи (1937 г.; по данным К. М. Степановой).  
1— $\text{Cl}^-$ , 2— $\text{SO}_4^{2-}$ , 3— $\text{HCO}_3^-$ , 4— $\text{Na}^+$ , 5— $\text{Ca}^{2+}$ , 6— $\text{Mg}^{2+}$ , 7—сумма ионов, 8—расход реки.

В связи с этим изменяется и химический состав воды, но гидрокарбонатно-кальциевый тип минерализации сохраняется на протяжении всего года. Среди притоков Кашкадарьи только Гузардарья имеет значительную минерализацию — почти 2 г/л, что связано с выщелачиванием солей из горных пород в ее верховье.

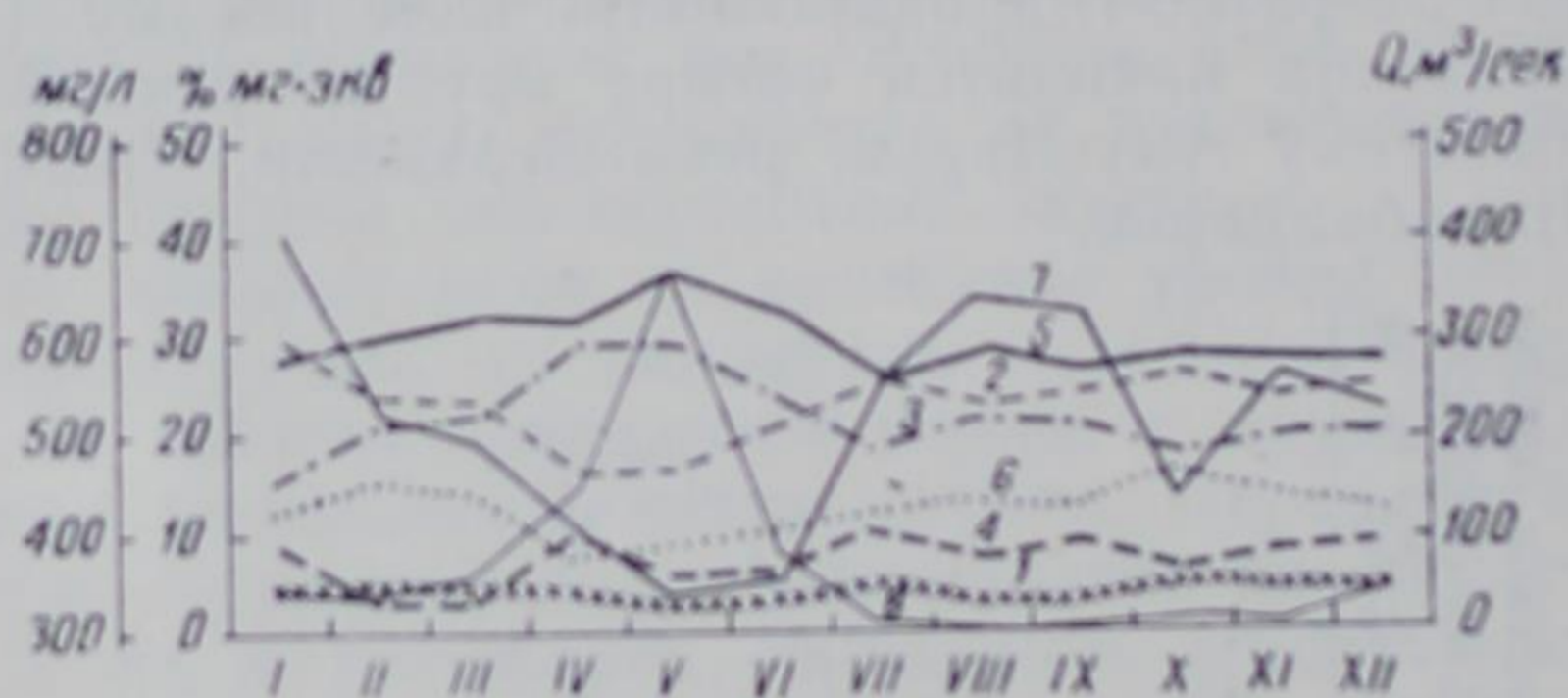


Рис. 17. Динамика ионов в воде р. Сурхандарья у п. Мангузар (1938 г.; по материалам К. М. Степановой).

1— $\text{Cl}^-$ , 2— $\text{SO}_4^{2-}$ , 3— $\text{HCO}_3^-$ , 4— $\text{Na}^+$ , 5— $\text{Ca}^{2+}$ , 6— $\text{Mg}^{2+}$ , 7—сумма ионов, 8—расход реки.

Сурхандарья — правый приток Аму-Дарьи — получает питание главным образом на южном склоне Гиссарского хребта и частично на склонах Байсунтау и Бабатага. Средний расход ее (у сел. Мангузар) колеблется около 72 м³/сек. Характерно, что, располагаясь в межгорной депрессии, долина Сурхандарьи почти на всем протяжении является естественной дренажной. Многие притоки ее с низко расположенными водосборами имеют поверхностный сток периодически; другие притоки полностью разбираются на орошение в пределах их конусов выносов. Поэтому в средней и нижней части долины в русло реки выклинивается значительное количество подземных вод, имеющих особенно важное значение в осенне-зимний период. В меженный период в химическом составе речной воды преобладают сульфаты кальция, а в паводковый,

когда реку питают снега и ледники, — гидрокарбонаты кальция (рис. 17).

Ширабадарья берет начало в Келиф-Ширабадских горах. В питании ее, кроме тающих снегов и жидких атмосферных осадков, большую долю составляют грунтовые воды. Особенность этой реки, по сравнению с другими, заключается в высокой минерализации воды. Не только грунтовые воды, питающие реку, но и сама река выщелачивает большое количество солей, главным образом гипса и поваренной соли, содержащихся в третичных породах Келиф-Ширабадской гряды. В результате повышенная минерализация речной воды преимущественно за счет хлоридов натрия (рис. 18) обуславливает и значительную минерализацию грунтовых вод Ширабадского конуса выносов, в пределах которого воды Ширабадарьи почти полностью разбираются арычной сетью, не достигая Аму-Дарьи. В зоне выклинивания грунтовых вод конуса выносов минерализация воды карасу около 4,5 г/л.

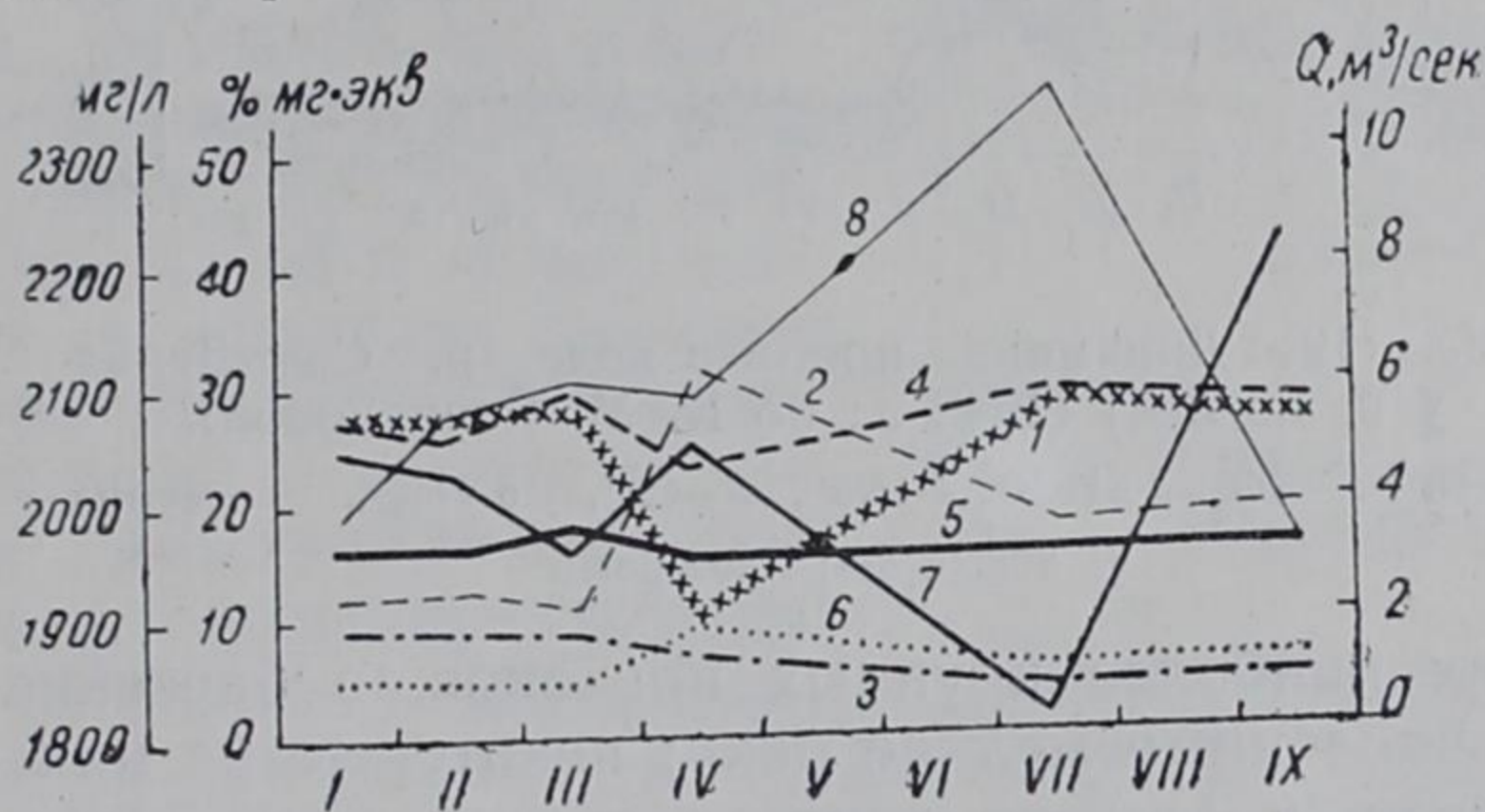


Рис. 18. Динамика ионов в воде р. Ширабадарья у п. Кокдогама (1935 г.; по К. М. Степановой).

1—Cl<sup>-</sup>, 2—SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, 3—HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 4—Na<sup>+</sup>, 5—Ca<sup>2+</sup>, 6—Mg<sup>2+</sup>, 7—сумма ионов, 8—расход реки.

**Бассейн Сыр-Дарьи.** В границах Узбекской республики находится только часть бассейна реки, на протяжении от г. Намангана и примерно до устья р. Келес. Огромная площадь водосборного бассейна Сыр-Дарьи, размещающаяся в Центральном и Западном Тянь-Шане, только выше выхода реки из Ферганской впадины достигает 142 тыс. км<sup>2</sup>. После Аму-Дарьи это одна из наиболее крупных речных систем в Средней Азии. Условия питания ее разнообразны, однако в нем преобладают осадки, выпадающие выше снеговой линии, и меньшую часть составляют ледники, которых насчитывается несколько сотен. Поэтому в режиме стока Сыр-Дарьи наибольшие расходы приходятся обычно на июнь.

С водой Сыр-Дарьи транспортируется значительное количество растворенных солей, выщелачиваемых из горных пород не только в процессе поверхностного стока, но главным образом поступающих в русло реки с выклинивающимися грунтовыми водами. Об этом свидетельствует динамика содержания ионов в воде (рис. 19), которая особенно показательна у Беговатского гидрометрического поста. Здесь четко наблюдается два максимума минерализации: зимой и осенью, когда удельное значение подземного питания Сыр-Дарьи наибольшее. Гидрокарбонатно-кальциевый тип минерализации, характерный для периода высоких вод, изменяется к осени за счет увеличения содержания сульфатов кальция.

Сыр-Дарья образуется слиянием рек Нарын и Карадарья в восточной части Ферганской впадины. Ниже она принимает два крупных

притока — Чирчик и Ангрен. Режим этих рек, связанный с условиями их питания, неодинаков. Нарын, Карадарья и Чирчик — реки снегово-ледникового питания, но водосборная площадь Карадарьи расположена несколько ниже водосбора Нарына и Чирчика<sup>1</sup>, поэтому высокие воды в Карадарье проходят раньше, чем в Нарыне и Чирчике с максимумом паводка в июне. Ангрен — река снего-дождевого питания; ее истоки на юго-западном склоне Чаткальского хребта находятся на высоте около 3500 м. В связи с этим паводок проходит в апреле, в период обильного выпадания дождей и интенсивного таяния снега.

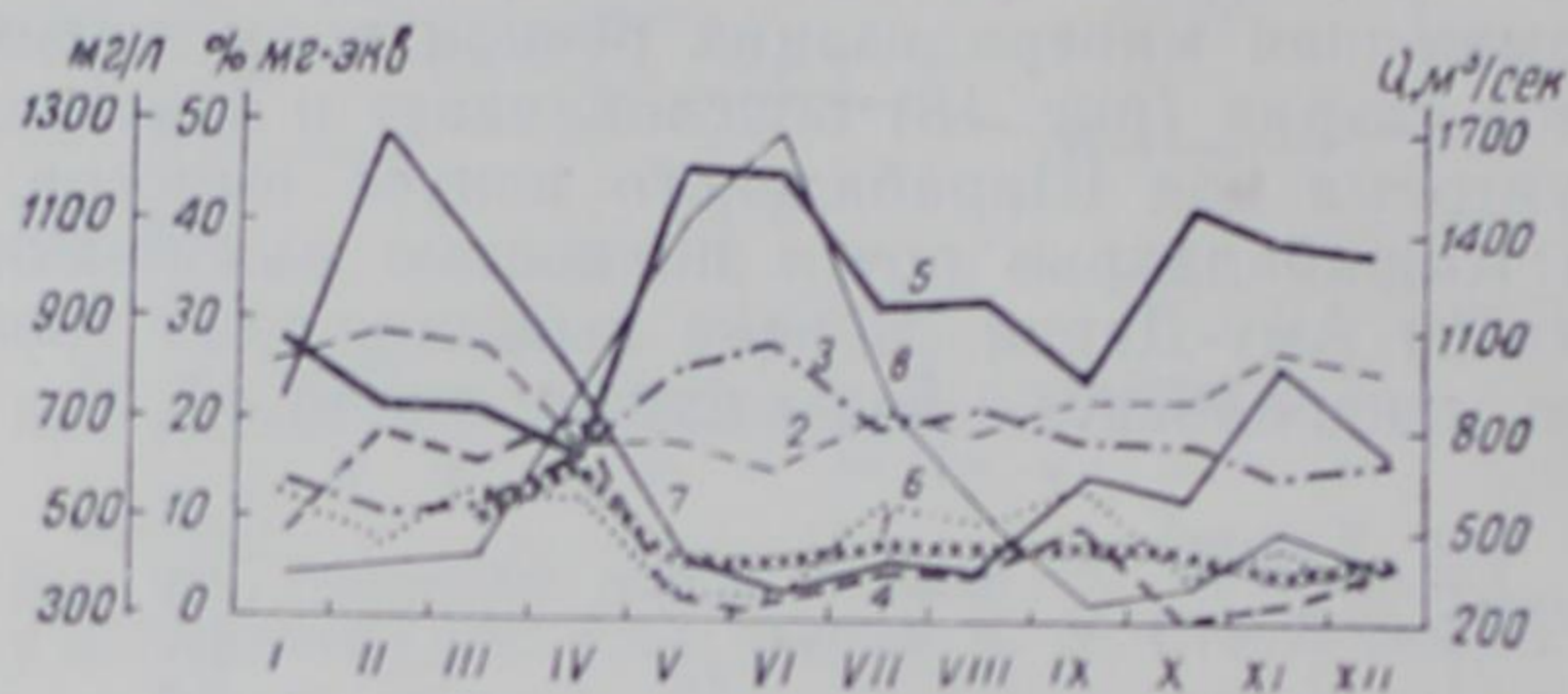


Рис. 19. Динамика ионов в воде р. Сыр-Дарья у п. Беговат (1942 г.; по К. М. Степановой).

1—Cl, 2—SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, 3—HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 4—Na<sup>+</sup>, 5—Ca<sup>2+</sup>, 6—Mg<sup>2+</sup>, 7—сумма ионов, 8—расход реки.

Помимо этих наиболее крупных притоков, в бассейне Сыр-Дарьи находятся многочисленные мелкие реки; некоторые из них (Сох, Исфара, Заамин, Санзар и др.) не доносят вод до Сыр-Дарьи: полностью разбираются на орошение.



Рис. 20. Схема строения западной части Ферганской впадины в районе конуса выносов р. Исфара (по Н. П. Васильковскому).

1—четвертичные молассы, 2—верхнетретичные молассы.

Собственно долина Сыр-Дарьи, в пределах Узбекистана пересекающая Ферганскую и Приташкентско-Голодноостепскую впадины, проходит по наиболее низким отметкам рельефа, выступая в роли естественной дрены. В этом заключается основное ее гидрогеологическое значение. Разгрузка грунтовых, а местами и артезианских вод происходит с различной интенсивностью, в зависимости от рельефа, литологического строения и геолого-структурных особенностей участков разгрузки. Так,

<sup>1</sup> По данным В. Л. Шульца, средняя высота водосбора Карадарьи равна 2599 м, а Нарына — 2775.

размывание Сыр-Дарьей крыла антиклинальной структуры в западной части Ферганской впадины (рис. 20) привело к разгрузке водоносных горизонтов, приуроченных к четвертичным и верхнечетвертичным толщам моласс.

Наибольшее количество выклинивающихся подземных вод в долине Сыр-Дарьи обязано гравитационному стоку грунтовых вод. Положение реки определяет в плане раздел встречных взаимодействующих подземных потоков, частично дренируемых рекой. При этом нижняя граница подземного стока в реку по законам динамики подземных вод оказывается ниже ее дна (рис. 21).

Если гидрогеологические условия правого и левого берегов реки неодинаковы, различно и количество выклинивающихся вод с той и другой стороны. Так, вследствие смещения Сыр-Дарьи в четвертичном периоде в пределах Ферганской и Приташкентско-Голодно-

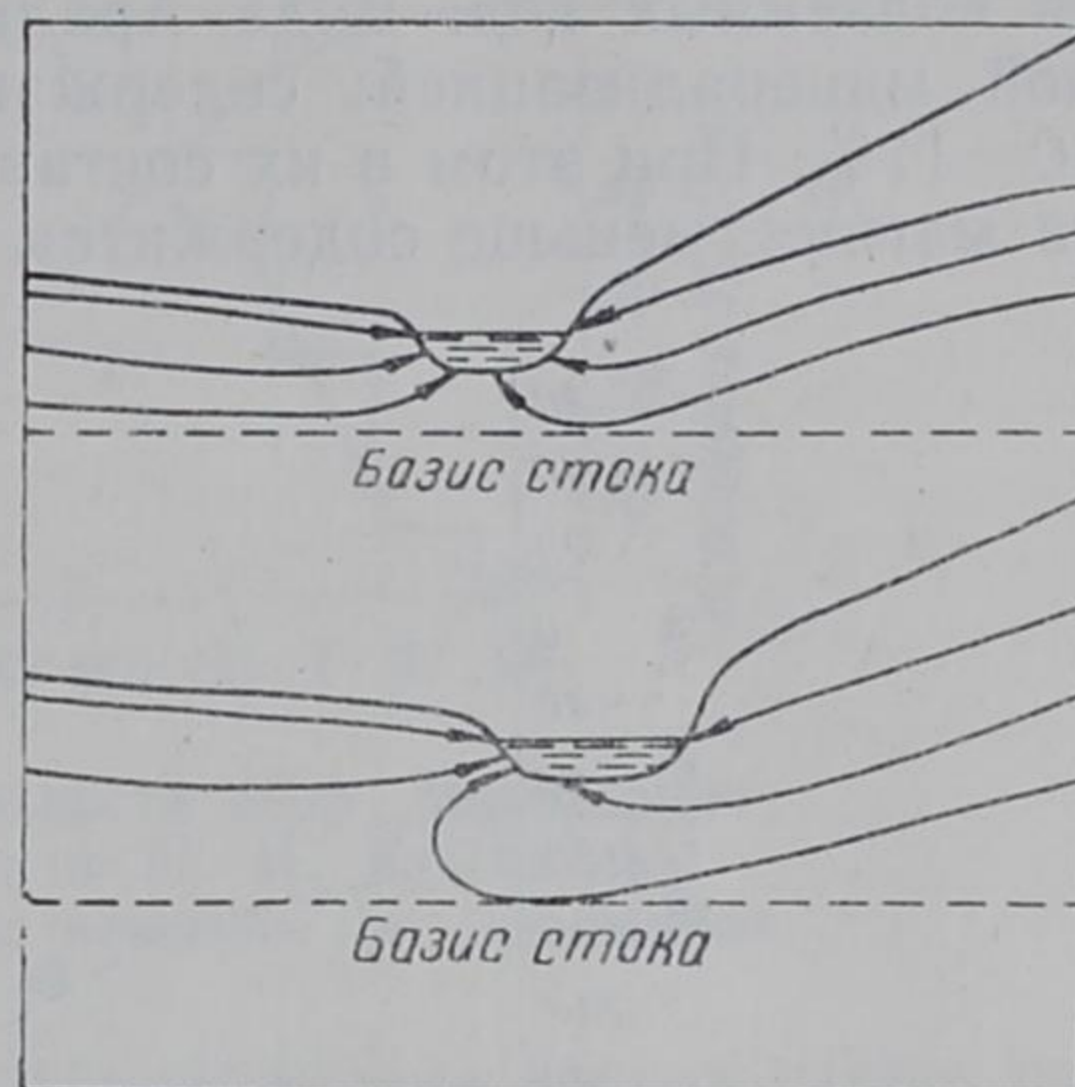


Рис. 21. Схема разгрузки грунтовых вод в русле реки.

степской впадины к северу и северо-востоку левобережья этих районов стали характеризоваться меньшими уклонами поверхности и преобладанием мелкообломочного материала. Например, в средней части Ферганской впадины Сыр-Дарья размывает правобережные конусы выносов своих мелких притоков, сложенные галечниками. К ним приурочены потоки грунтовых вод с большими уклонами. Левый же берег представляет почти горизонтальные плоские равнины террас Сыр-Дарьи, сложенные в верхних частях средне- и мелкообломочным материалом. В связи с этим правобережный подземный сток, имеющий большие градиенты напора и находящийся в лучших условиях водопроницаемости горных пород, на некоторой глубине оттесняет струи потока левого берега, как показано на рис. 20. В пределах же северо-восточной части Голодной степи, благодаря слоистому строению четырехсотметровой толщи древних чирчик-ангренинских отложений, погребенных под современным аллювием Сыр-Дарьи (в результате смещения ее вправо), мощный поток в чирчик-ангренинских отложениях на большой глубине под современным руслом Сыр-Дарьи, минуя его, проникает в пределы левобережья.

Следует также отметить, что многие озера-старицы, широко распространенные на правой надпойменной (озерной) террасе Сыр-Дарьи, частично питаются выклинивающимися грунтовыми водами верхних террас. Об этом свидетельствуют повышенная минерализация и ионный состав воды.

**Озера.** Как и поверхностный сток, озера в Узбекистане распределены крайне неравномерно. Мелкие озера размещаются в низовьях рек, в особенности в дельте Аму-Дарьи; наиболее крупным озером является Аральское море, занимающее площадь около 64 000 км<sup>2</sup>.

Аральское море, образовавшееся в мягко выраженной впадине (А. Д. Архангельский, 1931), получает основное питание от крупнейших рек Средней Азии — Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи. Его гидрогеологическое значение заключается в том, что здесь завершается значительная часть общего подземного стока Туранской низменности. Впрочем, большая

часть подземного стока, вследствие крайне незначительных его градиентов, особенно в южной части (измеряемых вблизи моря сотысячными долями) рассеивается в атмосферу, не достигая озера. Наибольшее дренирующее значение Аральское море имеет в западной и северной своих частях. В основании, а также на склонах крутого и обрывистого берега (чинка) Устюрта, возвышающегося под уровнем воды в озере до 200 м, можно встретить многочисленные источники выклинивающихся подземных вод. Вода Аральского моря характеризуется значительной минерализацией: содержание солей в среднем колеблется около 10—11%. При этом в их составе преобладают хлориды натрия, сульфата магния, меньше содержится кальция.

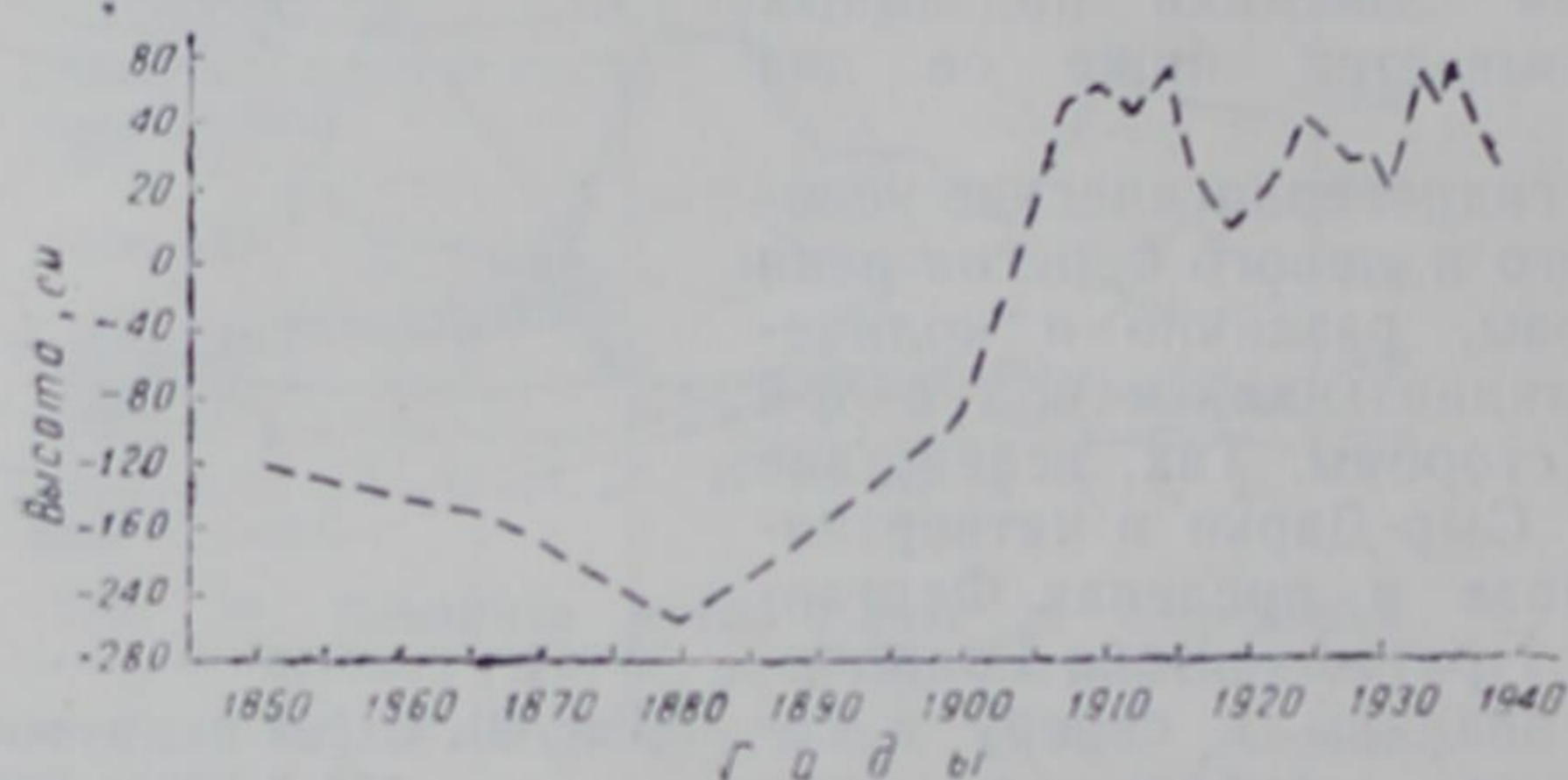


Рис. 22. Многолетнее колебание уровня Аральского моря (по Б. Д. Зайкову).

Колебания уровня Аральского моря, зависящие от динамики его водного баланса, подвержены значительным многолетним изменениям (рис. 22).

Дельтовые озера, наиболее распространенные в низовьях Аму-Дарьи, образуются сбросными оросительными водами и разливами реки. Наибольшее количество таких озер, чрезвычайно различных по размерам, находится в дельте Аму-Дарьи. В Южно-Хорезмском оазисе сборных озер особенно много в периферической части, по границе с пустыней Каракумы. Однако немало их в средней части Южно-Хорезмского и Северо-Хорезмского оазисов.

Гидрогеологическое значение этих озер различно. В одних случаях они служат источником питания грунтовых вод, что внутри оазисов неблагоприятно сказывается на мелиоративном состоянии земель (интенсивно развиваются процессы засоления почв); в других — частично дренируют грунтовые воды, размещаясь в периферических частях оазиса. Ко второй категории относятся, например, многочисленные сбросные озера в юго-западной части Хорезмского оазиса в мягко выраженном понижении вдоль границы распространения дельтовых отложений и песчаной пустыни Каракумы. Интересно отметить, что вода этих озер рассеивается в атмосферу до  $6 \text{ м}^3/\text{сек}$  (в среднем за год). Возникает вопрос об использовании таких озер в качестве водоприемников дренажных вод. Если исключить поверхностный сброс оросительной воды, связанный с избытком в водоподаче и хозяйственными неполадками в системе, и использовать озера только для сброса дренажных вод, то при дренажном модуле, равном для условий Южного Хорезма в среднем  $0,1 \text{ л/сек}$ , озера могут обеспечить прием этих вод во всяком случае со всей юго-западной части оазиса (рис. 23).

Осенью уровень воды в озерах, вследствие резкого увеличения сбросных вод в их питании, претерпевает подъем. По той же причине с сентября — октября поднимается и зеркало грунтовых вод в периферической части оазиса; в результате этого, особенно в зимний период, в питании озер принимают некоторое участие (хотя и не повсеместно) грунтовые воды.

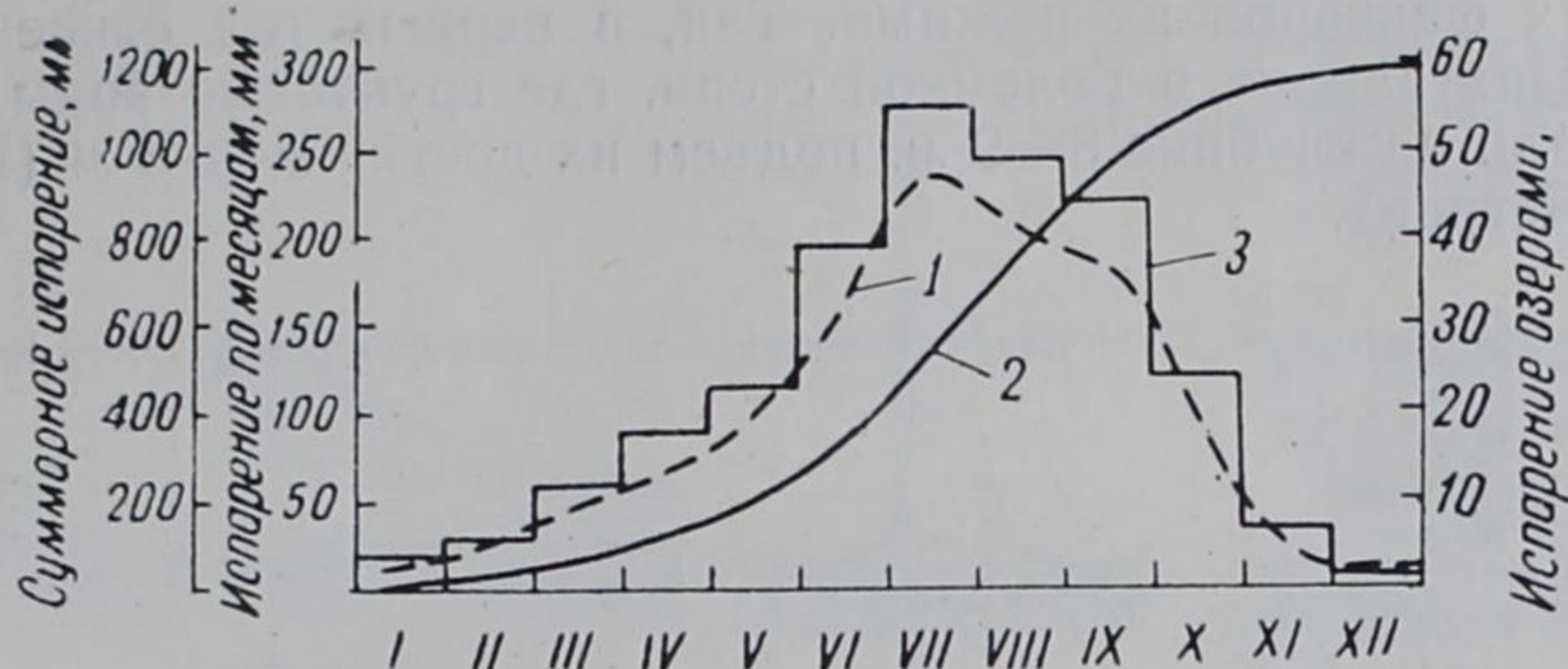


Рис. 23. Испарение с водной поверхности озер периферической части Ю. Хорезма (1957 г.; по М. М. Крылову).  
1 — испарение по месяцам, мм; 2 — суммарное испарение, мм; 3 — испарение озерами, млн. м<sup>3</sup>.

Среди равнинных озер широкое распространение имеют также озера-старицы в долине Сыр-Дарьи. Располагаясь на первой надпойменной террасе, эти озера почти ежегодно наполняются в период паводка и играют роль источника питания грунтовых вод. Но некоторые из них, расположенные вблизи уступа более высоких террас, сами питаются грунтовыми водами, приуроченными к отложениям этих террас. В данных случаях вода озер обладает более или менее высокой минерализацией, по характеру близкой к минерализации грунтовых вод. Поэтому такие озера и получили название соленых.

К особому типу равнинных озер следует отнести Тузкане, расположенное в западной части Голодной степи в мягко выраженном бессточном понижении и питающееся подземным стоком р. Клы. Вода озера сильно минерализована. Летом оно пересыхает, оставляя обширные поля рапы. Вблизи озера высоко минерализованы и грунтовые воды, преимущественно за счет хлоридов натрия и магния.

Наконец, в равнинной части Узбекистана следует отметить искусственные озера-водохранилища, служащие источником питания грунтовых вод (Каттакурганское и Куюмазарское у г. Кагана).

В горной области озера являются постоянным источником питания грунтовых вод. Они, за исключением немногих, находятся за пределами Узбекской республики.

Многие озера известны как целебные (Тузкане в Голодной степи, Денгизкуль в низовье Аму-Дарьи, Аксыкент в Ферганской впадине).

**Ирригационные системы.** Поверхностный сток ирригационных систем в орошаемых районах Узбекистана играет не меньшую, если не большую, чем реки, роль в формировании грунтовых вод. В Средней Азии Узбекистан является территорией с наиболее развитой сетью ирригационных каналов, находящихся преимущественно в равнинной зоне. Как уже отмечалось, общая площадь, покрытая ирригационной сетью (рис. 24), составляет 2887,6 тыс. га, а протяженность ирригационных каналов достигает 1 млн. км с водозабором 1640 м<sup>3</sup>/сек в среднем за вегетационный период. При существующем к. п. д. систем, колеблющемся около 0,5—0,6, фильтрационные потери, идущие на питание грунтовых вод, измеряются сотнями кубических метров в секунду.

В балансе грунтовых вод различных орошаемых районов фильтрационные потери в каналах составляют от 30 до 70% и более от общего поступления в запас грунтовых вод. Даже при глубоком залегании зеркала грунтовых вод на вновь осваиваемых землях в условиях глинистых почво-грунтов постоянно действующие каналы в первый год освоения вызывают подъем грунтовых вод и, таким образом, становятся одним из главных факторов их режима. Так, в первый год освоения земель совхоза «Пахтаарал» в Голодной степи, где грунтовые воды до орошения залегали на глубине 8—9 м, подъем их достиг 3—3,5 м (Б. С. Коньков и Е. Петров).

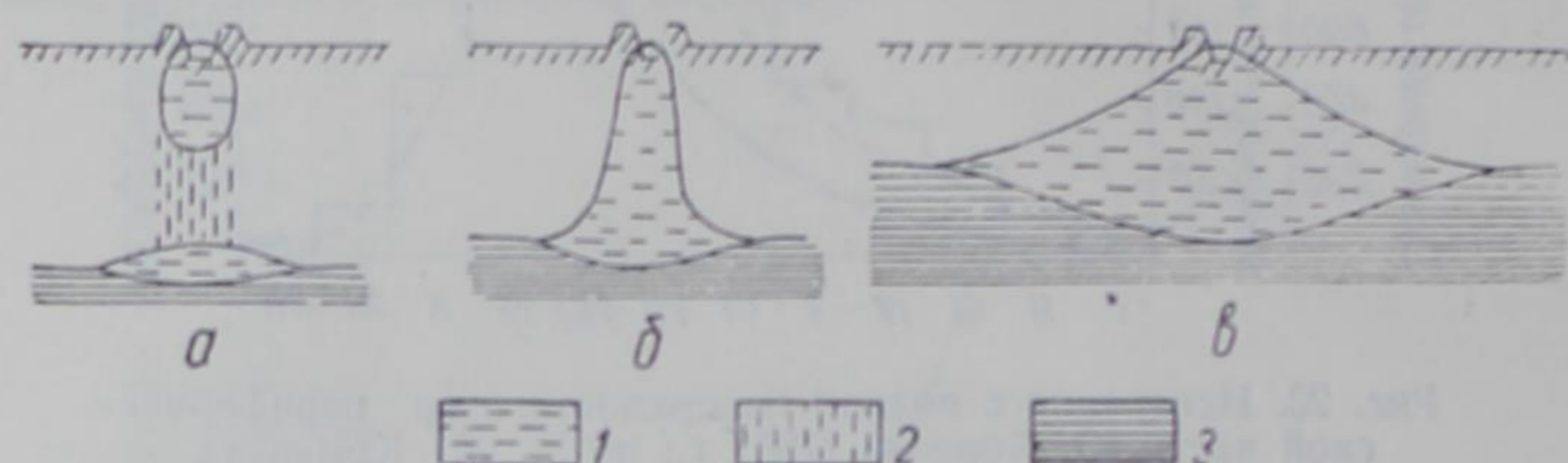


Рис. 25. Схема возникновения фильтрационного питания грунтовых вод под ирригационным каналом (по М. М. Крылову).

1—фильтрационная вода в насыщенном водой грунте, 2—движение воды в ненасыщенном грунте, 3—грунтовая вода.

Обычно в первое время после пуска воды во вновь сооруженный канал в суглинистых или глинистых грунтах начинается быстрое впитывание (капиллярное всасывание) воды и свободное просачивание, которое постепенно, относительно увеличиваясь, становится доминирующим. По истечении некоторого времени, зависящего в однородных грунтах от размеров канала, гранулометрического состава грунтов и глубины залегания грунтовых вод, просачивающаяся вода достигает капиллярной каймы над зеркалом грунтовых вод и через капиллярный сброс начинает их питать (рис. 25, а). При этом между участками полного насыщения под дном канала и в зоне грунтовой воды некоторое время будет существовать зона неполного насыщения, а поступающая в зону грунтовых вод просачивающаяся вода, оттесняя грунтовую воду, образует постепенно растущий кверху вал (линзу). Следующая стадия фильтрации — образование сплошного потока в условиях неустановившегося движения воды (рис. 25, б). В процессе роста линзы фильтрационной воды постепенно устанавливается некоторое подвижное равновесие между поступлением и расходом фильтрационных вод, что характеризует третью стадию фильтрации в условиях более или менее установившегося движения (рис. 25, в), с которой связан подъем зеркала грунтовых вод участков, тяготеющих к каналам, а также изменение в соотношении баланса грунтовых вод орошаемой территории.

В условиях галечниково-песчаных грунтов (например, конусов выносов) вода с поступлением в каналы свободно просачивается вниз по наиболее крупным порам, и, как правило, сплошного насыщения грунтов под дном каналов может не наступить ввиду хорошо выраженного стока грунтовых вод.

Образование линзы фильтрационных вод в действительности происходит значительно сложнее. В некоторых случаях она вообще не образуется, вследствие слоистого строения грунтов или в связи с хорошей естественной дренированностью грунтовых вод (например, в конусах выносов).



Наибольшее питание из ирригационных каналов грунтовые воды получают в предгорных равнинах, сложенных грубообломочным материалом конусов выносов. Примером может служить Большой Ферганский канал (БФК), значительная часть которого проходит по предгорной равнине южного борта Ферганской впадины. К таким каналам относятся и более мелкие системы, орошающие верхние части конусов выносов. Меньшее участие в питании грунтовых вод принимают каналы равнинных районов, сложенных суглинками и глинами, в средних частях межгорных впадин и низовьях крупных рек. Влияние их на режим грунтовых вод постепенно затухает, и обычно на расстоянии нескольких сотен метров от магистральных каналов оно исчезает.

Наиболее крупными ирригационными системами являются: в низовьях Аму-Дарьи каналы Палван, Ленин-Яб, Пахта-Арпа, Кызкеткен; в бассейне р. Зеравшан каналы Дернеш, Нарпай, Шахруд, Вабкент-дарья. В средней части Ферганской впадины, кроме БФК, существует Северный Ферганский канал (СФК) и Шаарихансай.

В Приташкентско-Голодностепской впадине функционируют системы Кировского канала, Бозсу, Карасу, а в ближайшем будущем будет сооружено еще несколько каналов. Многие каналы имеют зарегулированный водозабор, но есть еще и не оборудованные головными инженерными сооружениями; поэтому режим таких каналов обычно близок режиму питающей их реки. Это определенным образом отражается и на режиме грунтовых вод участков, тяготеющих к крупным каналам.

## ПОЧВЫ И РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ

В районах, где грунтовые воды залегают на небольшой глубине, можно наблюдать тесную взаимосвязь грунтовых вод и почв. В частности, развитие лугового, лугово-болотного и болотного почвообразовательных процессов, явления вторичного засоления почв и их солевой режим обычно связаны с грунтовыми водами, которые, в свою очередь, в той или иной степени (в особенности динамика их минерализации) зависят от состава почв и характера почвообразовательного процесса.

На территории Узбекистана выделяются следующие типы почв.

### А. Широтно-зональные

#### I. Почвы ряда грунтового<sup>1</sup> увлажнения

1. Луговые пустынные
2. Болотные пустынные.
3. Солончаки

#### II. Почвы элювиального ряда

4. Такырные
5. Такыры
6. Серо-бурые
7. Рыхлопесчаные пустынные

### Б. Горнопоясные

#### I. Почвы ряда грунтового увлажнения

1. Луговые сероземного пояса
2. Болотные сероземного пояса

#### II. Почвы элювиального ряда

3. Сероземы

<sup>1</sup> Формируются в связи с грунтовыми водами.

4. Древне-буроземные слабовыщелоченные

5. Светло-бурые сильновыщелоченные.

Наибольший интерес с гидрогеологической точки зрения представляют почвы районов орошаемого земледелия, включающие все перечисленные группы. Они изменены в результате воздействия человека в целях повышения их плодородия (обработка почвы, внесение удобрений, дренаж и пр.).

В орошаемых районах предгорных равнин основное значение имеют сероземы и меньшее — гидроморфные почвы сероземного пояса: луговые, болотно-луговые и болотные. Последние распространены в пределах речных долин (на нижних террасах) и на пролювиальных равнинах (в средних и нижних частях конусов выносов). В их формировании грунтовые воды играют наиболее важную роль. Для почв гидроморфного ряда характерно участие луговой и болотной растительности и слабая аэрация, что приводит к значительному накоплению перегноя, так как остатки отмирающей растительности в анаэробной среде не подвергаются полностью разложению. Поэтому в грунтовых водах таких районов часто содержится повышенное количество органических веществ. Интенсивное же испарение грунтовых вод обуславливает повышенную их минерализацию.

В зоне частичного выклинивания и неглубокого залегания грунтовых вод периферийных частей конусов выносов иногда наблюдается выпадение из раствора карбонатов кальция, реже вместе с гипсом, цементирующих песчано-глинистые пролювиальные отложения в виде плотных плит, получивших местное название *арзык* (Ферганская впадина). Образование последнего происходит преимущественно вблизи уровня грунтовых вод в зоне его сезонного колебания и связано с уменьшением свободной углекислоты в воде вследствие сезонного повышения температуры, а также с испарением. Большая роль испарения грунтовых вод в засолонении гидроморфных почв и в осолонении грунтовых вод наблюдается особенно в местных почти бессточных понижениях пролювиальных равнин межгорных впадин и аллювиальных равнин и дельт изменной области Узбекистана. В таких условиях солончаковый процесс в почвах выражен наиболее резко, а грунтовые воды, минерализуясь главным образом за счет хлоридов и сульфатов натрия и магния, нередко становятся рассолами (общее содержание солей до 200 г/л и более).

Растительность Узбекистана подчиняется закону зональности. Туранская изменность относится к широтно протягивающейся зоне пустынь с характерной для них растительностью аридного типа. Она свойственна и пустынным участкам, приуроченным к средним частям межгорных впадин. В предгорных равнинах распространена растительность полупустынь, еще выше в предгорьях — растительность пырейно-разнотравной сухой степи. Для гор характерна древесно-кустарниковая растительность, а для высокогорий — растительность субальпийского и альпийского поясов.

Учитывая некоторое своеобразие растительности Узбекистана. К. З. Закиров предложил выделить (снизу вверх) четыре зоны, используя при этом местные названия географических ландшафтов: чуйль (степь), адыр (холмы), тау (горы), яйлау (пастбища). В связи с тем что территория Узбекистана — один из древнейших очагов земледельческой культуры, растительный покров в оазисах к настоящему времени совершенно изменился.

Важное гидрогеологическое значение растительного покрова заключается в том, что в процессе своей жизни растения рассенвают (тран-

спирируют) громадное количество воды, в том числе значительное количество грунтовых вод.

Транспирационный коэффициент, т. е. количество воды, потребляемой растением на единицу веса, в приросте сухого вещества растения составляет, по имеющимся данным, для люцерны 1000—1100, пшеницы 400—600, хлопчатника 400—600, гороха 700—800, кукурузы 300—400.

По данным М. К. Бушуева, для условий Голодной степи отношение веса воды к весу всей массы растения за вегетационный период для хлопчатника равно 3000, для люцерны 2300, ячменя 2375, травы 6270, пшеницы 1310.

В результате наблюдений в низовьях Аму-Дарьи М. М. Крылов характеризует транспирацию некоторых растений с 1 га за вегетационный период следующими величинами: хлопчатник 4400 м<sup>3</sup>, люцерна 7160, камыш 6860.

Большое количество воды в процессе роста потребляют также древесные виды растений. Например, по данным Л. В. Елисеева, ива (тал) в возрасте 15 лет с апреля по октябрь транспирирует 92 м<sup>3</sup> воды, тополь в том же возрасте 83, шекловица 66, абрикос 33, джида 24, туранга 12 м<sup>3</sup>.

Транспирационная способность деревьев широко используется в орошаемых районах Узбекистана для понижения уровня грунтовых вод вблизи ирригационных каналов и уменьшения роли последних в питании грунтовых вод.

В пустынно-степных условиях многие растения и их сообщества могут служить средством приближенного определения глубины залегания зеркала грунтовых вод.

Приводим данные по зависимости характера растительности от глубины залегания и минерализации грунтовых вод песчаной пустыни Сарыишикотрау (по Ахмедсафину).

	Глубина залегания грунтовых вод, м	Минерализация
Черный саксаул ( <i>Artbrophytum Haloxylon</i> )	4—12	От солоноватой до соленой
Туранга ( <i>Populus diversifolia</i> )	3—8	Пресная
Джида ( <i>Elaeagnus diigustifolia</i> )	0,5—3	Пресная
Тал ( <i>Salix aeba</i> )	1—5	Пресная
Джингиль ( <i>Tamarix</i> )	До 10	Слабосоленоватая
Чингиль ( <i>Halimodendron argentjum</i> )	3—5	От пресной до солоноватой
Жузгун ( <i>Colligonum sefosum</i> )	2—4	То же
Чий ( <i>Losiayrostis splendens</i> )	1—4	То же
Янтак ( <i>Alhagi camelorum</i> )	До 10	Солоноватая
Осока и тростник	0—3	От пресной до солоноватой

Зависимость характера растительности от глубины залегания грунтовых вод, а также степени засоления почв и грунтовых вод в условиях Узбекистана изучалась Б. В. Федоровым (табл. 2).

Экологические ряды составлены с учетом оптимальных для каждого растения содержания солей в почве и глубины грунтовых вод.

Каждое растение по своей устойчивости к солям и воде в почве может заходить в соседние ряды, но в них оно занимает подчиненное место в сообществе и чаще бывает угнетено.

Одни растения отличаются большой амплитудой колебания в устойчивости, другие небольшой. Наибольшей амплитудой колебания в

Экологические ряды растений по отношению к содержанию солей в почве и степени ее увлажнения

Балл за соления	Глубина грунтовых вод, м			
	0—1	1—2	2—3	3
I	<p>1. Курмак (Куриное просо — <i>Panicum erugolli</i>)</p> <p>2. Иткунак (Щетинник — <i>Setaria glauca</i>)</p> <p>3. Камыш (Тростник) — <i>Phragmites communis</i>)</p> <p>4. Сибарга (Клевер земляничный — <i>Trifolium fragiferum</i>)</p>	<p>5. Гумай (<i>Andropogon halepensis</i>)</p> <p>6. Карааджирек (Пильчатая трава — <i>Cynodon Dactylon</i>)</p> <p>7. Джумуртка (Донник белый — <i>Melilotus albus</i>)</p> <p>8. Янтак (Верблюжья колючка — <i>Alhagi camelorum</i>)</p> <p>9. Койткан (Дурнишник — <i>Xanthium strumarium</i>)</p> <p>10. Ялпиз (Мята — <i>Mantha awensis</i>)</p>	<p>11. Кальхак (Горчак — <i>Lentansea pteris</i>)</p> <p>12. Латихор (Бодяг полевой — <i>Lirsium arvense</i>)</p> <p>13. Кияк (Горный камыш — <i>Eriantus Ravennae</i>)</p>	<p>14. Перекати-поле (<i>Leratocarpus urenarius</i>)</p> <p>15. Сыза-каракойда (Полынь вечная — <i>Artemisia seopari-aeformis</i>)</p> <p>16. Каперс колючий (<i>Capparis spinosa</i>)</p>
II		<p>17. Шора (Лебеда мелколистная — <i>Atriplex hastata</i>)</p> <p>18. Ак-баш (Карелиния каспийская — <i>Karelinia caspica</i>)</p>		<p>19. Камчинчуль (Гречиха — <i>Polygonum argyroeveleum</i>)</p> <p>20. Алабаты (Лебеда татарская — <i>Atriplex tatarica</i>)</p>
III	<p>21. Астра солончаковая (<i>Aster Tripolium</i>)</p>	<p>22. Кокча-кок (<i>Atropis convoluta</i>)</p> <p>23. Кермак (Кермак — <i>Statice Otolepis</i>)</p>	<p>24. Куян-джун (<i>Halacharis ni?</i>)</p> <p>25. Джингиль (Гребенщик — <i>Tamarix Polasii</i>)</p> <p>26. Балла-джепрак (Парнолистник — <i>Zygophyllum faboga</i>)</p> <p>27. Туранга (Тугайный тополь — <i>Populus pruinoso</i>)</p> <p>28. Ялапак-шора (Кохия — <i>Kochia hisso-pifolia</i>)</p>	<p>29. Ак-джусан (Полынь приморская)</p>

Балл за- соления	Глубина грунтовых вод, м			
	0-1	1-2	2-3	3
IV		30. Кара-шора (Све- да)	31. Петросимония	
V	32. Солерос ( <i>Salicornia herba- eia</i> )	33. Аджирек-шор (Кошачья лапка— <i>Aeluropus litoralis</i> )	34. Кызыл-шора (Курай — <i>Salsola crassa</i> )	

Балл	Почвы	Грунтовые воды
I	0,01—0,04	0,06—0,12
II	0,04—0,1	0,12—2,0
III	0,1—0,2	2,0—4,0
IV	0,2—0,3	4,0—5,0
V	0,3—0,4	5,0—20,0

Примечание. Содержание ионов хлора по пятибалльной системе в почвах (вес. %) и грунтовых водах (г/л).

устойчивости растений по отношению к солям и глубине грунтовых вод отличаются янтак, камыш и аджирек-шор.

Ак-баш, имея глубокую корневую систему, может развивать ее в опресненных слоях.

### ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Одним из важных факторов формирования подземных вод является практическая деятельность человека в системе народнохозяйственного строительства Узбекской республики. Различного рода хозяйственные мероприятия многообразно воздействуют на естественноисторически сложившиеся гидрогеологические условия, нередко коренным образом изменяя их.

Выдающееся место среди хозяйственных факторов занимает искусственное орошение земель. Наложение последнего на природный гидрогеологический фон вызывает перераспределение статей водного и водно-солевого баланса в зоне грунтовых вод, существенные изменения их режима (подъем зеркала грунтовых вод и нередко связанных с ним процессов засоления почв).

Важно отметить, что площадь, где режим грунтовых вод связан с орошением земель, значительно превышает площадь, имеющую ирригационные системы. В орошаемых районах низменной области, занимающих дельты Аму-Дарьи, Зеравшана, Кашкадарьи, значительное количество оросительной воды сбрасывается за пределы орошаемой площади, вызывая соответствующие реакции в режиме грунтовых вод неосвоенных земель. Так, на территории Приаральской дельты Аму-Дарьи грунтовые воды обширных пространств неосвоенных земель, расположенных в Бозкульском понижении между главным руслом реки и ее протоком-каналом Кегейли, почти повсеместно подвержены влиянию сбросных оросительных вод. То же можно сказать и о краевых

частях Южного Хорезма, Бухарского и Каракульского оазисов. Подверженные в связи с этим значительному подъему грунтовые воды вызывают интенсивное развитие процессов засоления почв, а иногда и их заболачивание. Аналогичное явление наблюдается и в межгорных впадинах (Фергана, Голодная степь), в средних частях которых имеются местные бессточные или слабосточные понижения, удобные для сброса излишков оросительной воды. В Голодной степи местом сброса служит долинообразно вытянутое широкое понижение Джетысай-Сардоба-Карой, переходящее в Арнасай, а в Ферганской впадине — озерные понижения в ее центральной части.



Рис. 26. Гидрогеологические профили зеркала грунтовых вод Голодной степи (по М. М. Крылову).

1—горизонт грунтовых вод в начале орошения, 2—до орошения, 3—в 1934—1935 гг.

Орошение резко увеличивает приходную статью баланса грунтовых вод и в подавляющем большинстве случаев является причиной их высокого подъема. Например, в Голодной степи до ее орошения грунтовые воды находились на глубине 8—10 м. На таких участках глубокого залегания в их балансе главное место принадлежало подземному стоку, хотя и очень слабому. Испарение грунтовых вод было крайне незначительным, как и их питание за счет атмосферных осадков. После орошения зеркало грунтовых вод под влиянием фильтрационных вод оросительных каналов начало быстро подниматься до тех пор, пока в динамике баланса не установилось некоторое подвижное равновесие, регулируемое не столько подземным стоком, сколько испарением грунтовых вод.

В настоящее время почти повсеместно в орошаемой части Голодной степи зеркало грунтовых вод залегает не глубже 3 м (рис. 26). Показательно, что на территории совхоза «Пахтаарал» зеркало грунтовых вод, находившееся до орошения на глубине около 8 м, поднялось за 2 года на 3,5—4 м. При этом в первый год подъем составил в среднем 82% от общего подъема (Коньков и Петров).

Помимо орошения, на формирование подземных вод влияют такие факторы, имеющие узколокальное значение, как устройство водохранилищ, возведение плотин на реках, водоотбор для водоснабжения и орошения и др. Например, устройство Каттакурганского и Куюмазарского водохранилищ в равнинно-низменной области (бассейн р. Зеравшан) или возведение Беговатской и Кайраккумской плотин в русле Сыр-Дарьи (Фергана) вызвали в одних случаях усиление питания грунтовых вод, в других — подпор подземного стока и подтопление участков речных террас, тяготеющих к реке. В последние годы, в связи с увеличивающимся использованием артезианских вод, происходят значительные нарушения и в водном балансе глубоких напорных горизонтов многих районов Узбекистана.

---

---

## Глава II

### Геологическое строение

#### СТРАТИГРАФИЯ

На территории Узбекистана развит сложный комплекс отложений — от протерозойских до современных. Западная часть республики представляет собой равнинные пространства, сложенные с поверхности четвертичными отложениями, среди которых лишь в отдельных местах обнажаются более древние породы (до палеозойских).

Восточная, большая часть территории Узбекистана, входящая в Западно-Тяньшаньскую горную систему, характеризуется хорошей обнаженностью пород всех систем кайнозойской, мезозойской и палеозойской групп.

#### ДОКЕМБРИЙСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Докембрийские отложения выделяются лишь в пределах юго-западных отрогов Гиссарского хребта. Представлены пегматитами, очковыми гнейсами, парагнейсами и кристаллическими сланцами общей мощностью свыше 3,0 км. Глинистые слюдяно-альбитовые и кварцево-хлоритовые сланцы содержат споры. Возраст отложений условно определяется как верхнепротерозойский<sup>1</sup>.

#### ПАЛЕОЗОЙСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Палеозойские отложения обнажаются в горной части Узбекистана, где обычно слагают центральные части возвышенностей. Они подразделяются на нижне-, средне- и верхнепалеозойские.

#### Нижний палеозой

Нижний палеозой изучен Д. В. Наливкиным, В. Н. Огневым, О. И. Сергуньковой, Б. В. Яскович и др.

**Кембрийская система.** На территории Узбекистана кембрийские отложения обнажаются лишь в западной части Туркестанского хребта и в Северо-Нуратинском. В Туркестанском хребте они представлены известняками и глинистыми сланцами видимой мощностью около 3,5 км. В Нуратинских горах состав их несколько иной — серые мраморовидные известняки, зеленовато-серые глинистые сланцы с пачками известняков мощностью до 20 м; видимая мощность несколько сотен метров.

<sup>1</sup> Решения Совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Средней Азии, Изд-во АН УзССР, 1959.

**Ордовикская система.** Отложения этой системы распространены спорадически (Букантау, Зеравшанский, Туркестанский хребты и др.), сильно метаморфизованы, представлены осадочными и магматическими разностями. Их видимая мощность обычно незначительная.

### Средний палеозой

**Силурийская система.** Силурийские отложения на территории Узбекистана широко обнажены в Туркестанском, Нуратинском, Гиссарском и Зеравшанском хребтах, а также на антиклинальных поднятиях Кызылкумов и в горной части Приташкентского района.

Изучением биостратиграфии силурийских пород Узбекистана занимались многие исследователи (Марковский, 1937; Никифоров, 1937; Чикрызов; Чехович; Халецкая, 1958, 1960; и др.).

В горах Тамдытау, Северного Нуратау, Мальгузар и далее в высоких предгорьях Алайского хребта стратиграфический разрез силурийских отложений (снизу вверх) следующий.

Сюгетская свита (нижний силур) слагается глинистыми и углисто-глинистыми сланцами и алевролитами с линзами песчаников мощностью 300—400 м.

Архакаринская свита (венлок) представлена песчаниками и редкими глинистыми сланцами мощностью 600 м.

Пульгонская свита (лудлов) состоит из алевролитов, глинистых сланцев, песчаников и известняков мощностью 600 м.

Матчайская свита (лудлов) слагается в основном доломитизированными известняками, реже встречаются сланцы, песчаники, алевролиты мощностью 1300 м.

В горах Южного Нуратау, Чумкуртау и далее вдоль южного склона Туркестанского хребта среди силурийских пород выделяются две толщи (снизу вверх). Зеравшанская толща (лландовери — венлок и низы лудлова) состоит из песчаников, алевролитов, сланцев, изредка встречаются прослои известняков вверху и в основании мощностью до 2900 м.

Туркестанская толща (лудлов) залегает на породах Зеравшанской толщи несогласно; состоит из терригенных и карбонатных накоплений мощностью 750 м.

В горах Кульджуктай, Зирабулак-Зиаэтдинских и Зеравшанско-Гиссарских прослеживаются отложения двух свит. Нижняя — мокшеватская (верхний лландовери? — венлок) — слагается сланцами, кварцитами, конгломератами и вверху глинистыми известняками мощностью 1000 м. Верхняя — аргская (лудлов) — представлена главным образом карбонатными породами мощностью свыше 1000 м.

В Приташкентском районе к силурийским отложениям относится мощный комплекс песчано-сланцевых образований, сильно смятых в складки.

**Девонская система.** Отложения девонской системы на территории Узбекской ССР обнажаются в отдельных удаленных друг от друга районах. Они известны в Ферганской впадине, Приташкентском и Самаркандском районах и в пределах возвышенностей Кызылкумов.

В познании биостратиграфии девонских накоплений большую роль сыграли исследования В. Н. Вебера (1934, 1937), Д. В. Наливкина (1926, 1930, 1957), С. Ф. Машковцева, А. С. Аделунга (1935, 1937), П. К. Чихачева (1934), Н. М. Синицына (1937), Н. А. Смирнова (1937), А. П. Марковского (1937, 1937а), О. И. Сергуньковой (1950, 1959, 1959а), О. Н. Никифоровой (1937) и др.



Отложения девонской системы представлены всеми тремя ее отделами.

В Приташкентском районе нижнедевонские отложения обнажаются в предгорных и горных частях. Они начинаются порфиро-туфовой толщей (липаритовые порфиры, фельзофиры и др.); видимая мощность их 200 м. Стратиграфически выше залегает песчано-конгломератовая толща мощностью до 2—3 км. Заканчивается разрез известняковой толщей верхнего девона, переход к которой от песчано-конгломератовой толщи постепенный, мощность ее до 500 м.

В Фергане в пределах Узбекской ССР девонские накопления встречены в районе Ошских гор, в бассейне р. Сох и в Чаткальском хребте.

Нижний девон в районе Ошских гор представлен светло-серыми массивными известняками мощностью около 300 м. Средний девон слагается внизу черными тонкослоистыми, кремнистыми известняками и сланцами, а вверху — светло-серыми, плотными и мраморизованными известняками. Средний девон известен и в бассейне р. Сох, где он представлен плотными известняками светлых и темных цветов, залегающих на породах верхнего силура.

Породы верхнего девона, помимо Ошских гор и бассейна р. Сох, встречены и в Чаткальском хребте. В Ошских горах они представлены известняками, по р. Сох — известняками с песчаными сланцами внизу мощностью около 2 км, в Чаткальском хребте — темно-серыми и черными тонкослоистыми известняками с красными песчаниками, выше которых залегают светло-серые песчаники и песчаные сланцы. Еще выше располагаются черные известняки с прослоями песчаников мощностью до 200 м.

В Самаркандском районе отложения девона установлены в Гиссарском, Зеравшанском, Туркестанском и Нуратинском хребтах.

Нижний девон в Туркестанском и Нуратинском хребтах сложен известняками мощностью не менее 200 м.

Средний девон в Самаркандском районе обнаружен в пределах всех хребтов. Сложен он толщей известняков мощностью до 1 км.

Верхний девон установлен в Туркестанском, Зеравшанском и Гиссарском хребтах. Слагается он известняками мощностью несколько сотен метров. Переход между отложениями среднего и верхнего девона постепенный.

На площади антиклинальных поднятий Кызылкумов девонские отложения представлены известняками и доломитами всех трех отделов, мощность их более 2,5 км. Как в подошве, так и внутри накопленный девона отмечаются несогласия.

**Каменноугольная система.** Нижнекаменноугольные отложения на территории Узбекской ССР имеют ограниченное распространение. Они известны в Юго-Западном Узбекистане, Нуратинском, Туркестанском хребтах, в Кызылкумах. Слабее они развиты на дневной поверхности в Чаткальском и Кураминском хребтах, по р. Сох и в районе Ошских гор.

Изучением их биостратиграфии занимался большой коллектив геологов (Вебер, 1934, 1937; Мушкетов, 1928; Марковский, 1937, 1937а, 1959; Сергунькова, 1950, 1959; Смирнов, 1937; Чуенко, 1937, 1937а; и др.).

Нижнекаменноугольные отложения представлены морскими, континентальными и вулканогенными образованиями. Среди морских отложений часто встречаются известняки, континентальных — песчаники, конгломераты, вулканогенных — кислые и основные эффузивы и их туфы.

Нижнекаменноугольными отложениями заканчивается в Средней Азии средний палеозой.

## Верхний палеозой

Верхнепалеозойские накопления представлены в Узбекистане морскими известняками, прибрежными песчано-глинистыми конгломеративными образованиями, континентальными красноцветами, вулканогенными породами. Они широко обнажены в горной части республики. В познании их биостратиграфии большую роль сыграли работы В. Н. Вебера (1934, 1937), А. С. Аделунга (1937), Б. Н. Наследова (1937), Н. М. Синицына (1937), Н. П. Васильковского (1952, 1956, 1959) и др.

Внутри рассматриваемых отложений наблюдаются несогласия.

Большую площадь занимают верхнепалеозойские отложения в предгорьях и горной части Приташкентского района, где они представлены толщей известняков среднего отдела каменноугольной системы. Широко распространены также эффузивно-осадочные накопления. Они начинаются минбулакской эффузивной свитой (средний отдел каменноугольной системы), залегающей несогласно на подстилающих породах. Верхняя часть свиты фациально замещается известняками. Мощность пород свиты более 3,0 км.

Стратиграфически выше залегает Акташский вулканогенный комплекс (верхний отдел каменноугольной системы), состоящий из отложений акчинской эффузионной свиты, сарысюинской осадочно-эффузивной и оясайской эффузивной свит мощностью около 5,5 км. Вышерасположенный аксакатинский вулканогенный комплекс представлен шурабсайской осадочно-эффузивной свитой (нижняя пермь) вверху и равашской осадочно-эффузивной свитой внизу; его мощность не менее 2 км. Заканчивается разрез вулканогенных образований кызылнуринской эффузивной свитой (триас?) мощностью не менее 500 м. Верхний палеозой Юго-Западного Узбекистана представлен следующими отложениями. Средний отдел каменноугольной системы, внизу которого находятся вулканогенные породы с прослоями известняков, залегают с подстилающими их породами (до пород кембрия) несогласно; мощность отложений среднего отдела не менее 1000 м. Верхний карбон слагается терригенными флишеподобными отложениями с прослоями вулканогенных пород среднего состава мощностью около 1000 м.

Нижняя пермь состоит из разнообразных пород кислого состава, залегающих несогласно; мощность их около 1500 м.

Верхняя пермь представлена красноцветной толщей конгломератов и песчаников с туфами (нижняя часть ханакинской свиты).

В Самаркандском районе верхнепалеозойские отложения выступают на дневную поверхность в Туркестанском, Нуратинском и Зеравшанском хребтах. Представлены они маломощной толщей пород каменноугольной системы (песчаники, сланцы, конгломераты, известняки).

В пределах антиклинальных поднятий Кызылкумов верхнепалеозойские накопления слагаются отложениями карбона, состоящими из карбонатных и обломочных пород.

В Южной Фергане, в основном за пределами Узбекистана, в сложении среднего и верхнего карбона участвуют преимущественно обломочные и в меньшей мере карбонатные породы.

Нижнепермские накопления представлены главным образом осадочными и вулканогенными разностями. Среди осадочных пород распространены континентальные и морские.

К верхней перми относится нижняя часть континентальных накоплений мадыгенской свиты.

## МЕЗОЗОЙСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Мезозойские отложения Узбекистана представлены всеми тремя системами и состоят из морских, континентальных и лагунных накоплений.

Мезозойские отложения залегают на породах палеозоя с региональным угловым несогласием. В отдельных же местах несогласие прослеживается в кровле пермо-нижнетриасовых накоплений.

Внутри мезозойских пород отмечены угловые и стратиграфические несогласия, с которыми связаны перерывы в осадконакоплении.

Довольно часто угловое несогласие прослеживается между юрскими и меловыми, верхне- и нижнетриасовыми отложениями, реже — триасовыми и юрскими, а в отдельных местах — внутри меловых.

### Триасовая система

Стратиграфией триасовых пород Узбекистана занимались М. И. Брик (1957), Л. П. Коннов, Ю. М. Кузичкина, Е. А. Репман, Т. А. Сикстель и др.

Отложения триасовой системы имеют ограниченное распространение на территории Узбекистана и представлены континентальными и вулканогенными образованиями; они известны в пределах юго-западного погружения Гиссарского хребта, Ферганы, Западного Узбекистана, Курамы и, возможно, Каракалпакии. На территории юго-западного погружения Гиссарского хребта нижнетриасовые отложения образуют верхнюю часть пермо-нижнетриасовой ханакинской толщи и представлены конгломератами, песчаниками, глинистыми известняками, мергелями, туфами кварцевых порфиров и их покровами.

Верхнетриасовые отложения залегают здесь с угловым несогласием. Они слагаются континентальными породами, состоящими из конгломератов, песчаников, аргиллитов и бокситоподобных образований мощностью до 70 м.

В Южной Фергане нижнетриасовые породы, залегая согласно на пермских слоях (мадыгенская свита), представлены толщей аллювиально-пролювиальных накоплений — конгломератами, глинами и алевролитами мощностью около 250—280 м. Верхний отдел триаса, залегая несогласно, перекрывает породы и нижнего отдела триаса, перми, карбона и девона. Отложения верхнего отдела состоят из аллювиально-пролювиальных конгломератов, песчаников, глин мощностью до 190 м.

В Западном Узбекистане (группа Питнякских локальных складок) бурением выявлены темные аргиллиты, песчаники и алевролиты со споро-пыльцевым комплексом верхнего триаса мощностью свыше 200 м. Эти отложения постепенно сменяются юрскими породами.

В Кураминском хребте к нижнему триасу условно отнесены вулканогенные отложения: липаритовые порфиры, липариты, лавы, туфолавы и туфобрекчии, входящие в кызылнуруинскую свиту.

### Юрская система

Юрские отложения сравнительно широко и наиболее полно представлены на юго-западе Узбекистана. Среди них выделяются континентальные, морские и лагунные накопления. Они имеют сходный состав на значительной площади равнинных пространств Западного Узбекистана. Однако к северу и востоку от этой территории юрская система слагается лишь континентальными образованиями (Ферганская, Приташкентская, Самаркандская впадины, Сарбатыр и др.).

В изучении биостратиграфии юрских отложений Узбекистана большую роль сыграли В. Н. Вебер (1934, 1937), М. И. Брик (1957), Ю. М. Кузичкина, Е. А. Репман, Т. А. Сикстель и др.

В пределах юго-западных отрогов Гиссарского хребта юрские отложения подразделяются по литологическому составу (снизу вверх) на следующие свиты: гурудскую (нижний лейас — нижний бат), байсунскую (верхний бат — нижний келловей), гиссарскую (келловей — оксфорд), гаурдакскую (кимеридж — титон) и, возможно, частично карабильскую (титон? — нижний мел).

Гурудская свита представлена в основном континентальными песчаниками, алевролитами и аргиллитами с прослоями угля; мощность ее 550—600 м.

Байсунская свита слагается накоплениями мелководного морского бассейна: известковистыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами, мергелями, песчанистыми известняками мощностью 200 м.

Гиссарская свита состоит из морских массивных и плитчатых известняков, мелкокристаллических или афанитовых, кое-где брекчированных и доломитизированных. Известняки с примесью терригенных материалов. В районе Сангмиля свита представлена известняками, гипсами, песчаниками и алевролитами мощностью до 800 м.

Гаурдакская свита слагается лагунными отложениями: гипсами и ангидритами с пропластками и пластами известняков; на западе встречаются мощные пласты каменной и калийной солей. Мощность отложений до 800 м.

Карабильская свита состоит из континентальных накоплений: красноцветных алевролитов, песчаников, конгломератов мощностью 200 м.

Среди юрских отложений южной части равнинных пространств Западного Узбекистана выделяются те же литологические подразделения, которые характерны для юго-западного погружения Гиссарского хребта. Однако мощность этих пород здесь значительно меньше; она возрастает в целом к югу. При приближении к поднятиям Зирабулак-Знаэтдинских и Кульджуктауских гор юрские отложения совершенно выклиниваются.

В Приташкентском районе юрские отложения наиболее полно изучены в Ангренской впадине. Они подразделяются по литологическим особенностям на ангренскую и джигиристанскую свиты. Ангренская свита (лейас — доггер) состоит из углей, глин, песчаников мощностью 230 м.

Джигиристанская свита (мальм?) слагается пестроокрашенными каолиновыми глинами с прослоями кварцевых песчаников и алевролитов, залегающих, возможно, стратиграфически несогласно на слои ангренской свиты. Мощность пород свиты 60 м.

В той части Ферганской впадины, которая входит в Узбекистан, юрские отложения не обнажаются. Однако данные бурения свидетельствуют о том, что они здесь распространены широко и мало отличаются от тех пород юры, которые обнажаются по периферии впадины. Последние залегают с отчетливо выраженным несогласием на более древних отложениях и подразделяются на лейас, доггер и мальм. Лейас состоит из конгломератов, гравелитов, песчаников, алевролитов, глин серых тонов и углей мощностью 550 м. Доггер представлен серыми мелкозернистыми песчаниками, алевролитами, глинами, местами с редкими прослоями глинистых известняков и мергелей; угленосность их меньше, чем в нижнем отделе, мощность 15 м. Мальм распространен ограниченно в основном в связи с проявлением раннемезозойской эро-

зии, представлен гравелитами красных тонов, конгломератами и песчаниками мощностью 400 м.

### Меловая система

Меловые отложения Узбекистана слагаются морскими, лагунными и континентальными осадками. Они залегают на юрских породах то согласно, то несогласно.

В разработке биостратиграфии меловых накоплений республики участвовали многие исследователи (Борнеман, 1940; Вебер, 1934, 1937; Вялов, 1936, 1945; Вахрамеев, 1936; Винокурова и Жукова, 1959, 1959а; Калицкий, 1915, 1915а, 1918; Луппов, 1957; Симаков, 1952, 1952а, 1953; Фаас, 1908) и др.

Наиболее полно меловые отложения представлены в пределах юго-западных отрогов Гиссарского хребта. Граница с юрскими породами проводится здесь внутри слоев карабильской свиты.

Стратиграфически выше залегает альмурадская свита (валанджин?), состоящая из красноцветных глин с песчаниками, алевролитами, гипсами и доломитами мощностью 110 м. Кызылташская свита (готерив?) слагается красными глинами, алевролитами мощностью 140 м. Окузбулакская свита (баррем — нижний апт?) представлена внизу лагунными осадками, выше — морскими глинами, песчаниками с прослоями известняков, еще выше лагунными и морскими отложениями мощностью 160 м. Калигрекская свита (верхний апт) состоит из морских глин и песчаников мощностью 70 м. Альбские накопления слагаются в основном морскими отложениями (глины, песчаники, известняки) мощностью около 490 м. Верхнемеловые накопления преимущественно морские. Сенومان представлен глинами, песчаниками с ракушняками мощностью не менее 300 м, турон — глинами мощностью 350 м, сенон — глинами, песчаниками, ракушняками мощностью до 600 м. Датский ярус выделяется условно, состоит из гипсов, доломитов мощностью 30 м.

Северо-западнее юго-западного погружения Гиссарского хребта в пределах Бухаро-Каршинской территории меловые отложения изучены по данным бурения и обнажениям. Их стратиграфический разрез здесь следующий. Неоком — апт представлен в основном континентальными глинисто-песчаниковыми отложениями; роль глин возрастает в более южных частях; мощность не менее 355 м. Альб слагается главным образом глинами серого цвета мощностью 290 м. Сеноманские накопления состоят из песчаников с прослоями глин и конгломератов мощностью 270 м. Турон представлен преимущественно глинами на юге, глинами и песчаниками на севере; мощность не менее 400 м. Сходный состав имеют и накопления сенона мощностью 400 м. Датский ярус выделяется условно. К нему относятся гипсы, ангидриты мощностью до 70—80 м.

Мощность меловых отложений рассматриваемой территории уменьшается к северу и северо-востоку, а вблизи Зирабулак-Зиаэтдинских гор отдельные горизонты даже выклиниваются.

Своеобразный состав имеют меловые накопления в низовьях Аму-Дарьи, где они частично изучены по данным бурения. Нижний мел представлен морскими, континентальными и лагунными накоплениями. Неоком (?) слагается песчаниками или конгломератами с прослоями глин; залегает согласно на юрских породах или, минуя их, на палеозойских слоях; мощность до 114 м. Апт состоит из серых местами голубоватых песчаников с алевролитами, реже глин, ракушняков и

конгломератов мощностью до 160 м. Альб представлен песчаниками с глинами и темными и светло-серыми алевролитами мощностью до 540 м. Сенومان состоит из зеленовато-серых песчаников, глин и алевролитов с конгломератами в подошве; залегает с размывом на породах альба; мощность до 135 м. Турон слагается песчаниками, алевролитами и зеленовато-серыми глинами мощностью до 114 м. Сенон представлен глинами, песчаниками, известняками мощностью около 150 м, датский ярус — отложениями белых известняков с обилием фауны, залегает с размывом на породах нижнего кампана; мощность до 7 м.

Существенно отличаются меловые отложения антиклинальных поднятий Кызылкумов. На юге они начинаются слоями альба: зеленовато-серыми алевролитами, глинами и песчаниками внизу, пестроокрашенными глинами и алевролитами с морской фауной и растительными остатками вверху. В более северных частях отложения альба континентальные. Мощность пород альба до 110 м. Сенومان представлен внизу континентальными пестроокрашенными конгломератами, залегающими несогласно на слоях альба или палеозоя, выше — зеленовато-серыми или желтовато-серыми с морской фауной, переслаивающимися конгломератами, песчаниками, алевролитами и глинами мощностью до 70 м. Турон — нижний сенон слагается внизу зелеными глинами, песчаниками, алевролитами, а вверху — пестроокрашенными песчаниками и алевролитами мощностью до 400 м. Сенон состоит из светло-зеленых мергелей, глин, песчаников, алевролитов, доломитов; мощность его первые десятки метров.

Разнообразный состав имеют меловые отложения Ферганской впадины. В основании их залегают континентальные породы муянской свиты: морские алевролиты, песчаники, глины, конгломераты, чаще красных тонов; общая мощность до 650—700 м. Ляканская свита (сеноман) представлена известняками, доломитами, гипсами, глинами мощностью до 160 м; кызылпиляльская свита (сеноман) — алевролитами, песчаниками, чаще красных тонов, мощностью 350 м. Калачинская свита (сеноман) имеет непостоянный литологический состав, слагается то конгломератами, то песчаниками и глинами с гипсами; мощность ее 100 м. Экзогировая свита (сеноман + нижний турон) состоит из карбонатных пород и глин с обилием фауны мощностью до 200—250 м. Свита яловач (турон — сенон) чаще всего представлена красными песчаниками мощностью 300 м. В пестроцветной свите (сенон) чередуются пестроокрашенные глины, алевролиты, песчаники, присутствуют гипсы; мощность 450 м.

Меловые отложения Приташкентского района континентальные и морские. По литологическим признакам подразделяются (снизу вверх) на азадбашскую, чанакскую и дарбазинскую свиты. Азадбашская свита (нижний альб?) слагается континентальными обломочными породами мощностью до 154 м, чанакская свита (альб — турон) — красными песчаниками, песками, глинами, реже конгломератами, известняками; мощность ее не менее 376 м.

Дарбазинская свита (сенон — дат) состоит из розовых песчаников, известняков, красных и зеленых глин мощностью до 330 м.

### КАЙНОЗОЙСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Кайнозойские отложения выступают на дневную поверхность во многих местах Узбекистана. Они подразделяются на морские палеогеновые и кайнозойские молассы или молассовидные накопления олигоцен-антропогенового возраста.

## Палеогеновая система

Палеогеновые отложения сравнительно часто обнажаются в равнинной и горной частях республики. Они представлены морскими и, в меньшей мере, лагунными накоплениями. В олигоценовое время морские отложения сменились континентальными. Залегают палеогеновые отложения на нижележащих трансгрессивно. Для отдельных мест указывается угловое несогласие между породами палеогена и мела, однако это положение требует дополнительной проверки.

В разработке современной биостратиграфической схемы палеогеновых отложений Узбекистана большую роль сыграли исследования В. Т. Балахматовой (1949), Н. Н. Быковой (1939), А. Р. Бурачека (1934), О. С. Вялова (1939, 1945), Н. Е. Минаковой (1941, 1948, 1948а, 1953), Л. В. Мироновой (1953), С. Н. Симакова (1952), В. И. Солуна (1954) и др.

Применительно к палеогеновым накоплениям на территории Узбекистана Н. Е. Минаковой выделены четыре типа стратиграфических разрезов. Первый тип распространен на Устюрте и в низовьях Аму-Дарьи, второй — в Кызылкумах и на Бухаро-Каршинской территории, третий — в юго-западных отрогах Гиссарского хребта и Сурхандарьинской впадине, четвертый — в Фергане и Приташкентском районе.

Первый тип палеогеновых отложений состоит исключительно из морских отложений мощностью до 270 м. Его сводный стратиграфический разрез (снизу вверх) следующий.

Палеоцен представлен песчаниками, алевролитами, серо-зелеными и желтыми глинами с светло-серым известняком в кровле. Нижний эоцен слагается в основном известняками, мергелями, песчаниками, средний — белыми плотными мергелями и белыми мучнистыми политоморфными известняками, верхний — светло-бурыми и светло-серыми мергелями, зелеными и красными глинами. Оligоцен представлен зелеными глинами.

В нижней части палеогеновых отложений юго-западного погружения Гиссарского хребта и Сурхандарьинской впадины преобладают лагунные породы, а в верхней — терригенные со слоями карбонатных пород. Стратиграфический разрез начинается бухарскими слоями (палеоцен), состоящими из известняков и доломитов с прослоями гипсов и светлых мергелей мощностью до 277 м. Выше по разрезу лежат сузакские слои (нижний эоцен), они представлены зеленовато-серыми и голубовато-серыми глинами мощностью до 140 м; алайские (средний эоцен) — известняками-устричниками, темно-серыми глинами и мергелями, доломитами мощностью до 120—130 м; туркестанские — зелеными глинами мощностью 120 м; риштанские — светло-серыми и пестроокрашенными песчаниками, зелеными алевролитами и глинами; исфаринские и ханабадские (верхний эоцен) начинаются серыми и серо-зелеными глинами и заканчиваются красноцветными породами мощностью не менее 100 м; сумсарские состоят из чередующихся морских и континентальных или только континентальных пород.

В Кызылкумах и на Бухаро-Каршинской территории палеоцен (бухарские слои) слагаются в основном известняками, доломитами и гипсами мощностью до 106 м; нижний эоцен — зелеными глинами и светло-серыми мергелями в Бухаро-Каршинской области, песками и песчаниками с глинами в пределах антиклинальных поднятий Кызылкумов (Аристантау и др.), мощность отложений до 40 м; средний эоцен — светло-серыми мергелями местами с прослоями зеленых глин

мощностью не менее 60 м; верхний эоцен — зелеными бескарбонатными глинами мощностью не менее 180 м. В олигоценовых отложениях выделены сарбатырская и агитминская<sup>1</sup> свиты.

В Центральных Кызылкумах сарбатырская свита внизу состоит из переслаивающихся красных, лилово-красных, желтых и серых глин и вверху — из серых песков с прослоями лиловых глин мощностью не менее 70 м.

В Бухаро-Каршинской области сарбатырская свита слагается светло-коричневыми и красными глинами мощностью до 60 м.

Агитминская свита представлена красно-бурыми, кирпично-красными и бурыми глинами, реже встречаются песчаниковые слои. Переход к нижележащим отложениям постепенный. Южнее г. Бухары слои свиты размыты.

В Ферганской впадине и Приташкентском районе отложения палеогена резко изменчивы по мощности и литологическому составу. В Ферганской впадине они представлены следующими накоплениями.

Бухарские слои состоят из гипсов, песчаников, известняков, доломитов мощностью не менее 170 м; сузакские в Южной и Восточной Фергане — из пестроцветных гипсоносных отложений, в Северной — из морских глин, песков мощностью до 74 м; алайские внизу — из терригенных пород с устрицами, а вверху — из карбонатных пластов мощностью не менее 100 м; туркестанские в нижней части — из зеленых глин с устричниками, в средней — из известняков, мергелей и доломитов, в верхней — из зеленых и серых глин мощностью не менее 80 м; риштанские слои в основании представлены песчаниками и залегающими на них глинами табачного цвета мощностью до 40—50 м. Исфаринские слои слагаются чаще всего светло-серыми, розоватыми или кремевыми кремнистыми глинами мощностью до 40 м.

Ханабадские слои состоят из зеленых глин мощностью до 45—50 м. Сумсарские слои представлены малиновыми глинами с розовыми песчаниками мощностью не менее 100 м.

В Приташкентском районе палеогеновые отложения чрезвычайно изменчивы. В равнинной части они подразделены на бухарские слои (мергели мощностью до 11 м), сузакские слои (песчаники с прослоями глин мощностью до 80 м) и верхнеферганскую подсвиту (зеленовато-серые и темно-серые глины с прослоями зеленовато-серых песчаников мощностью до 39 м). Стратиграфически выше залегают красноцветные континентальные мергели и глины. Полнее представлены накопления палеогена у оз. Ащекуль и в ур. Сумсарек. Здесь выделен следующий разрез. Бухарские слои представлены известняками мощностью до 16 м, сузакские — серыми глинами с прослоями песчаника мощностью 26 м, алайские — известняками, мергелями мощностью 26 м, туркестанские — мергелями, доломитами мощностью 15—20 м. Верхнеферганская подсвита слагается темно-зелеными и черными глинами мощностью до 10 м, стратиграфически выше — красноцветными глинами и алевролитами мощностью 1,0—1,5 км.

### Неогеновая система

Неогеновые отложения широко распространены в горной и равнинной частях Узбекистана. В их сложении участвуют континентальные и морские осадки. Возраст выделенных среди них стратиграфических единиц датируется условно, так как точные границы между пале-

<sup>1</sup> По последним данным, агитминская свита и верхняя часть сарбатырской относятся к миоцену.



огеновыми и неогеновыми, неогеновыми и антропогеновыми породами в пределах Узбекистана не установлены.

Морские неогеновые отложения обнаружены в низовьях Аму-Дарьи и на Устюрте.

Большая заслуга в разработке стратиграфии неогеновых накоплений Узбекистана принадлежит О. С. Вялову (1936), Н. П. Васильковскому (1935, 1951), М. Н. Грамму (1940, 1949, 1959), К. П. Калицкому (1915, 1915а, 1918), Б. А. Петрушевскому (1948, 1948а), В. И. Попову (1947, 1947а), А. И. Смолко (1948), П. К. Чихачеву (1934), П. П. Чуенко (1937, 1937а) и др.

В горной части Узбекистана, исключая возвышенности Кызылкумов, неогеновые отложения подразделяются на массагетскую и бактрийскую серии.

Массагетская серия (средний олигоцен — верхний миоцен) характеризуется кирпично-красной и бледно-розовой окраской слагающих ее пород. Они представлены алевролитами, глинами, песчаниками, реже конгломератами. При удалении от возвышенностей размер участвующих в их сложении обломков уменьшается, но степень их отсортированности возрастает. Местами серия слагается гидрохимическими отложениями. Накопления континентальные, иногда озерные. Переход от отложений морского палеогена к отложениям массагетской серии постепенный. В Ферганской впадине верхняя часть серии — бледно-розовая свита — залегает с угловым несогласием на слоях кирпично-красной свиты. Мощность пород серии не менее 3—4 км.

Бактрийская серия (миоцен — нижний антропоген) слагается алевролитами, песчаниками, глинами, конгломератами палевых, светло-серых, бурых тонов. В Ферганской впадине отложения серии залегают с угловым несогласием. Мощность их не менее 4—5 км.

В пределах Бухаро-Каршинских степей палеогеновые отложения с угловым несогласием перекрываются дислоцированными континентальными, в основном глинисто-песчанистыми накоплениями серых тонов. Нижняя их часть относится к заунгузской свите, а верхняя — к кызылкумской. Выделить эти свиты чрезвычайно трудно. Возраст пород миоценово-антропогеновый, мощность не менее 600 м.

В Кызылкумах к неогеновым относят светло-бурые, палевые, иногда желтые, зеленовато-серые, буровато-красные глины, алевролиты, песчаники с линзами и прослоями гравия (базильбекская свита, верхний плиоцен — антропоген?). Они с угловым несогласием перекрывают палеогеновые слои, мощность обычно менее 100 м.

В Юго-Восточных Кызылкумах к неогену отнесены глины светлых тонов, песчаники, алевролиты мощностью в несколько сот метров (яксартская свита).

В низовьях р. Аму-Дарьи неоген (заунгузская свита, верхний миоцен — плиоцен?) состоит из бурых, красновато-бурых, бледно-желтых, буровато-серых песчаников, песков, местами загипсованных с пестроцветными глинами. Мощность их 80 м и более.

Морские неогеновые накопления выявлены лишь в западной части Узбекистана. Они представлены миоценом и верхним плиоценом. Отложения миоцена распространены на Устюрте, а плиоцена — в низовьях р. Аму-Дарьи, в пределах Хорезмской области и Каракалпакской АССР. Кроме того, накопления апшерона встречены на западе Минбулакской котловины.

Миоценовые породы подразделяются на нижний (аральская и кинтыкчинская свиты), средний (ржегакиевый, или гелветский, ярус, тор-

Соотношение местных схем стратиграфии четвертичных отложений Узбекистана (составил А. А. Юрьев)

Система	Отдел, ярус	Юго-Западная Туркмения, Прикаспий.	П. В. Федоров	Низовья Аму-Дарьи.	Н. А. Когай (1957, 1959)	Кызылкумы.	Э. Мамедов (1957)	Фергана, бассейн Сыр-Дарьи.	Н. П. Васильковский (1935, 1951, 1957)	Приташкентский район, бассейны Ангрена, Чирчика, Арыси.	Ю. А. Скворцов (1939, 1949, 1953)	Фергана, Приташкентский район, Голодная степь, Нуратау, Зеравшан.	А. А. Юрьев (1960, 1961)	Бассейны Кашкадарьи, Зеравшан	О.Ю. Полютин (1958)	Южно-Таджикская депрессия.
Система	Отдел, ярус	Юго-Западная Туркмения, Прикаспий.	П. В. Федоров	Низовья Аму-Дарьи.	Н. А. Когай (1957, 1959)	Кызылкумы.	Э. Мамедов (1957)	Фергана, бассейн Сыр-Дарьи.	Н. П. Васильковский (1935, 1951, 1957)	Приташкентский район, бассейны Ангрена, Чирчика, Арыси.	Ю. А. Скворцов (1939, 1949, 1953)	Фергана, Приташкентский район, Голодная степь, Нуратау, Зеравшан.	А. А. Юрьев (1960, 1961)	Бассейны Кашкадарьи, Зеравшан	О.Ю. Полютин (1958)	Южно-Таджикская депрессия.
Система	Современный	Новокаспийский ярус (Q <sub>4</sub> nk)	Амударьинский комплекс	Современный комплекс	Сырдарьинский комплекс	Ходжикентская терраса	Сырдарьинский комплекс	Абайская терраса	Сырдарьинская свита	Отложения поймы I и II террас. Комплекс неолита и бронзы	Зеравшанский комплекс	Сырдарьинский комплекс	Амударьинский комплекс	Зеравшанский комплекс	Сырдарьинский комплекс	Южно-Таджикская депрессия.
Система	Верхний	Хвалынский ярус (Q <sub>3</sub> hu)	Акчадарьинский комплекс	Кулукдукский комплекс	Надкулукский комплекс	Голодно-степский комплекс	Голодно-степский комплекс	Голодно-степская свита	Отложения Голодно-степской террасы, III террасы Зеравшана. Изделия верхнего палеолита (Бозсу, Самарканд)	Отложения хумсанской террасы. IV терраса Зеравшана. Изделия позднего мустье	Сукайтинский комплекс	Голодно-степский комплекс	Дюшамбинский комплекс	Зеравшанский комплекс	Сырдарьинский комплекс	Южно-Таджикская депрессия.

Средний	Хазарский ярус ( $Q_2hz$ )	Нижнечетвертичные озерно-дельтовые отложения Кунарды с бакинской фауной (каракольский и князьбулакский комплексы)	Айтымский комплекс Кызылкумская свита	Ташкентский комплекс	Ташкентская свита	Кошкентская свита (горизонт). Изделия мустьерского времени (Аманкутан). Кувинская, или беговатская, свита (горизонт)	Карнабский комплекс	Ташкентский комплекс	Илякский комплекс
Нижний, или Древний	Бакинский ярус ( $Q_1b$ )			Нанайский комплекс	Сохская свита	Сохская свита, "кассанские" конгломераты	Азкамарский комплекс	Сохский комплекс	
Верхний плиоцен	Апшеронский ярус ( $N_2ap$ ) Акчагыльский ярус ( $N_2ak$ )	Отложения апшеронского яруса	Базильбекская свита		Верхний плиоцен	Исписарская и кепелийская(?) свиты, свиты $D_1, C_2$ и $C_1$ , г. Супетау			Кулябский комплекс
Средний плиоцен				Свита $B_2$ , г. Супетау с <i>Elephas cf. meridionalis Nesti</i> (плиоцен)	Акчопская свита, свита $B_2$ (плиоцен)				Полизакская свита (плиоцен)

тонский ярус — тарханский?, чокракский, караганский, конкский горизонты) и верхний (сарматский ярус) отделы. Среди них присутствуют континентальные и солоноватоводные осадки. Породы горизонтов и ярусов имеют различное распространение. Они слагаются песками, песчаниками, глинами, известняками, мергелями.

Акчагыльский ярус (верхний плиоцен) состоит из глин серых и светло-серых. Встречен при бурении у Тахта-Купыра.

Апшеронский ярус (верхний плиоцен) представлен маломощными песчано-глинистыми породами и известняками в Сарыкамышской впадине. Распространен широко и в низовьях р. Аму-Дарьи. Здесь он слагается песками и песчаниками с глинами.

### Антропоген

Стратиграфическая схема расчленения четвертичных отложений Узбекистана, впервые разработанная Н. П. Васильковским (1935, 1951, 1957) и Ю. А. Скворцовым (1939, 1949, 1953), основана главным образом на геолого-геоморфологических принципах. Она подкреплена редкими находками костных остатков млекопитающих и некоторыми археологическими материалами. Уточненный вариант схемы утвержден на Среднеазиатском и Казахстанском межведомственном совещании по четвертичному периоду, состоявшемся в феврале 1961 г. в г. Ташкенте.

Эта схема требует дальнейшей детализации, сравнения с соседними областями, в особенности с Прикаспием, где четвертичные отложения изучены достаточно подробно.

Четвертичные отложения Узбекистана делятся на четыре свиты, в какой-то мере соответствующие ярусам в общесозной разграфике: сохскую (нанайскую), ташкентскую, голодностепскую и сырдарьинскую.

#### Сохская свита ( $Q_1 sh$ )

Древнечетвертичные отложения в Узбекистане изучены еще недостаточно. Находки фауны млекопитающих в них почти не известны, а разобщенность затрудняет сопоставление разрезов отдельных районов.

В Фергане к древнечетвертичным отложениям относятся сохская свита и синхроничные ей «кассанские» конгломераты, которые в адырах и высоких предгорьях обычно залегают с размывом на подстилающих отложениях и участвуют в образовании пологих складок. Эти отложения, по мнению Н. П. Васильковского, отвечают свите D разреза Акчоп-Супетау, причем считается также возможным отнести к древнечетвертичным отложениям свиты  $S_1$  и  $S_2$  того же разреза, лежащие выше верхнеплиоценовой свиты  $B_2$  с остатками костей примитивного слона (*Elephas cf. meridionalis Nesti*). М. Н. Грамм (1959) выделяет в Фергане исписарскую свиту с характерной фауной пресноводных остракод, которая сопоставляется им со свитой D.

Мощность сохской свиты в обнажениях Ферганской впадины достигает 100 м; к центру ее свита глубоко погребена, мощность здесь в несколько раз больше.

В Приташкентском районе сохская свита приравнивается к нанайской свите (комплекс по Ю. А. Скворцову), которой в горах Западного Тянь-Шаня отвечают отложения нанайской террасы (р. Пскент) и ее аналоги. На равнине ей соответствуют отложения «шоха».

По мнению А. А. Юрьева (1961), исписарская свита, свита D, возможно, нанайская свита отвечают по времени формирования отложениям верхнего плиоцена, очень близким по литологическому составу к отложениям четвертичного возраста.

В долине Ангрена и Голодной степи к сохской свите отнесены (Юрьев, 1960) аллювиальные отложения (галечники, песчаники), приуроченные к основанию глубокого вреза (до 200—220 м). Отсюда сохские отложения прослеживаются в направлении Центральных Кызылкумов.

В горных долинах Нуратау, по Зеравшану одновозрастные отложения также представлены конгломератами с покровом красновато-бурых лессов и лессовидных суглинков.

По окраинам Кашкадарьинской котловины к древнечетвертичным отложениям (азкамарский цикл) отнесены лессовые породы и конгломераты серии высоких террас. Ближе к равнине выделяются пролювиальные конгломераты, залегающие несогласно на дочетвертичных породах (Пославская, 1959). Мощность отложений несколько десятков метров.

Древнечетвертичные лессовые породы широко развиты в Джамской степи (водораздел между Зеравшаном и Кашкадарьей), где они залегают на третичных глинах.

На площади Кызылкумов к древнечетвертичным отложениям отнесены осадки верхнего пролювиального шлейфа айтымского цикла, в низовьях Аму-Дарьи — луганно-континентальные отложения, заполняющие понижения рельефа коренных пород. Они вскрыты буровыми скважинами на глубинах до 65 м и имеют мощность более 300 м. В этих отложениях обнаружена обильная микрофауна, которая позволила М. Н. Грамму отнести их к бакинскому ярусу Прикаспия (материалы Узбекского гидрогеологического треста, по Н. А. Ходжибаеву).

#### Ташкентская свита ( $Q_2 t$ )

Отложения ташкентской свиты широко распространены в Узбекистане. Они представлены конгломератами, галечниками с мощным покровом лесса палевого цвета. Накопление этих отложений происходило в Фергане в две фазы (Васильковский, 1935, 1951). Двучленное строение ташкентской свиты сохраняется и для других частей Узбекистана.

Достаточного возрастного обоснования свита не имеет. Находки зубов (*Elasmotherium sibiricum* Fisch) в основании лесса ташкентской террасы не разрешают проблемы, так как предполагается их залегание в переотложенном состоянии. Не исключено, что эти находки характеризуют ту часть разреза, которая имеет древнечетвертичный возраст. Археологические данные еще не обобщены в достаточной мере, к тому же находки мустьерско-ашельского времени в коренном залегании весьма редки.

В Северной Фергане (Кассансай, Нарын) ташкентская свита представлена в древних эрозионных долинах слабодислоцированными конгломератами с покровом лесса мощностью до 130 м.

В Южной Фергане эти отложения выделяются под названием кувинской свиты (Рыжков, 1957); они слагают своды пологих антиклинальных складок, к которым приурочены месторождения нефти (Чонгара, Риштан и др.).

В Юго-Восточной Фергане ташкентской свите отвечает покровная свита галечников, конгломератов, лежащая несогласно на «адырной свите» (А. Л. Рейнгард, 1934).

В указанных районах развита также более молодая часть ташкентской свиты, представленная отложениями древней террасы: конгломератами, галечниками, лессами мощностью 50—70 м.

В Центральной Фергане отложения описываемой свиты обнаруживаются на глубинах до 400 м.

В Приташкентском районе ташкентская свита представлена очень мощным лессом (60—80 м), слагающим четвертую террасу р. Чирчик; вверх по реке появляется серия террас, образованных конгломератами, галечниками и лессом различной мощности (Скворцов, 1949).

В долине р. Сыр-Дарьи, около Беговата, в Голодной степи, на северном склоне Туркестанского хребта, как и в Фергане, выделяются два горизонта ташкентской свиты, названные беговатской и кошкентской свитами (Юрьев, 1960, 1961).

В долине Зеравшана отложения ташкентской свиты образуют пятую и шестую террасы реки. Они представлены конгломератами с покровом палевого лесса общей мощностью около 200 м. Эти же отложения слагают предгорную волнистую равнину на правобережье Зеравшана между возвышенностью Кальконата и сел. Наримановка. Они распространяются на большей части Галлааральского и Хайрабадского межгорных прогибов (между Северным и Южным Нуратау), формируют водораздел между реками Зеравшан и Санзар.

На левобережье Зеравшана эти отложения занимают значительную часть водораздела Зеравшана и Кашкадарьи (Джамская степь), образуют большие площади предгорий Зирабулак-Зиаэтдинских гор.

В бассейне Кашкадарьи аллювиально-пролювиальные отложения и лессы ташкентской свиты слагают обширную волнистую предгорную равнину на востоке района и аллювий карнабской террасы (Пославская, 1959, 1960; Тетюхин, 1960). В горной части правобережья Кашкадарьи к ташкентской свите относятся также отложения Шоркудукской террасы.

В Кызылкумах отложения, соответствующие ташкентской свите (каракольский, надкулкудукский комплексы по Когаю и Мамедову; древнечетвертичный кызылкумский комплекс по М. Т. Бурак), представлены щебенкой с песком и алевролитом на возвышенностях, предгорных равнинах. В пределах древнего конуса выносов р. Зеравшан одновозрастные отложения состоят из галечников мощностью 60—70 м (Бурак, 1961). В Центральных Кызылкумах пролювиальные шлейфы надкулкудукского (каракольского) комплекса приурочены к уровням денудации замкнутых котловин (Когай, 1957, 1959).

#### Голодностепская свита ( $Q_3 g$ )

Отложения голодностепской свиты широко распространены в бассейнах Сыр-Дарьи, Зеравшана, Кашкадарьи и Сурхандарьи. На равнине они образуют одну террасу (третья или четвертая), в предгорьях и горах — две (четвертая, пятая), иногда больше. Террасы хорошо сохранились, отличаются плоской поверхностью. В Голодной степи они образуют широкую голодностепскую террасу, которая сложена лессовидными суглинками и супесями мощностью до 15—40 м. Ниже, до глубины 86 м, вскрываются галечники, пески, супеси древнего аллювия р. Сыр-Дарьи. В долине Чирчика голодностепская терраса сопоставляется с абайской, непосредственным продолжением которой она является. Здесь же возникает погребенная в Голодной степи хумсанская терраса (Юрьев, 1961).

Аналогично двучленное строение голодностепской свиты и по другим притокам Сыр-Дарьи.

Из Голодной степи голодностепская свита прослеживается в Фергане, где образует широкую поверхность третьей террасы, а также

плоские поверхности современных крупных конусов выносов и соответствующих террас Нарына, Кассансая, Акбуры, Исфайрама, Соха, Исфайры и др. По-видимому, к голодностепской свите относятся остатки *Elephas Primigenius blum*, найденные в Восточной Фергане (Беляева, 1946). Имеются сведения о находках в этих же отложениях Приташкентского района и Голодной степи крупных исчезнувших ныне животных. Например, в 1877 г. в Ташкентский музей был доставлен из Голодной степи остаток крупной берцовой кости мамонта («Туркестанские ведомости», 1877, № 27). В 1897 г. на берегу р. Ангрен в 4 верстах (приблизительно 4,5 км) от устья найдена крупная кость млекопитающего, которая, по определению И. В. Мушкетова, оказалась берцовой костью мамонта (Массон, 1934). Кроме того, в Приташкентском районе, в долине Бозсу, в основании голодностепской (абайской) террасы обнаружены изделия каменного века, которые А. П. Окладниковым и Г. В. Парфеновым отнесены к верхнему палеолиту. Возраст отложений (38 тыс. лет) определен, возможно, не совсем точно, на основе радиоуглеродного метода (Тетюхин, 1960).

Абсолютный возраст третьей террасы р. Зеравшан, являющейся аналогом голодностепской террасы Сыр-Дарьи, основывается на данных верхнепалеолитической стоянки в г. Самарканде (устное сообщение Г. В. Парфенова, Д. Н. Лева и др.), причем к позднему палеолиту, в результате недавних раскопок, относят три культурных горизонта, залегающих на глубине 2—5 м от поверхности террасы. При раскопках 1962 г. обнаружены части скелета древнего человека; этим костям не менее 30 тыс. лет (устное сообщение Д. Н. Лева).

Изделия палеолита и костные остатки в коренном залегании в отложениях хумсанской террасы и ее аналогах (четвертая терраса Зеравшана) не обнаружены. Вполне возможно, что образование древней части голодностепской свиты происходило в период позднего мустьерского времени. Об этом свидетельствуют находки мустьерских изделий в гроте около сел. Ходжикент (р. Чирчик) с более поздними элементами обработки (ориньякская ретушь). Грот находится на уровне верхней части хумсанской террасы. Изучение этих археологических данных позволило А. П. Окладникову сделать вывод «о перерастании Леваллуа — Мустье Средней Азии в верхний палеолит, хотя в целом материал Ходжикента остается на чисто мустьерском уровне» (Окладников, 1958). По-видимому, неслучайна находка, хотя и в переотложенном состоянии, мустьерского остроконечника в отложениях четвертой террасы на ул. Овражной в г. Самарканде (Григорьев). Не исключено, что обнаруженная на р. Аристанды (Каратау, Южный Казахстан) стоянка позднего мустье также приурочена к аналогам хумсанской террасы.

Возможность отнесения древней части голодностепской свиты к верхнечетвертичному времени обосновывается данными определения абсолютного возраста палеолита Средней Азии, с помощью которых продолжительность верхнего палеолита оценивается в 20—90 тыс. лет (Чердынцев, 1957).

В бассейне Кашкадарьи к голодностепской свите относятся аллювиально-пролювиальные отложения сукайтинской террасы, в состав которых входят супеси, суглинки и глины с включением песка и галечника (Тетюхин, 1958).

В низовьях Аму-Дарьи верхнечетвертичными отложениями считаются осадки Акчадарьинской дельты, которые перекрываются морскими отложениями Арала с *Cardium edule*.

На уровне Акчадарьинской дельты развиты пролювиальные отложения примыкающей площади Кызылкумов (Когай, 1957, 1959).

#### Сырдарьинская свита ( $Q_4 sd$ )

Отложения сырдарьинской свиты являются наиболее молодыми осадками четвертичного возраста. Они приурочены к современным речным долинам, где выполняют самостоятельные эрозионные врезы и слагают низкие террасы. В долине Сыр-Дарьи это первая, вторая террасы и пойма реки.

Н. Ф. Федин в результате изучения археологических памятников в долине Сыр-Дарьи пришел к выводу, что абсолютный возраст второй террасы (такырная, она же озерная, в Голодной степи) составляет 5—6 тыс. лет, первой (тугайная) — 1550—1900 лет, поймы — 300—400 лет.

В долинах Зеравшана и Кашкадарьи к описываемым отложениям относятся также первая, вторая террасы и поймы рек (Зеравшанский цикл по Тетюхину, 1958). Особенно широко развита вторая терраса. В районе Самарканда ширина ее достигает 15—20 км. Не меньше она в бассейне Кашкадарьи. Возраст второй террасы (IV—II тысячелетие до н. э.) определяется по находке в отложениях оз. Карангакуль кремневого нуклеуса, который В. А. Рановым отнесен к неолиту — энеолиту (Тетюхин, 1960).

На поверхности террас развиты местами небольшие пролювиальные шлейфы. В Кызылкумах распространен современный пролювиальный шлейф, развитый у днищ замкнутых котловин.

Современные накопления в дельте Аму-Дарьи представлены морскими отложениями с *Cardium edule* и наземными аллювиальными, дельтово-аллювиальными, пролювиальными осадками. Эти отложения развиты по берегу Аральского моря и вдоль современных речных русел. Они слагаются крупнозернистыми песками (морские), русловыми песками, которые переходят в озерно-болотные отложения суглинисто-глинистого состава.

### ТЕКТОНИКА

В познании региональной тектоники Узбекистана большую роль сыграли исследования Д. И. Мушкетова (1928, 1928а), Д. В. Наливкина (1928), В. А. Николаева (1926), В. И. Попова (1938, 1947а), С. С. Шульца (1948), А. В. Пейве (1948, 1948а), В. Н. Огнева, Н. М. Синицына (1937, 1960), Н. П. Васильковского (1935, 1952), Х. М. Абдуллаева (1962), А. С. Аделунга (1935, 1937, 1937а), Д. П. Резвого (1960), П. К. Чихачева (1934), О. А. Рыжкова (1960, 1962, 1962а) и др.

Интересные материалы по этому вопросу получены геологами Главгеологии УзССР и геологическим институтом АН УзССР.

Тектоника территории Узбекистана разнообразна и сложна. В истории формирования ее структуры выделяются допалеозойский (докембрийский), нижнепалеозойский, средне-верхнепалеозойский, мезозойско-олигоценый и олигоценово-антропогенный этапы.

Допалеозойский и нижнепалеозойский этапы изучены слабо и освещены в основном проблематично, что связано с недостаточной обнаженностью отложений этого возраста и сильной метаморфизацией их.

В раннем протерозое территория Узбекистана, по-видимому, входила в Среднеазиатскую геосинклинальную область (подвижной пояс), на северо-востоке ограничивающуюся Казахской платформой, на юго-востоке — Таримской. На северо-западе она сливалась с Уральской геосинклиной, западнее которой находилась Сарматская платформа.



Протерозойская геосинклиналь в пределах Тянь-Шаня закончила свое существование, вероятно, после ордовика. Полагают, что последние фазы каледонского складкообразования проявились после накопления отложений верхнего ордовика.

В Северном Тянь-Шане (за пределами Узбекистана) каледонские движения привели к интенсивному смятию нижнепалеозойских толщ. В Среднем Тянь-Шане (система Чаткало-Кураминских и других хребтов) эти движения обусловили появление пологих сводовых поднятий, а в Южном (хребты Алайский, Туркестанский, Зеравшанский, Нура-тинский и др.) — лишь перерывы в седиментации, связанные с до- и раннеордовскими тектоническими фазами.

Конец ордовика — начало силура — переломное время в геологической истории Тянь-Шаня, с которого начинается средне-верхнепалеозойский этап его геологического развития. С ним связано появление Южно-Тяньшаньской геосинклинали, закончившей свое существование в нижнем триасе. Она располагалась южнее нижнепалеозойской складчатой зоны Северного Тянь-Шаня, северо-западнее Таримского массива, севернее и северо-восточнее Южно-Таджикского массива.

В первую стадию развития геосинклинали (силур — нижний девон) преобладало интенсивное прогибание, происходило накопление в основном песчаников и глин с прослоями карбонатных осадков и эффузивов; во вторую (средний девон — местами средний карбон) прогибание носило умеренный характер: отлагались главным образом карбонатные осадки; в третью (средний карбон — нижний триас) происходила резкая дифференциация на прогибы и поднятия и наблюдались интенсивные движения земной коры. В эту стадию преобладали терригенные фации, накапливались эффузивы большой мощности. В конце верхнего палеозоя происходило внедрение главной массы гранитоидных интрузий.

В развитии геосинклинали большую роль играли глубинные разломы, располагавшиеся по границам ее крупных структурных элементов. Разломы контролировали осадконакопление, магматизм и формирование структур.

Один из таких разломов — Северо-Ферганский — располагался в северной части геосинклинали; в современной структуре он отделяет Кураминское поднятие от Ферганской впадины. Глубинным является также Южно-Ферганский разлом. Разломы фиксируются и в современной структуре (например, Северо- и Южно-Ферганский, Южно-Гиссарский — по северной границе Южно-Таджикской депрессии).

Южно-Тяньшаньская герцинская геосинклиналь замкнулась в нижнем триасе. С этой эпохи на территории Узбекистана стал проявляться платформенный тектонический режим, сменившийся в среднем олигоцене в пределах горной части Узбекистана активным подвижным (орогенным) тектоническим; в равнинной же он сохранился до настоящего времени.

К моменту накопления платформенных отложений территория Узбекистана представляла собой выровненную поверхность, расчлененную тектоническими движениями в верхнем триасе на прогибы, где началось осадконакопление, и поднятия, служившие источниками обломочного материала.

В верхнетриасово-юрское время были широко распространены приразломные прогибы, с которыми связаны наиболее мощные отложения этого возраста. Выявленные верхнетриасовые накопления являются континентальными.

На западе и юге Узбекистана юрские отложения представлены континентальными, морскими и лагунными разностями, а в других час-

тях его — только континентальными. Среди нижнемеловых преобладают континентальные отложения, среди верхнемеловых — морские. Накопление морских палеогеновых осадков закончилось в среднем олигоцене.

В последующее время тектонические движения не только активизировались, но и стали качественно иными. До среднего олигоцена они, как правило, были плавными (волновыми или складчатыми), а позднее стали преобладать складчато-блоковые (складчато-глыбовые).

Тектонический процесс принял резко выраженную глыбово-волновую (глыбово-складчатую) форму. В результате возникли блоковые поля, разделенные краевыми разломами, отличающиеся друг от друга по характеру стратиграфических разрезов, типам складок, интенсивности разрывных нарушений и т. п. Поля состоят из групп глыб и образуют системы.

Резкое усиление складчато-глыбовых тектонических движений является началом проявления новейшей тектоники в пределах Узбекистана.

Интенсивность глыбово-волнового процесса на горной территории несравненно выше, чем на равнинной.

Новейшая тектоника в горной части весьма интенсивна. Здесь тектонический режим является орогенным. Подвижной режим возник после платформенного, вследствие чего мы именуем его постплатформенным орогеном.

На равнине Узбекистана и в новейшее время проявляется платформенный тектонический режим. Следовательно, в конце палеогена на части мезозойско-палеогеновой платформы появилась подвижная (орогенная) область, соответствующая в пределах Узбекистана горной территории.

Ороген своеобразно сочленяется с Туранской плитой — через предгорные олигоцен-антропогеновые впадины, флексурно-разрывные зоны или плавно.

Таким образом, в современной структуре Узбекистана обособляются постплатформенная подвижная область (ороген), часть Туранской плиты и структуры, пограничные между ними (рис. 27).

Почти повсеместно выделяется два структурных этажа: герцинский и альпийский, отложения которых разделяются угловым несогласием. Лишь на Устюрте установлен промежуточный пермо-триасовый этаж.

Герцинский структурный этаж слагается палеозойскими породами, а также довольно часто нижнетриасовыми. Они метаморфизованы, пронизаны магматическими телами, почти всегда интенсивно дислоцированы, часто нарушены разломами и образуют складки различных масштабов: антиклинории и синклинории, антиклинальные и синклинальные зоны, антиклинальные и синклинальные складки.

В герцинском структурном этаже по времени формирования выделяются раннегерцинские (главная фаза складкообразования — конец силуро-живетского века), среднегерцинские (нижне- и среднекарбоновые фазы) и позднегерцинские (верхний карбон и пермь) образования.

Альпийский (верхний) структурный этаж состоит из осадочных верхнетриасово-антропогеновых накоплений. Складки, связанные с этими отложениями, проще герцинских, хотя местами, главным образом в горно-складчатой области, опрокинуты, нарушены надвигами, сбросо-сдвигами. Морфология их разнообразна (рис. 28). Преобладают складки основания<sup>1</sup>, подразделяющиеся по масштабам на мегантиклинали (мегасинклинали), антиклинальные поднятия и антиклинальные складки.

<sup>1</sup> Складки, в которых изгиб покровных пород связан с изгибом поверхности палеозойских накоплений.



Мегантиклинали — крупные сводообразные поднятия, по размерам отвечающие обычно хребтам (например, Кураминская мегантиклиналь). В их ядрах обнажаются палеозойские породы, а на крыльях и периклиналях — мезо- и кайнозойские. Антиклинальное поднятие — крупная антиклиналь, осложненная единичными антиклинальными складками. Поднятие почти всегда размыто до палеозойских пород. Данные структуры могут образовывать антиклинальные зоны.

Тектоническое строение Узбекистана носит складчато-глыбовый характер. Это проявляется, например, в том, что в пределах рассматриваемой территории выделяются как глыбы (блоки) различных порядков (глыбы, группа глыб, глыбовые поля и системы), так и разнообразные складки.

### ПОСТПЛАТФОРМЕННАЯ ПОДВИЖНАЯ (ОРОГЕННАЯ) ТЕРРИТОРИЯ

Эта территория занимает в основном восточную и северную части Узбекистана (рис. 27) и входит в альпийский подвижной пояс. В рельефе ей соответствует горная часть республики, вследствие чего ее иногда называют горно-складчатой. Постплатформенный орогенный этап ее развития отличается некоторыми особенностями. Так, размах вертикальных тектонических движений достигает не менее 12 км. Характерно возникновение в основном складок основания различных размеров, при этом наиболее крупные из них отражаются в рельефе. Складки нередко опрокинуты и нарушены надвигами и взбросами; во впадинах накоплены мощные молассы. Этому этапу свойствен резко выраженный складчато-глыбовый характер.

В альпийскую эпоху тектогенеза палеозойские породы дислоцированы не в соответствии с присущим им герцинским структурным планом, а всей своей массой; залегающие над ними мезо- и кайнозойские накопления, как правило, сминались так, как изгибалась поверхность палеозойских пород.

Эти мезо- и кайнозойские отложения образуют верхний структурный этаж. В пределах этажей выделяются структурные ярусы, разделенные поверхностями угловых несогласий.

По тектоническим особенностям постплатформенная орогенная территория Узбекистана и смежные с республикой площади подразделяются на Чаткало-Кураминскую и Туркестано-Гиссарскую системы структур, а также на Ферганскую и Верхнеамударьинскую впадины.

### Чаткало-Кураминская система структур

Тектоника этой области освещена в работах В. А. Николаева (1926), В. И. Попова (1938, 1947), Х. М. Абдуллаева (1962), А. С. Аделунга (1935, 1937, 1958) и др.

В пределы Узбекистана Чаткало-Кураминская система структур входит лишь частично. На юго-западе она ограничивается Северо-Ферганской флексурно-разрывной зоной, на севере и востоке выходит за пределы республиканской границы, а на западе плавно переходит в Ташкентско-Голодностепскую предгорную впадину (рис. 27, 32). Альпийская тектоника проявилась здесь в образовании крупных сводообразных складок основания — мегантиклиналей, соизмеримых с хребтами. Между мегантиклиналями расположены мегасинклинали (рис. 27). Мегантиклинали простираются с юго-запада на северо-восток. Слагают-

ся они главным образом верхне- и среднепалеозойскими отложениями, среди которых большую роль играют местами эффузивные и интрузивные образования.

Палеозойские породы сильно дислоцированы и нарушены разломами в герцинскую эпоху складкообразования.

Простираение герцинских структур разнообразное. В пределах Кураминской мегантиклинали оно северо-восток-юго-западное, совпадающее с направлением альпийских складок. В других мегантиклиналях простираение герцинских и альпийских структур различное (рис. 27).

Мезо- и кайнозойские накопления распространены преимущественно в мегасинклиналях. Они представлены юрскими угленосными, меловыми красноцветными, частью морскими, палеогеновыми морскими и кайнозойскими молассами. Мегасинклинали имеют различную ширину; на их крылья местами взброшены смежные мегантиклинали.

Кураминская мегантиклиналь в отложениях покрова представляет собой огромную сводообразную складку, нарушенную на крыльях взбросами палеозоя на более молодые толщи, слагающие смежные впадины. Палеозойские породы, обнажающиеся на большей части ее площади, образуют позднегерцинский антиклинорий северо-восточного простираения, разделяющийся на юго-западе на несколько ветвей. Основная часть его с поверхности слагается эффузивно-осадочными образованиями верхнего палеозоя и прорывающими их интрузивными телами. В строении антиклинория выделяют складки различных порядков.

Кураминский антиклинорий рассечен большим количеством разломов, распространяющихся по простираению и вкрест простираения его. Небольшая часть их возродилась в альпийское время.

Кызылнура-Акташская мегантиклиналь как альпийская структура — огромная сводообразная складка типа Кураминской. Осадочный чехол распространен главным образом на ее юго-западном погружении и юго-восточном крыле. На северо-востоке структуры находится простирающийся субширотной большой герцинский Кураминский прогиб, выполненный полным комплексом вулканогенных осадочных образований верхнего палеозоя, пронизанных позднегерцинскими интрузиями. Крылья прогиба осложнены грабен-синклиналями. На юго-западе прогиба находится часть ранне- и среднегерцинского антиклинального образования широтного и субширотного простираения, ограничивающаяся разломами.

Между Кызылнура-Акташской и Кураминской мегантиклиналями располагается Ангренская мегасинклиналь. В сложении ее осадочного чехла участвуют юрские, меловые, палеогеновые породы и кайнозойские молассы. Мезозойские и палеогеновые отложения распространены по окраине структуры. Строение мегасинклинали на различных участках разнообразно (синклиналь-грабен, синклиналь-полуграбен). К юго-западу мегасинклиналь погружается и сливается с Ташкентско-Голдностепской впадиной.

Угам-Каржантауская мегантиклиналь сходна по строению с Кызылнура-Акташской<sup>1</sup>.

### Ферганская впадина

Наиболее полно тектоника впадины освещена в работах Н. П. Васильковского (1942), А. И. Суворова (1954, 1959), О. А. Рыжкова (1960, 1962, 1962а) и др.

<sup>1</sup> Другие складки Чаткало-Кураминской системы структур показаны на рис. 27.

Фергана — это межгорная впадина, ограниченная на севере Кураминским и Чаткальским хребтами, на востоке и северо-востоке — Ферганским, на юге — Алайским и Туркестанским; на западе она отделяется от предгорной Ташкентско-Голодностепской впадины Мехнаткашско-Писталитауской антиклинальной зоной (рис. 27, 29).

Форма впадины грушевидная; заостренный конец направлен к юго-западу. Длина ее около 450 км, ширина 190.

Средняя часть впадины представляет собой равнину, сложенную с поверхности отложениями антропогенного возраста; к периферии появляются возвышенности — адыры, степень размыва которых возрастает в направлении к окраине впадины. Здесь обнажены мезо-, кайно- и палеозойские накопления. Палеозойские породы, образующие нижний структурный этаж, обнажены в ядрах антиклинальных поднятий и представлены породами различного петрографического состава.

В строении впадины выделены блоковые поля, состоящие, как правило, из антиклинальных и синклинальных или только синклинальных зон (рис. 29).

Во впадине преобладают складки основания простого и сложного строения (рис. 28); широко распространены, особенно на юге и востоке, антиклинальные поднятия. Антиклинали обычно наклонены или опрокинуты к периферии депрессии, часто нарушены надвигами или сбросами на более крутые крылья и поперечными сбросами. Сложность строения и степень размыва складок антиклинальных зон уменьшается по мере перемещения с северных зон к южным.

Положительные складки располагаются преимущественно кулисообразно и образуют чаще всего несколько рядов. Синклинальные зоны, смежные с антиклинальными, плавно соединяются между собой там, где находятся периклинали положительных складок антиклинальных зон.

Срединноферганское блоковое поле представляет собой грабен, ограниченный на севере и юге флексурно-разрывными зонами. В направлении блокового поля они характеризуются резким нарастанием мощности кайнозойских моласс и сопровождаются разломами.

В блоковом поле располагаются (с севера на юг) Шайданско-Пишкаранская синклинальная, Самгарская антиклинальная и Кокандская синклинальная зоны.

Самой крупной структурной единицей блока и Ферганской впадины является Кокандская синклинальная зона. На юге и юго-востоке ее обрамляет Южно-Ферганская флексурно-разрывная, а на севере — Мехнаткашско-Писталитауская и Самгарская антиклинальные и Бутакаринско-Карабулакская флексурно-разрывная зоны (рис. 29). С Кокандской синклинальной зоной связано накопление наиболее мощных (около 8,0 км) кайнозойских моласс. С поверхности она слагается четвертичными отложениями; юго-восточное крыло ее широкое и пологое, а северо-западное крутое и узкое. Поперечной к простиранию Куйбышево-Гурумсарайской флексурой зона подразделяется на западную и восточную части, в пределах которых геофизики выявили погребенные складки.

Самгарская антиклинальная зона представлена прерывистым рядом антиклиналей, сложенных с поверхности в основном бактерийскими и более молодыми молассаами. Еще севернее простирается Шайданско-Пишкаранская синклинальная зона, местами соединяющаяся с Кокандской. С поверхности она сложена главным образом современными накоплениями.

Южнее Срединноферганского поля располагается Южно-Ферганское блоковое, состоящее из Каратауско-Карачатырской и Сулюктинско-Катрантауской антиклинальных зон, а также Исфаринско-Наукатской и котловин «40-й параллели» синклинальных.

В Каратауско-Карачатырскую антиклинальную зону, простирающуюся субширотно, входят западное Каратауско-Гузанское и восточное Карачатырское поднятия и разделяющая их Риштанско-Чимионская полоса антиклиналей.

Западное поднятие состоит из Каратауского и Гузанского антиклинальных поднятий, размытых до пород палеозоя, опрокинутых и надвинутых к югу. Южные крылья их узкие, северные широкие и осложненные антиклиналями, размытыми до слоев мела. На обоих крыльях поднятий замкнутые синклинали в покровных слоях, как правило, отсутствуют.

Риштанско-Чимионская полоса складок представлена главным образом небольшими антиклиналями с различной степенью размытости ядер. Замкнутые синклинали встречаются редко, и размеры их невелики.

Карачатырское антиклинальное поднятие располагается в основном в Киргизии.

Южнее Каратауско-Карачатырской антиклинальной зоны простирается Исфаринско-Наукатская синклинальная, состоящая из ряда синклиналей; некоторые из них (Исфаринская и Кокджарская, рис. 29) лишь частично входят в пределы Узбекистана. Строение их сходное. Они выполнены породами различных возрастов — от юры до современных, с поверхности слагаются четвертичными накоплениями. Для них характерны узкие и сильно дислоцированные северные крылья и более пологие южные. На крыльях молассы иногда залегают, срезая нижележащие слои до пород мела.

Восточнее Срединноферганского блокового поля находится Восточно-Ферганское (рис. 29), представленное антиклинальными и синклинальными зонами северо-восток-юго-западного простираения. Антиклинальные зоны образуют так называемые диагональные перемички — Найманско-Ачисайскую и Восточно-Карачатырско-Сугандинскую (рис. 29).

Найманско-Ачисайская зона простирается с юго-запада на северо-восток. В нее входят кулисно расположенные брахиантиклинали, в пределах Узбекистана сложенные на поверхности бактрием и сохом, наклоненные или опрокинутые к юго-востоку, нарушенные продольными и поперечными разломами.

В северо-восточной части зоны, на территории Киргизии, антиклинальные складки размыты более глубоко — до слоев нижнего мела.

К юго-востоку простирается Карасуйская синклинальная зона, выполненная юрскими, меловыми, палеогеновыми и более молодыми континентальными накоплениями. Она отличается асимметричностью — северо-западное крыло ее узкое, прижатое к Найманско-Ачисайской антиклинальной зоне, а юго-восточное сравнительно широкое и пологое. В пределах узкого крыла наблюдаются надвиги антиклиналей Найманско-Ачисайской зоны на синклинальную. Кое-где здесь происходит залегание моласс, в основном бактрийских, на палеогеновые и даже меловые слои.

Строение остальных структурных зон впадины не рассматриваем ввиду того, что они располагаются вне пределов Узбекистана. Однако некоторые их черты отображены на рис. 27 и 29.

## Туркестано-Гиссарская система структур

В эту систему входят Северо-Нуратинско-Ауминзатауская, Южно-Нуратинско-Кульджуктауская и Зеравшан-Зиаэтдинская зоны поднятий и разделяющие их Рават-Укузкакская и Самаркандская мегасинклинали, а также юго-западное окончание Гиссарской мегантиклинали (рис. 27). Структурно-тектонические единицы этой системы, кроме Гиссарской мегантиклинали, близки по строению, стратиграфии, располагаются совместно и образуют Нуратинско-Зирабулак-Зиаэтдинские структуры.

### Нуратинско-Зирабулак-Зиаэтдинские структуры

Тектоника этих структур наиболее полно освещена в работах А. С. Аделунга (1937), В. А. Николаева (1926), К. К. Пяткова и А. К. Бухарина (1962) и др.

Эти структуры простираются с юго-востока на северо-запад (рис. 27) и ограничиваются на северо-востоке Предсеверо-Нуратинской, а на юго-западе Предкульджуктауской и Карнапской флексурно-разрывными зонами.

Широкое распространение здесь получили палеозойские (осадочные, метаморфические и магматические) породы, подразделяемые на нижний (?) палеозой, силур, девон и карбон. Состоят они из сланцев, песчаников и известняков.

Мезо- и кайнозойские накопления находятся преимущественно в синклиналиях. Они начинаются юрскими породами — континентальными глинами, песчаниками, конгломератами с углями. На востоке юрские породы встречаются чаще, чем на западе.

Меловые накопления начинаются альбом. Нижняя часть альба континентальная, верхняя — морская; состоит альб из глин, песчаников, конгломератов (мощность 100—120 м).

В сложении сеномана участвуют континентальные и морские породы — глины, песчаники, алевролиты, конгломераты (мощность 140 м). Турон состоит из морских глин внизу и красноцветных песчаников вверху (мощность 280—290 м).

Сенон представлен песчаниками, алевролитами и глинами (мощность 120 м) серо-зеленого и серого цвета. Датские слои выделяются условно; к ним относят белые гипсы. Палеоген состоит из морских отложений, известняков палеоцена, глин и мергелей эоцена, глин, алевролитов и песчаников олигоцена (мощность 200—230 м).

Выше лежат континентальные накопления неогена и антропогена. Они слагаются конгломератами, песчаниками, алевролитами (мощность 2200 м). Наиболее полно изучены четвертичные отложения в долине р. Зеравшан.

Альпийские Нуратинско-Зирабулак-Зиаэтдинские структуры, как отмечалось выше, состоят из антиклинальных зон и расположенных между ними мегасинклиналей. В строении антиклинальных зон выделяются мегантиклинали типа полугорстов, антиклинальные поднятия и складки.

Северо- и Южно-Нуратинские мегантиклинали расположены на северо-востоке описываемой территории. Они близки по строению и представляют собой крупные полугорсты со взброшенными северо-восточными и относительно спокойными юго-западными крыльями; осадочный чехол распространен лишь на крыльях мегантиклиналей и периклиналях.



Палеозойские отложения Северо-Нуратинской складки образуют, вероятно, среднегерцинский антиклинорий.

Строение его очень сложное, в основном чешуйчато-складчатое. В целом он веерообразный, с наклонно-изоклинальными и часто веерообразными складками меньших порядков. В отдельных местах встречаются магматические тела.

В Южно-Нуратинском поднятии герциниды имеют менее определенное строение. Они относятся к раннегерцинским и, возможно, образуют синклинорий сложного строения. Здесь широко развита изоклиналная складчатость.

На юго-востоке Северо-Нуратинская мегантиклиналь подходит к Туркестанской. По строению эти складки близки.

На северо-запад от Северо-Нуратинской мегантиклинали расположены Аристантау-Бельтауское, Тамдытауское и Ауминзатауское антиклинальные поднятия, а от Южно-Нуратинской — Кульджуктауское. Севернее Тамдытау находится Букантауское антиклинальное поднятие. Их разделяет Джаманкумская синклиналь.

В ядрах антиклинальных поднятий выступает раннегерцинский фундамент, состоящий из крупных линейных складок (Кульджуктауская, Ауминза-Бельтауская, Северо-Тамдытауская и Букантауская), осложненных разнообразными структурами, а также различной величины разломами. Простираение складок в основном северо-западное; на западе оно становится субширотным. Среди наиболее крупных герцинских разломов отметим нарушение, по которому северный блок Тамдытау надвинут на южный. Этот разлом продолжается на северном склоне Северного Нуратау. Вертикальная амплитуда его составляет около 3000 м. Складчатый комплекс палеозоя пронизан изверженными телами верхнепалеозойского возраста.

Альпийские складки простираются почти так же, как и герцинские, или под некоторым углом к ним. Антиклинальные поднятия осложнены дополнительными брахискладками и разломами (сбросами и надвигами). Крупные разломы простираются только параллельно простираению складок, а меньшего размера — и перпендикулярно. В результате создается складчато-глыбовая структура.

Рават-Укузкакская мегасинклиналь разделяет Северо- и Южно-Нуратинскую мегантиклинали на юго-востоке и Кульджуктауское антиклинальное поднятие от поднятий, расположенных на северо-западе. Наиболее изучена северо-западная часть (Укузкакская синклиналь), выполненная мезозойскими и кайнозойскими отложениями. На западе синклиналь уже, представляет собой синклиналь-грабен.

Юго-восточная часть мегасинклинали с поверхности сложена в основном четвертичными породами; лишь на самом юго-востоке ее обнажены древние отложения.

Самаркандская мегасинклиналь территориально соответствует долине реки того же названия. На юго-западе она ограничивается Зеравшанской мегантиклиналью, а на северо-востоке — в основном Северо-Нуратинской. Мегасинклиналь выполнена относительно маломощными юрскими, меловыми и палеогеновыми породами и сравнительно мощными кайнозойскими молассаами. Структурно она подразделяется на три прогиба: Пенджикентский (восточный), Джумабазарский и Каттакурганский (рис. 27), причем Джумабазарский отделяется от Каттакурганского Чупанатинским поднятием, а Каттакурганский от расположенного западнее Рометанского, находящегося в пределах Туранской плиты, — Автобачинским поднятием.

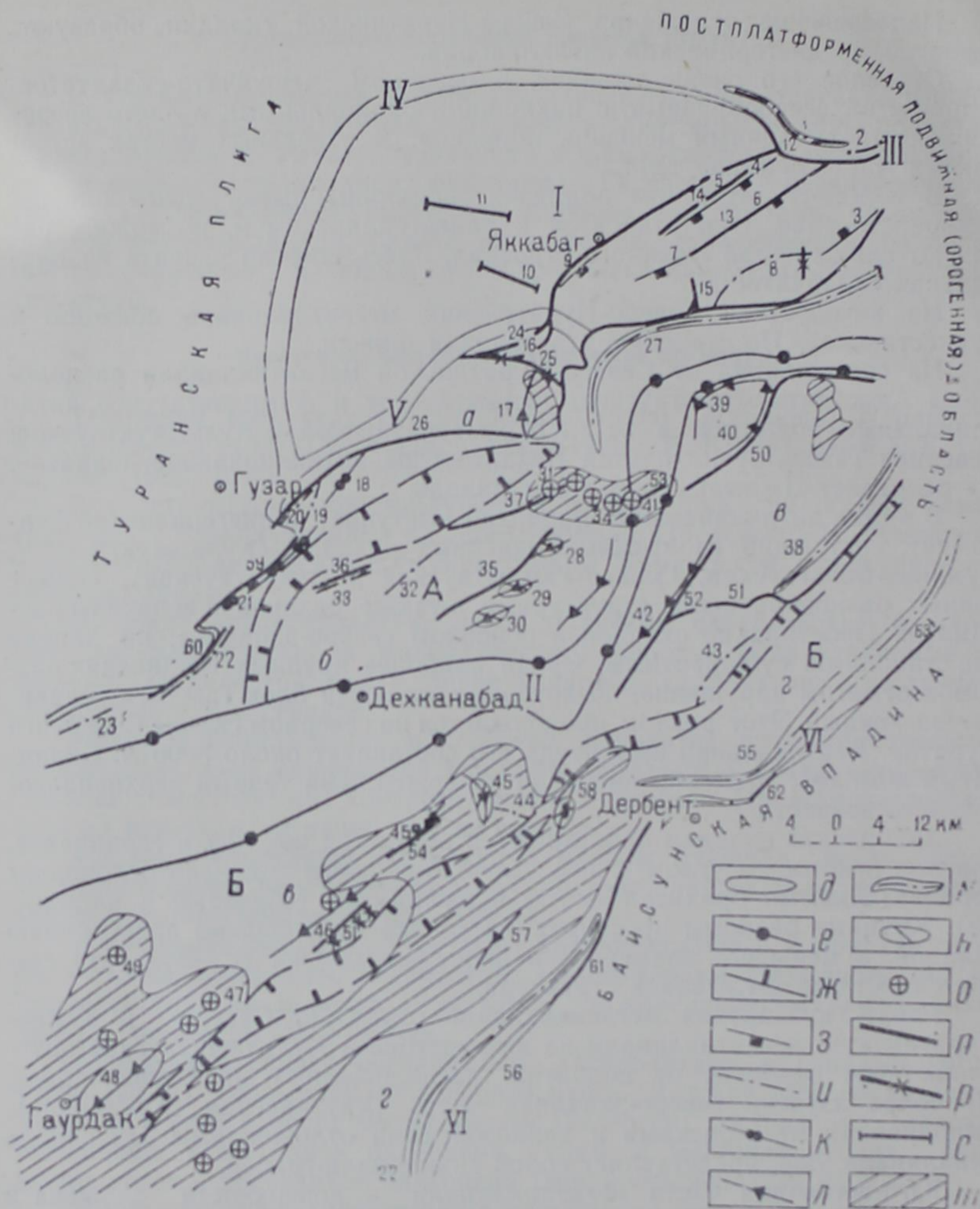


Рис. 30. Карта структурно-тектонического районирования мезо- и кайнозойских отложений юго-западного окончания Гиссарской мегантиклинали и Кашкадарьинской впадины (по С. В. Екшибарову).

I—Сумсар-Ширдагское поднятие, 2—Нандекская антиклиналь. I—Кашкадарьинская впадина. Антиклинали: 3—Аммаганская, 4—Чаккинская, 5—Атчигинская, 6—Бешбулакская, 7—Уртакишлакская и Самакская, 8—Шурасанская, 9—Талинская, 10—Яккабагская, 11—Кайраганская; разломы: 12—Аксуйский; 13—Бешбулакский, 14—Атчигинский, 15—Шурасанский. II—юго-западное окончание Гиссарской мегантиклинали. А—Ишакмайданско-Караильская антиклинальная зона: а—Гузар-Лянгарская антиклинальная подзона; обнажающиеся антиклинали: 16—Ташгиссарская, 17—Лянгарская, 18—Аманатинская, 19—Пачкамарская, 20—Камарская, 21—Караильская, 22—Белесайнакская, 23—Тагамская; разломы: 24—Ташгиссарский, 25—Огуньский, 26—Карчинский; б—Адамташско-Ишакмайданская антиклинальная подзона: 27—Ишакмайданское поднятие; антиклинали: 28—Гауханская, 29—Кантауская, 30—Бабасурханская, 31—Качкарская, 32—Адамташская, 33—Гумбулакская, 34—Каттаурядарьинская группа соляных куполов; разломы: 35—Кантауский, 36—Гумбулакский, 37—Качкарский; Б—Бай-

Прогибы мегасинклинали, по-видимому, осложнены на крыльях сбросами; местами на крылья взброшены смежные мегантиклинали. На территории Узбекистана Зеравшанская мегантиклиналь представлена на западном окончании: Зирабулакским, Зиаэтдинским и Каратюбинским поднятиями. Нижний структурный этаж обнажен здесь широко. Он сложен ниже-, средне- и верхнепалеозойскими отложениями, смятыми в сильно дислоцированные линейные складки различных размеров, нередко изоклиальной формы, простирающиеся с северо-запада на юго-восток и нарушенные продольными и поперечными разломами.

Альпийские складки более просты. Выделяются Зиаэтдинское, Зирабулакское и Каратюбинское антиклинальные поднятия; в пределах двух первых широко распространены отложения мезозоя и кайнозоя. Поднятия простираются субширотно. Они отличаются асимметричностью (южные крылья более крутые), осложнены небольшими складками и нередко разбиты разломами. К юго-западу от антиклинальных поднятий расположена Туранская плита. Между поднятиями и плитой проходят главным образом флексурно-разрывные зоны (рис. 27).

#### Юго-Западное окончание Гиссарской мегантиклинали

Наиболее поздние данные по тектонике этой территории имеются у П. П. Чуенко (1937, 1937а), П. К. Чихачева (1934), С. А. Захарова (1958), С. В. Екшибарова (1962), О. А. Рыжкова (1962, 1962а) и др.

Западная и юго-западная части Гиссарского хребта, охватывая водораздельные пространства между бассейнами Кашка- и Сурхандарьи, составляют западное окончание Гиссарской мегантиклинали. На северо-востоке этой области обнажаются верхнепротерозойские породы, образующие докембрийский выступ, сменяющийся по периферии синклинальными структурами, сложенными главным образом породами карбона.

Севернее выступа проходит Западно-Гиссарский верхнекарбонный гранитоидный плутон, приуроченный к осевой части герцинской антиклинали.

От южного окончания докембрийского выступа начинается виргация палеозойских структур северо-восточного простирания. Альпийские структуры погружаются к юго-западу. Распространение и мощность отложений мезозоя и кайнозоя к юго-западу резко возрастает. Развитые здесь альпийские складки удлиненные и узкие. Юго-западнее

---

сунско-Кугитангская антиклинальная зона, *в*—Чакчар-Гаурдакская антиклинальная подзона: 38—Чакчарское поднятие; антиклинали: 39—Тагаранская, 40—Янгоклыкская, 41—Бакарчинская, 42—Чигырткалинская, 43—Тауккарская, 44—Акрабатская, 45—Джибагильская, 45а—Иолдумская, 46—Тюбегатангская, 47—Ляльмиканская группа соляных куполов, 48—Гаурдакская, 49—Кокмиарская; разломы: 50—Янгоклыкский, 51—Чакчарский, 52—Чигырткалинский, 53—Бакарчинский, 54—Тюбегатангский, *г*—Байсунско-Кугитангская подзона; антиклинальные поднятия: 55—Байсунское, 56—Кугитангское; антиклинали: 57—Хамканская, 58—Модунская. III—Аксуйская флексурно-разрывная зона, IV—Чиракчинская флексурно-разрывная зона, V—Караильско-Лянгарская флексурно-разрывная зона; разломы: 59—Караильский, 60—Белесайнакский; VI—Кугитангско-Каратагская флексурно-разрывная зона; разломы: 61—Кугитангский, 62—Туадинский, 63—Байсунский; *д*—флексурно-разрывные зоны, *е*—границы антиклинальных зон, *ж*—границы антиклинальных подзон; структуры основания; антиклинали: *з*—размытые до отложений неогена, *и*—размытые до отложений верхнего мела, *к*—нижнего мела, *л*—юры, *м*—палеозоя, *н*—антиклинали, осложненные соляной тектоникой; складки покровы: *о*—купола и антиклинали, образованные за счет проявления соляной тектоники; разломы: *п*—разломы, связанные с формированием единичных положительных складок, *р*—разломы, не связанные с формированием единичных положительных складок, *с*—погребенные антиклинали, *т*—зона соляной тектоники.

складки приобретают брахиантиклинальную форму, образуя юго-западное погружение Гиссарской мегантиклинали. В пределах погружения широко распространены мезо- и кайнозойские отложения. Мезозойская их часть по сравнению с более северными площадями Узбекистана характеризуется наиболее полным и мощным разрезом.

В региональном структурном плане погружение представляет собой обособленное блоковое поле в виде горста веерообразного строения, приподнятого на северо-западе по Лянгарско-Караильской флексурно-разрывной зоне и на юго-востоке — по Кугитангско-Кара-тагской (рис. 27, 30).

На северо-западе горст граничит с Туранской плитой и Кашкадарьинской впадиной, а на юго-востоке — с Байсунской и Сурханской синклинальными зонами. В строении горста выделяются две антиклинальные зоны: северо-западная (Ишакмайданско-Караильская) и юго-восточная (Байсунско-Тюбегатангская) — и разделяющая их Дехканабадская синклинальная зона, простирающиеся с юго-запада на северо-восток. Складки Ишакмайданско-Караильской зоны наклонены или опрокинуты к северо-западу, а Байсунско-Тюбегатангской — к юго-востоку, чем и определяется веерообразность блокового поля.

Ишакмайданско-Караильская антиклинальная зона состоит из двух подзон, разделяемых Шургузарской синклиналью, сложенной в ядре кайнозойскими молассаами. В строении зоны выделяются антиклинальные поднятие и складки (рис. 27, 30).

Поднятие размыто до пород палеозоя, а складки — до различных секций мела и юры. Складки обычно узкие, длинные, на крутых крыльях зачастую нарушенные разломами с амплитудой смещения до 2,0 км. Ряд складок с соляной тектоникой.

Складки Байсунско-Тюбегатангской зоны наклоняются или опрокидываются в сторону Верхнеамударьинской впадины. В рассматриваемую зону входят две подзоны, в пределах которых широко развиты большие антиклинальные поднятия, часто осложненные соляной тектоникой (например, соляными куполами).

Антиклинальные поднятия (Кугитангское, Сурханское, Байсунское, Чакчарское) размыты до палеозойских и более древних отложений и сопровождаются складками меньшего размера; на юго-востоке они нарушены взбросами.

В ядрах антиклинальных складок зоны имеются юрские и меловые отложения.

Дехканабадская синклинальная зона в ядре выполнена кайнозойскими молассаами. На ее крыльях обычно обнажаются палеогеновые и меловые породы. Погружается зона к юго-западу.

### Верхнеамударьинская впадина<sup>1</sup>

Тектонику Верхнеамударьинской впадины исследовали П. К. Чихачев (1934), С. А. Захаров (1958), Н. П. Туаев (1960) и др.

На севере эту межгорную впадину ограничивают Гиссарский и Каратегинский хребты, на юго-востоке — Памир, на юге — Гиндукуш и Паропамиз, на северо-западе — юго-западные отроги Гиссарского хребта.

Впадина выполнена сравнительно мощными мезозойскими и палеогеновыми накоплениями и большой мощности (15—18 км) кайнозойскими континентальными молассаами. Она подразделяется на синкли-

<sup>1</sup> Данную впадину называют также Афгано-Таджикской.

нальные и антиклинальные зоны, простирающиеся с северо-востока на юго-запад, вкрест простирания самой впадины. Сама впадина субширотного простирания. Большинство структурных зон находится на территории СССР и Афганистана, и Н. П. Туаев придал им новые и довольно сложные названия. Однако старые наименования зон глубоко укоренились в литературе, поэтому мы приводим именно их.

На территории Узбекистана находится лишь северо-восточная часть Верхнеамударьинской впадины. С северо-запада на юго-восток здесь располагаются Байсунская синклинальная, Келиф-Сарыкамышская антиклинальная, Сурханская синклинальная зоны и часть Кафирниганской (Бабатагской) антиклинальной (рис. 27).

Байсунская и Келиф-Сарыкамышская структурные зоны представляют собой единое блоковое поле, опущенное относительно юго-западного погружения Гиссарской мегантиклинали. Сурханская, в свою очередь, опущена относительно Байсунского блокового поля по флексурно-разрывной зоне, проходящей юго-восточнее Келиф-Сарыкамышской.

Байсунская структура, как и другие зоны впадины, простирается с северо-востока на юго-запад. На северо-западе посредством Кугитангско-Каратагской флексурно-разрывной зоны она сопрягается с юго-западным погружением Гиссарской мегантиклинали, а на юго-востоке — с Келиф-Сарыкамышской антиклинальной зоной. Средняя часть этой структуры с поверхности слагается главным образом четвертичными неогеновыми накоплениями; на крыльях ее обнажаются более древние породы. Юго-восточное крыло положе северо-западного. Зона осложнена антиклинальными складками.

Келиф-Сарыкамышская антиклинальная зона состоит из Келифского (юго-западное) и Сарыкамышского антиклинальных поднятий. Келифское поднятие — узкая, сундучной формы складка с обнажением в ядре пород нижнего мела. Юго-восточное крыло ее опрокинутое, северо-западное пологое. Складка нарушена сдвигами. Сходное строение имеет Сарыкамышское поднятие.

Сурханская синклинальная зона на северо-западе ограничивается Каратагским поднятием, на юго-востоке — Кафирниганской антиклинальной зоной; на северо-востоке она, по-видимому, сливается с Предгиссарским прогибом. К юго-западу зона погружается, и основная ее часть уходит за пределы СССР, где ее простирание изменяется на широтное, а затем на северо-западное. С поверхности она слагается в основном четвертичными накоплениями, по окраинам обнажены более древние мезо- и кайнозойские отложения, а в средней части лишь местами встречаются палеогеновые, неогеновые и реже верхнемеловые.

В толще неогеновых отложений имеется несколько прогибов.

Сурханская синклинальная зона осложнена положительными складками, узкими и относительно длинными, асимметричными, почти всегда наклоненными или опрокинутыми к юго-востоку. Они простираются с юго-запада на северо-восток, часто нарушены в пределах сводов или более крутых крыльев сбросами, вскрыты денудацией до пород мела и палеогена.

Складки, располагаясь, как правило, линейно, образуют антиклинальные линии, которые расходятся к юго-западу как бы от единого центра, находящегося, по-видимому, у северной части Бабатага, и составляют Сурханскую виргацию складок (рис. 27).

## ТУРАНСКАЯ ПЛИТА

Термин *Туранская плита* получил широкое распространение после применения его на тектонической карте СССР, составленной под редакцией Н. С. Шатского (1956).

В Узбекистан Туранская плита входит своей юго-восточной частью. Строение ее сравнительно хорошо изучено на территории Каракалпаккии и равнинных пространств Западного Узбекистана (и совершенно недостаточно — северо-восточнее Нуратинско-Зирабулак-Зиаэтдинских поднятий).

Изучением тектоники плиты<sup>1</sup> занимались многие исследователи (Ильин, 1937; Варенцов; Смолко, 1948; Бабаев; Дикенштейн; Рыжков, 1962, 1962а; Давлятов, 1962; Таль-Вирский, Федотов и др.).

Плита состоит из нижнего герцинского и верхнего альпийского структурных этажей. Нижний этаж обнажен лишь в пределах Султан-Уиз-Дагского брахиантиклинального выступа фундамента, во многих местах фундамент плиты вскрыт бурением. Установлено, что этот этаж состоит из магматических и осадочных сильно метаморфизованных пород, при этом магматические широко распространены в недрах сводовых частей альпийских структур.

Наиболее древние породы верхнего структурного этажа пермотриасовые. Но чаще этаж начинается, по-видимому, юрскими отложениями.

В строении верхнего, или покровного, структурного этажа по угловым несогласиям выделяют следующие ярусы: верхнетриасово-юрский, мел-палеогеновый, неоген-антропогеновый и собственно антропогеновый. Ярусы не имеют регионального распространения.

В плите различают альпийские структуры различных порядков: локальную складку (единичная положительная структура), поднятие (группа локальных складок на едином поднятии, образующих несколько рядов), вал (один ряд линейно расположенных локальных складок), зону поднятий (состоит из поднятий и валов). Наиболее крупные положительные тектонические единицы — системы структур; им соответствуют отрицательные — впадины (рис. 31).

Впадины характеризуются длительным устойчивым прогибанием, вследствие чего образуется относительно мощный осадочный чехол; он начинается более древними породами, чем на смежных положительных структурах, в которых стратиграфический разрез сравнительно сокращен, особенно из-за неоднократно проявлявшейся эпигенетичной денудации.

Локальные складки формировались длительно, одновременно с осадконакоплением. Часть складок дислоцировалась непрерывно (конседиментационно), другая — с остановками (партконседиментационно). Складки часто нарушены сбросами, продольными и поперечными.

Кроме того, в теле плиты развиты флексурно-разрывные зоны, связанные с краевыми разломами, разделяющими ее на блоковые поля. В плите выделяются следующие крупные структуры, частично или полностью входящие в Узбекистан (рис. 27): Бухаро-Каршинская система структур, Хивинско-Саятская, Нижнеамударьинская, Южно-Приаральская, Северо-Устюртская и Северо-Кызылкумская впадины, восточное окончание Мангышлакско-Устюртской зоны поднятий, Ассакеауданский прогиб, Султан-Уиз-Дагско-Муйнакское поднятие.

<sup>1</sup> Здесь и в дальнейшем имеется в виду узбекистанская ее часть.

Бухаро-Каршинская система структур расположена юго-западнее Нуратинско-Зирабулак-Зиаэтдинских поднятий. На юго-западе она ограничивается Амударьинско-Кунгуртауской флексурно-разрывной зоной (рис. 31), за которой следует Хивинско-Саятская впадина.

Мезозойские и палеогеновые отложения Бухаро-Каршинской системы структур относительно маломощны. Они начинаются юрскими отложениями. Мощность осадочного чехла возрастает в сторону Хивинско-Саятской впадины; однако в целом мощности неогеновых накоплений увеличиваются в обратном направлении.

В структурном отношении с северо-востока на юго-запад здесь выделяются окраинные прогибы, Газли-Каганская зона поднятий, Каракульско-Майдаянская зона прогибов и Питнякско-Каршинская зона поднятий (рис. 31), простирающиеся в общем с северо-запада на юго-восток. Они сходятся на северо-западе и расходятся на юго-востоке.

К окраинным прогибам относятся Усманкудукский и Рометанский. Усманкудукский расположен северозападнее Газлинского поднятия. Выполнен он молассовидными плиоцен-антропогеновыми отложениями мощностью в несколько сотен метров. Рометанский прогиб находится северозападнее Газлинского поднятия и северозападнее Каганского. На севере он сменяется орогеном, а на северо-востоке Автобачинским поднятием отделяется от Каттакурганского прогиба Самаркандской мегасинклинали, который по сравнению с другими прогибами данной системы структур испытал наибольшее опускание в неоген — антропогене, и мощность отложений этого возраста в нем составляет не менее 600 м. Прогиб отличается сложностью очертаний.

В направлении с северо-запада на юго-восток в Газли-Каганскую зону входят следующие поднятия: Мешеклинское, Янгиказганское, Газлинское, Каганское, Мубарекское и Чияльское. Как правило, они состоят из нескольких рядов локальных складок, часть которых размыта до отложений мела. Поднятия асимметричны: их южные крылья круче северных и нарушены разломами, с которыми связано скачкообразное нарастание мощности верхнетриасово-юрских отложений.

Каракульско-Майдаянская зона прогибов относительно узкая и глубоко опущенная, особенно на северо-западе. Стратиграфический разрез здесь полнее, чем в смежных зонах поднятий, как за счет более низких горизонтов покрова, так и менее проявлявшейся сингенетической денудации. Южное крыло зоны положе северного. В пределах зоны расположено Испанлы-Чандырское поднятие, состоящее из ряда локальных складок куполовидной и брахиантиклинальной формы.

С северо-запада на юго-восток в строении Питнякско-Каршинской зоны поднятий различают Питнякское, Кабаклинское, Фарабское и Денгизкульское поднятия. Все они асимметричны: крылья, обращенные к Хивинско-Саятской впадине, круче противоположных и чаще нарушены разломами. Локальные складки поднятий в основном брахиантиклинальной формы, размыты до меловых отложений и сопровождаются, как правило, продольными сбросами.

Хивинско-Саятская впадина входит в пределы Узбекистана лишь северной и юго-восточной частями. При этом юго-восточная соответствует Саятскому прогибу, представляющему собой синклиналиграбен, на севере ограниченный Кунгуртауским разломом Амударьинско-Кунгуртауской флексурно-разрывной зоны, а на юге — частью Лянгарско-Караильской флексурно-разрывной зоны. К востоку прогиб сменяется Кашкадарьинской впадиной. Прогиб выполнен очень мощными покровными отложениями. Он осложнен локальными складками, а на юге — Аляудинтауским валом. Здесь обнажены породы верхнего мела.



Рис. 31



Амударьинско-Кунгуртауская флексурно-разрывная зона несколько севернее Султан-Уиз-Дага разделяется на две ветви: одна (Приаральская) продолжается на север, а вторая (Мангышлакско-Устюртская) резко сворачивает на запад, где проходит с севера Мангышлакско-Устюртской зоны поднятий (рис. 27). Между этими ветвями в пределах Узбекистана расположена часть Северо-Устюртской впадины; восточнее субширотной ветви находится Южно-Приаральская впадина, а южнее — Мангышлакско-Устюртские структуры.

Северо-Устюртская впадина характеризуется сравнительно мощным покровом. Здесь установлены пермо-триасовые, юрские, меловые, палеогеновые и неоген-антропогеновые накопления. Обнажения имеются в основном в пределах чинка. В южной части впадины находится Барсакельмесский прогиб, осложненный локальными складками, севернее его — Актумсукское поднятие, за ним — Бинеу-Челкарский прогиб. Прогибы впадины подразделяются на частные между локальными складками или их группами.

Мангышлакско-Устюртская система структур приподнята относительно Северо-Устюртской впадины и Ассакеауданского прогиба, что обусловило сокращение покровных пород в основном за счет выпадения нижних частей разреза. Кроме того, неогеновые или четвертичные

Рис. 31. Схема структурно-тектонического районирования мезо- и кайнозойских отложений Западного Узбекистана (составили Ш. Д. Давлятов, С. В. Екшибаров, Л. Я. Жданов, О. А. Рыжков, К. А. Сотириади, А. У. Умаров; редактор О. А. Рыжков; 1961 г.)

Условные обозначения: 1—граница между Туранской плитой и постплатформенной подвижной областью, 2—мощности неоген-антропогеновых отложений, 3—флексурно-разрывные зоны, 4—разломы, 5—изолинии поверхности палеозойских отложений, 6—обнажающиеся поднятия, 7—погребенное поднятие, 8—локальные складки, 9—современные выходы палеозойского фундамента, 10—Бухаро-Каршинская система структур, 11—Хивинско-Саятская впадина, 12—зоны поднятий, 13—зоны прогибов, 14—окраинные прогибы. Цифры на схеме. Бухаро-Каршинская система структур. Газли-Каганская зона поднятий. I—Мешеклинское поднятие; локальные складки: 1—Мешели, 2—Ичкиджар, 3—Учиджак; II—Янгиказганское поднятие; локальные складки: 4—Учкакказанбулакская, 5—Шортугайская; III—Газлинское поднятие; локальные складки: 6—Газли, 7—Ташкудук, 8—Каракыр, 9—Курбанали, 10—Атбакыр, 11—Кухна-Гумбаз; IV—Каганское поднятие; локальные складки: 12—Караиз, 13—Шурча, 14—Акджар, 15—Джаркак, 16—Караулбазар, 17—Сарыташ, 18—Сеталантепе, 19—Юлдузкак, 20—Мамаджургаты, 21—Пролетарабад; V—Мубарекское поднятие; локальные складки: 22—Южный Мубарек, 23—Северный Мубарек, 24—Шуммак, 25—Актепе, 26—Ходжахайрам, 27—Карабаир, 28—Шуртепе, 29—Шурсай, 30—Кызылрабат, 31—Тувактау; VI—Шорбазарский прогиб; VII—Чияльское поднятие; локальные складки: 49—Азляртепе, 50—Чияль, 51—Мазарлы. Питнякско-Каршинская зона поднятий. VIII—Питнякское поднятие; локальные складки: 32—Тюямуюн, 33—Султансанджар, 34—Кошабулак; IX—Кабаклинское поднятие; локальные складки: 35—Северная Кызкала, 36—Южная Кызкала, 37—Учкырсен, 38—Даяхатын; X—Фарабское поднятие; локальные складки: 39—Фараб, 40—Алат; XI—Денгизкульское поднятие; локальные складки: 41—Денгизкуль, 42—Восточный Денгизкуль, 43—Уртабулак, 44—Карабулак, 44а—Зеварды; XII—Каршинское поднятие; локальные складки: 45—Майманактау, 46—Кассантау, 47—Кунгуртау, 48—Карактай. Каракульско-Майдаянская зона прогибов; прогибы: XIII—Джакмайский, XIV—Кушабский, XV—Ярманчинский, XVI—Каттаганский, XVII—Испанлы-Чандырское поднятие; локальные складки: 52—Кемачи, 53—Зекры, 54—Испанлы; XVIII—Бугурлинский прогиб; XIX—Рометанский прогиб; локальные складки: 55—Рометан, 56—Галасия; XX—Махандарьинский прогиб, окраинные прогибы: XXI—Усманкудукский, XXII—Дарьясайско-Екшибарский прогиб, XXIII—Карнапчульский. Хивинско-Саятская впадина. XXIV—Аляутдинтауское поднятие; локальные складки: 57—Аляутдин, 58—Дультали, 59—Саксандарья, 60—Кызылсай, 61—Саманчи; XXV—Бешкентский (Саятский) прогиб; локальные складки: 62—Камартепе, 63—Айзават, 64—Камаша (показаны не все локальные складки)-флексурно-разрывные зоны: XXVI—Амударьинско-Кунгуртауская, XXVII—Предкульджуктауская, XXVIII—Карнапская, XXIX—Газлинско-Янгиказганская, XXX—Чиракчинско-Аксуйская, XXXI—Караильско-Лянгарская.

отложения залегают здесь с резким размывом палеогеновых и меловых накоплений. Это единое поднятие осложнено локальными складками, образующими северную и южную группы. Северная примыкает к Мангышлакско-Устюртской флексурно-разрывной зоне. Складки простираются субширотно, и они несколько вытянуты. Складки южной группы имеют северо-западное простирание и отличаются брахиантиклинальной формой.

Ассакеауданский прогиб на юго-западе ограничивается Туаркырско-Кампланкырской системой структур. Он является частью Северо-Туркменского прогиба. Ассакеауданский прогиб изучен слабо. Мощность покровных пород его значительно больше, чем в северной части Мангышлакско-Устюртских дислокаций. Крылья прогиба осложнены локальными складками; часть из них обнажается.

Южно-Приаральская впадина на западе и юге окаймлена Султан-Уиз-Дагско-Муйнакскими поднятиями, на юго-востоке — антиклинальными поднятиями Кызылкумов. К северо-востоку она, вероятно, раскрывается и, возможно, сливается с Северо-Кызылкумской впадиной. Осадочный чехол начинается юрскими отложениями, затем идут меловые, палеогеновые и неоген-антропогеновые общей мощностью около 1500 м.

По поверхности палеозойских пород во впадине выделяются Чимбайский и Таджиказганский прогибы. В пределах Чимбайского палеозой во впадине залегают на самой низкой отметке (— 1600 м). Данный прогиб проявляется только в юрских породах. По меловым накоплениям во впадине выделяются также два прогиба: Таджиказганский и Аральский, расположенный западнее Муйнакского поднятия. Раскрывается он к северу. Прогибы разделяются Тойкеткенским поднятием. Таджиказганский прогиб замкнутый; на юго-востоке он ограничивается юго-западным погружением Букантау, за которым находится Минбулакский прогиб.

Султан-Уиз-Дагско-Муйнакская зона поднятий состоит из Султан-Уиз-Дагского выступа фундамента брахиантиклинальной формы, а также Ходжейлинского и Муйнакского поднятий. Султан-Уиз-Дагская складка, размытая до пород палеозоя, дугообразного простирания; с юго-запада она окаймляется частью Амударьинско-Кунгуртауской флексурно-разрывной структуры. Противоположное крыло складки сравнительно пологое. Другие складки расположены восточнее Аральской флексурно-разрывной зоны и размыты до пород мела. Они асимметричны: крылья, обращенные к западу, крутые, а к востоку — пологие.

Предсеверо-Нуратинский прогиб простирается севернее западного окончания Северо-Нуратинской мегантиклинали. На севере он, должно быть, ограничивается структурами, развитыми между Букантауским и Мансуратинским поднятиями, на юго-востоке соединяется с Ташкентско-Голодностепской предгорной впадиной, а на северо-востоке — с синклиналью между Букантау и Тамдытау.

Прогиб четко выделяется по неоген-антропогеновым отложениям.

#### СТРУКТУРЫ, ПОГРАНИЧНЫЕ МЕЖДУ ПЛИТОЙ И ПОДВИЖНОЙ ОБЛАСТЬЮ

Выше мы отмечали, что соединение Туранской плиты с подвижной постплатформенной областью в одних местах происходит через предгорные олигоцен-антропогеновые впадины, в других — через флексурно-разрывные зоны, а в третьих наблюдается плавный переход структур одной тектонической области к структурам другой.

Плавное сочленение почти всегда отмечается по простиранию структур (между Самаркандской мегасинклиналью и Рометанским

прогибом, между северо-западным окончанием Нуратинско-Зирабулак-Зиаэтинских поднятий и Южно-Аральской впадиной и пр.).

Флексурно-разрывные зоны развиваются обычно параллельно простирацию орогенных структур. В их пределах подвижная область взброшена в сторону плиты; наблюдается скачкообразное изменение мощности кайнозойских моласс или молассовидных отложений кайнозоя, а также триасово-юрских, неоком-аптских и в меньшей мере других частей стратиграфического разреза. Это явление связано с развитием разломов, которых в пределах зоны насчитывается, как правило, несколько.

Предгорные олигоцен-антропогеновые впадины образуются при выходе крупных рек на равнину и при развитии в этих районах разломов. Относительно впадины разломы могут быть окраинными или проходить внутри нее.

Таким образом, по границе Туранской плиты и Западно-Тяньшаньского орогена краевой прогиб отсутствует. Он не успевает сформироваться в связи с большой активностью орогена. Эта все возрастающая активность проявилась, в частности, в постоянном расширении подвижной области за счет вовлечения в площадь орогена смежных частей плиты. Такое своеобразное сочленение орогена с платформой мы выделяем в особый тяньшаньский вид.

Рассмотрим строение предгорных впадин. Кашкадарьинская впадина находится между Зеравшанской и Гиссарской мегантиклиналями, несколько восточнее выхода р. Кашкадарьи на равнину (рис. 27). В структурном отношении она представляет собой грабен между Лянгарским разломом на юге и юго-востоке и Аксуйским — на севере. По этим разломам ороген взброшен на впадину. Амплитуда перемещения по ним достигает 4 км. На западе впадина отделяется от Саятского прогиба Туранской плиты Чиракчинской флексурой. Возникла впадина в конце палеогена в связи с опусканием по разломам ее площади и заполнением кайнозойскими молассами мощностью до 4 км. На дневной поверхности впадина покрыта в основном неоген-антропогеновыми отложениями, и лишь на востоке обнажаются меловые и палеогеновые породы. Простирается она с юго-запада на северо-восток. Северо-западное крыло пологое, нарушенное погребенными платформенными складками. При этом к западу мощность кайнозойских моласс резко уменьшается. Юго-восточное крыло впадины сложнее северо-западного: оно осложнено несколькими рядами складок орогенного типа. Складки асимметричны, большей частью сложены с поверхности кайнозойскими молассами, нарушены разломами, простираются с юго-запада на северо-восток.

Ташкентско-Голодностепская впадина на востоке ограничивается Кураминской, Кызылнура-Акташской и Угам-Қаржантауской мегантиклиналями Кураминско-Чаткальской системы структур, на юге — южным окончанием Мехнаткашско-Писталитауской антиклинальной зоны, а на севере — Мансуратинской мегантиклиналью. Западная граница впадины условная, проводится севернее окончания Джаусумкум-Бельской антиклинальной зоны (рис. 32).

Тектоника впадины описана Е. В. Ивановым, Н. П. Васильковским (1952), С. С. Шульцем (1948), О. А. Рыжковым, Р. Ибрагимовым, А. А. Юрьевым (1961) и др. Впадина возникла в олигоцене у подножия вздымавшегося орогена. Дневная поверхность впадины сложена в основном четвертичными накоплениями. По периферии обнажаются более древние породы до палеозойских включительно. Впадина выполнена относительно маломощными юрскими, меловыми и палеогеновыми

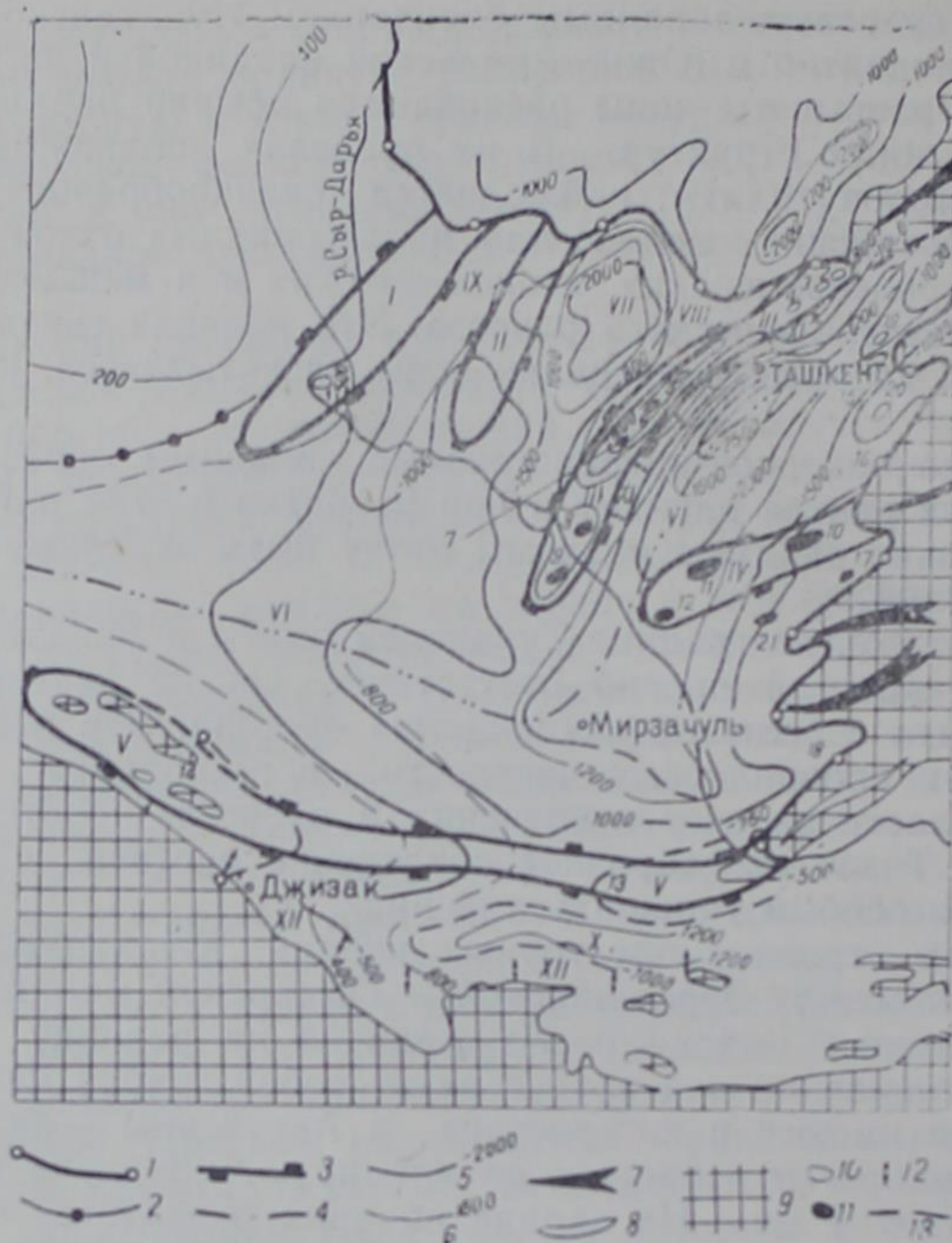


Рис. 32. Схема тектоники мезо-кайнозойских отложений Ташкентско-Голодностепской предгорной впадины (составили О. А. Рыжков—редактор, Р. Н. Ибрагимов, А. А. Юрьев, Х. Х. Миркамалов).

Условные обозначения: 1—граница Ташкентско-Голодностепской впадины и постплатформенной подвижной области, 2—граница Туранской плиты и впадины (условно), 3—антиклинальные зоны, 4—ось Ташкентско-Голодностепской впадины, 5—изолинии поверхности палеозойских отложений, 6—мощности неоген-антропогенных отложений, 7—мегаантиклинали (западные окончания), 8—антиклинальные поднятия, 9—палеозойские отложения, 10—складки обнаженные, 11—складки погребенные, 12—флексурно-разрывные зоны, 13—разломы. Цифры на схеме. Антиклинальные зоны: I—Джаусумкум-Бельская (локальные складки: 1—Джаусумкумская), II—Тоскакская, III—Полторацко-Сырдарьинская (локальные складки: 2—Кызылкатта, 3—Майская, 4—Полторацкая, 5—Ишанкурганская, 6—Тентяксайская, 7—Янгиюльская, 8—Чиназская, 9—Сырдарьинская), IV—Пскентско-Букинская (локальные складки: 10—Пскентская, 11—Букинская, 12—Октябрьская), V—Мехнаткашско-Писталитауская (поднятия: 13—Мехнаткашское, 14—Писталитауское); синклинальные зоны: VI—Чирчикско-Голодностепская (ее ответвления: 15—Бельдерсайское, 16—Паркент-Нурекатинское, 17—Нижнеангренское, 18—Мирзараватское; ее осложняющие складки: 19—Юзрупская, 20—Самарекская, 21—Майтепинская), VII—Сарыджилгинская, VIII—Нижнекелесская, IX—Аксайская, X—Западное окончание Ферганской депрессии (Ахунбабаевский прогиб Кокандской синклинальной зоны); флексурно-разрывные зоны: XI—Приташкентская, XII—Южноферганско-Севернуратинская.

отложениями и довольно мощными (около 2,0 км) кайнозойскими молассаами. Простираение впадины в целом дугообразное: на востоке — северо-восточное, на западе — северо-западное. На северо-востоке она наложена и находится под прямым углом к простираению верхнепалеозойских Кураминских складок. Это различие в простираении альпийских и герцинских структур исчезает к юго-западу.

Альпийские складки располагаются в виде антиклинальных зон, находящихся на погружениях мегантиклиналей (рис. 32). Эти зоны, исключая Мехнаткашско-Писталитаускую, простираются с северо-востока на юго-запад.

Зоны состоят в основном из платформенных локальных складок и сложных по строению поднятий. Складки обычно куполовидной формы, реже брахиантиклинальной.

По мере приближения к мегантиклиналям они становятся все более орогенными. Одна из крупнейших антиклинальных зон впадины — Полторацко-Сырдарьинская, возникшая на погружении к юго-западу Угам-Каржантауской мегантиклинали и простирающаяся к юго-западу. Ее складки в целом погружаются в том же направлении. Наиболее сложные и размытые находятся на северо-востоке зоны (рис. 32).

К юго-востоку от нее расположен крупнейший прогиб впадины — Чирчикско-Голодностепский. На востоке он простирается параллельно Полторацко-Сырдарьинским дислокациям. Здесь его северо-западное крыло, узкое и крутое, Приташкентской флексурно-разрывной зоной сочленяется с названными дислокациями.

Северо-западнее Мирзачуля простираение прогиба меняется на запад-северо-западное. Юго-восточная часть южного крыла прогиба относительно пологая, осложненная локальными складками. Кроме того, здесь находится несколько частных прогибов: Бельдерсайский, Паркент-Нуратинский и др. (рис. 32).

Мехнаткашско-Писталитауская антиклинальная зона развита на западном продолжении Кураминской мегантиклинали. Зона простирается субшироко с некоторой выпуклостью к югу в средней части. Южнее находится западное окончание Ферганской впадины.

Ташкентско-Голодностепская впадина наиболее опущена южнее Ташкента. Здесь отмечаются максимальные мощности мезо- и кайнозойских отложений.

Расположение и строение других структур Ташкентско-Голодностепской впадины показано на рис. 32.

---

## Глава III

### Подземные воды

По формированию подземных вод на территории Узбекистана различают три группы гидрогеологических структур, отражающих ландшафтно-географические и структурно-геологические условия их формирования:

1) складчатые структуры, выраженные сложной и многообразной системой гор;

2) синклиналильные прогибы палеозойского фундамента, разобщающие складчатые структуры, нарушенные дизъюнктивными дислокациями. В рельефе они выражены широкими межгорными впадинами — Чирчик-Ангренско-Голодностепской, Ферганской, Зеравшанской, Кашкадарьинской, Сурхан-Ширабадской;

3) эпигерцинская платформа с разнохарактерным сочетанием депрессий, сводовых поднятий, а также складчатых структур, отраженных в платформенном чехле линейной зоной поднятий, именуемая Туранской низменностью.

Разнохарактерные палеогеографические условия гор, межгорных впадин Туранской низменности определили различную последовательность их осадконакопления: смену морских, лагунных и континентальных фаций.

Складчатые структуры имеют рельеф главным образом среднегорья и низкогорья. Они образованы многообразными по генезису, составу и возрасту отложениями палеозоя и в меньшей мере мезозоя и кайнозоя различной мощности с внедряющимися в них магматическими породами. Четвертичные отложения слабо развиты. Они представлены главным образом речным аллювием и осыпями. Для складчатых структур характерно сложное расчленение дочетвертичных пород тектоническими разломами, преимущественно глубокой гидрографической сетью и трещинами; в карбонатных породах, как правило, развит карст.

Для большей части горной области наблюдаются благоприятные условия подземного стока, хорошая промываемость поднятых геологических структур, а также четко выраженная высотная зональность в распределении грунтовых вод по залеганию, питанию, качеству и количеству.

Синклиналильные прогибы палеозойского основания, или межгорные впадины, имеют глубину, в какой-то мере соответствующую высоте окаймляющих гор и, возможно, превышающую ее. Они заполнены морскими, лагунными, континентальными

ми осадками мезозоя и кайнозоя, включая четвертичные; общая мощность их от нескольких до 10 км и больше, наибольшая отмечена в Ферганской впадине.

От очертаний и строения межгорных впадин зависят образование, размещение и сток грунтовых вод с их количественными и качественными преобразованиями во времени и пространстве.

Ферганская впадина имеет эллипсоидальное очертание и глубокий котловинообразный прогиб с замыканием молодыми складчатыми структурами в районе Фархада и Уратюбе. Чирчик-Ангренско-Голодно-степская впадина широко раскрыта на северо-запад и замыкается там же несколько приподнятой поверхностью Кызылкумов. Зеравшанская корытообразна и замыкается у Бухарского оазиса Кызылтепинским и Автобачинским плато. Кашкадарьинская впадина отрогом Каратюбинских гор разграничена на две неравные части: меньшую восточную и более значительную западную, причем восточная полузамкнута, западная резко расширена в направлении к Кызылкумам. Сурхан-Ширабадская впадина представляет собой часть обширного тектонического прогиба на юге Таджикистана, осложненного складчатыми структурами мезозоя, кайнозоя и синклинальными погружениями пород палеозоя между ними (Заалайский, Кулябский, Обигармский, Вахшский, Прикафирниганский и Сурхандарьинский).

В условиях образовавшихся межгорных впадин сформированы покатые и плоские равнины. Покатые равнины — поверхности древних и современных конусов выносов постоянно и временно действующей гидрографической сети; плоские равнины со слабыми уклонами — поверхности древних и современных долин, главным образом рек.

Наряду с трещинными и карстовыми грунтовыми водами в коренных породах и поровыми водами в рыхлых предгорных и речных отложениях здесь хорошо развиты мощные артезианские водоносные горизонты в межгорных и предгорных впадинах, выполненных четвертичными и более древними породами. Пресные артезианские воды в четвертичных, а местами в верхнетретичных предгорных крупно- и среднеобломочных отложениях представляют большой интерес как источник водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий, а также как дополнительный источник оросительных вод.

Одна из гидрогеологических особенностей межгорных впадин заключается в резко выраженном влиянии артезианских водоносных горизонтов в древнечетвертичных отложениях на режим грунтовых вод в результате частичной их разгрузки через «водоупорную» кровлю.

Явление восходящих движений под влиянием гидростатического давления, развивающегося в глубоких артезианских горизонтах, установлено во многих районах, особенно в Голодной степи, занимающей часть обширной Ташкентско-Голодно-степской впадины, а также в Ферганской впадине. В балансе грунтовых вод приходная статья, обязанная частичной разгрузке артезианских вод через их кровлю, достигает иногда нескольких десятков процентов от общего прихода. Этими восходящими движениями объясняется и то, что во многих местах межгорных впадин в сезонном колебании уровня грунтовых вод наблюдается ранний осенний подъем, когда атмосферные осадки никакого значения в питании грунтовых вод не имеют. Резко уменьшается питание грунтовых вод также за счет поверхностного стока и почти прекращается за счет оросительных вод в орошаемых районах. В одних случаях осенний подъем уровня грунтовых вод связан с подземным стоком со стороны вышерасположенных участков (в периферических частях межгорных впадин), в других — исключительно с восходящим поступлением

воды из глубоких (артезианских) горизонтов в центральных частях впадин.

Эпигерцинская платформа образована морскими, лагунными, континентальными отложениями мезозоя и кайнозоя на месте погружившихся палеозойских структур западных окончаний горных хребтов. Платформенная фаза развития этой части территории наступила в связи с затухавшей здесь геосинклинальной складчатостью и терявшейся подвижностью палеозойского основания. Подобные условия не вызвали полного погружения западных окончаний Туркестанского хребта. Продолжающие его массивы гор, подобно островам, прослеживаются разобщенными грядами и группами среди эпигерцинской платформы.

Для эпигерцинской платформы характерны обширные плоские равнины: древние и современные конусы выносов (дельты) в низовьях рек, речные долины и платообразные структуры дочетвертичных, местами древнечетвертичных пород. Равнины, за исключением преимущественно современных долин, современных и частично древних дельт рек покрыты грядовыми, бугристыми и барханными золовыми песками. Среди них прослеживаются останцовые возвышенности и понижения. Некоторые понижения значительны по площади, глубине и благоприятны для образования солончаков и эфемерных озер за счет выходящих на дневную поверхность грунтовых, межпластовых вод, а в приоазисных участках и за счет поступления сбросных вод из оросительных систем.

В условиях долины Аму-Дарьи важное значение приобретают ее разливы в паводок с образованием многочисленных озер в блюдцеобразных и вытянутых понижениях в старицах и древних протоках реки.

В равнинно-платформенной части по сравнению с горной условия общего подземного стока неблагоприятны почти повсеместно, геологические структуры не промываются или промываются слабо. Это область рассеивания (испарения) подземных вод. Правда, в равнинных частях межгорных впадин горноскладчатой области Узбекистана, находящихся в зоне того же засушливого и жаркого климата, что и Туранская низменность, геологические структуры значительно закрыты, а грунтовые воды также интенсивно испаряются. Тем не менее, гидрогеологические условия равнинных частей межгорных впадин и низменных равнин сильно отличаются друг от друга.

Артезианские воды, приуроченные главным образом к дочетвертичным меловым, палеозойским, реже третичным породам, в значительно большей степени изолированы от грунтовых вод. Поэтому разгрузка артезианских вод здесь носит преимущественно локальный характер вследствие разрывных дислокаций, нарушающих сплошность водоупорной кровли глубоких напорных водоносных горизонтов.

## ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ

Под грунтовыми водами подразумевается верхний водоносный горизонт лишенных на значительном протяжении водоупорной кровли подземных гравитационных вод, находящийся в условиях наиболее активной связи с атмосферой, поверхностным стоком и почвенным покровом.

На территории Узбекистана грунтовые воды распределены крайне неравномерно и различны по своим качествам.

В формировании грунтовых вод на территории Узбекистана и всей Средней Азии основную роль сыграл закон естественноисторической зональности природных явлений, особенно климат. С этой точки зре-



ния территория расположена в зоне внутриматериковых пустынь средних широт с резко континентальным климатом.

Проявление закона широтной зональности климата на территории Узбекистана осложняется иными соотношениями в природных явлениях, связанными с горными системами, занимающими значительную площадь Узбекистана. В то время как обширному пространству низменных равнин свойственно соленакопление, закономерность в развитии гидрогеологического процесса в горной области (включая межгорные впадины и предгорные равнины) подчинена высотной зональности (в том числе и климата), отвечающей гипсометрическому переходу от горных вершин к пустынным пространствам предгорных и далее низменных равнин. Поэтому и климат крайне изменчив даже на коротких расстояниях. Так, на некоторых южных среднегорных склонах Гиссарского хребта годовое количество атмосферных осадков достигает 1500—2000 мм, в Ширабадской же степи, расположенной южнее Гиссарского хребта, климат засушлив, осадков выпадает до 100 мм, температуры воздуха здесь самые высокие (до +48° в июле) в Советском Союзе. В Туранской низменности царит типичная песчаная пустыня.

Геолого-геоморфологическое строение территории, определяющее среду для образования, залегания и стока грунтовых вод, также многообразно. Геологические формации разновозрастные и разнохарактерные по генетическим типам, литологическому составу, мощности, структурам. Рельеф варьирует от скалистых горных хребтов, хорошо дренируемых тектоническими разломами и гидрографической сетью, до совершенно плоских равнин со слабыми уклонами, где грунтовые воды естественно не дренируются.

Поверхностные воды как главный источник питания грунтовых вод различны по условиям формирования, режиму стока и качеству. Модуль поверхностного стока в горной и предгорной частях 1—2 л/сек и более с 1 км, а в Туранской низменности лишь сотые доли л/сек. В горных и предгорных районах реки дренируют грунтовые воды, в Туранской низменности они почти повсеместно питают грунтовые воды.

**Региональные закономерности в условиях формирования и размещения грунтовых вод.** Характер гидрологического процесса в зависимости от проявления зональных факторов позволяет выделить изменно-равнинную межгорную и горную части территории. В горной действует закон высотной зональности грунтовых вод, выражающийся в интенсивности подземного стока и закономерном распределении грунтовых вод по глубине залегания, минерализации и т. д. Здесь главная речная артерия служит естественной дренажной. В районах гор и межгорных впадин преобладают пресные и относительно пресные воды.

В изменно-равнинной области формирование грунтовых вод подчиняется широтно-зональным факторам. Здесь наблюдается интенсивное испарение и обогащение солями грунтовых вод, завершающих свой сток, поэтому для равнин Туранской низменности характерны главным образом солоноватые и соленые воды.

В области гор грунтовые воды зарождаются за счет атмосферных осадков и по разнообразным литологическим комплексам пород стекают в межгорные впадины и значительно меньше непосредственно на равнины Туранской низменности. По сложным системам тектонических разломов они погружаются и на большие глубины, где приобретают качества термальных, минеральных вод и существенно питают многие горизонты межпластовых вод.

Поступая в разнотипную гидрогеологическую среду, грунтовые воды в зависимости от литологических, рельефных и других особенностей

горизонтов ускоряют или замедляют сток, вынос растворенных ими солей, в различной мере пополняются поверхностными, атмосферными, местами межпластовыми водами и расходуются выклиниванием, испарением, транспирацией.

В отличие от высотнoзональных вод горной области обширные пространства низменных равнин Узбекистана занимают широтно протягивающиеся зоны земного шара — зоны рассеивания общего подземного стока и соленакопления.

По соотношению процессов образования, расходования, минерализации грунтовых вод на территории Узбекистана четко выделяются следующие районы:

1) питания и транзита пресных грунтовых вод в горных и предгорных областях, где повсеместно обеспечен их сток, преимущественно глубокий естественный дренаж и вынос растворенных солей;

2) накопления грунтовых вод и их интенсивной минерализации в межгорных впадинах, где сливаются грунтовые воды, поступающие с гор, предгорьев, и пополняются до мощных потоков поверхностными водами; атмосферные осадки и другие источники питания имеют подчиненное значение; накопление грунтовых вод регулируется главным образом стоком, перераспределением с речными водами, в связи с чем преобладает и вынос растворенных солей; основные дрены и пути стока грунтовых вод за пределы межгорных впадин — долины транзитных рек;

3) преобладания испарения грунтовых вод над их стоком в условиях Туранской низменности, за исключением оазисов как очагов обильного пополнения и опреснения грунтовых вод речными водами, распределяющимися по густой оросительной сети.

Принцип выделения перечисленных районов отражает направленность движения солей. С этой точки зрения всякие отклонения от общей закономерности носят локальный характер, как явления, связанные с изменением местных литолого-геоморфологических, а иногда и хозяйственных условий. Поэтому возможно, что одни и те же гидрогеологические условия будут наблюдаться в различных районах, но в одних как закономерное явление, а в других как исключение. Так, в зоне соленакопления вдоль русел рек и их притоков (низовья рек), а также вдоль крупных ирригационных каналов происходят процессы выщелачивания солей фильтрационными поверхностными водами. Эти интразональные воды выщелачивания образуются благодаря условиям формирования местного подземного стока.

**Районы питания и транзита пресных грунтовых вод гор и предгорий.** Основная масса грунтовых вод содержится в зоне трещиноватости и закарстованности пород, превышающей врезы местной гидрографической сети, т. е. в зоне, где источник их питания — атмосферные осадки.

В породах палеозоя грунтовые воды повсеместно пресные, в породах мезозоя, кайнозоя преобладают соленые. Особо следует отметить районы западных окончаний Гиссарского хребта, где среди слагающих отложений распространены соленосные и гипсоносные, обусловившие сильную минерализацию грунтовых вод и до степени рапы.

В формировании грунтовых вод в тех или иных количествах определяющее значение приобретает литологический состав пород, степень и характер нарушения их сплошности трещинами, выветриванием, тектоническими трещинами, карстом и расчлененностью эрозионной сетью. От характера пустот зависит образование трещинных, жильных, карсто-

вых, поровых грунтовых вод, а также основное их расходование местным и региональным стоком.

Местный сток почти повсеместно интенсивен благодаря дренированию этих вод глубоко врезанной гидрографической сетью и тектоническими разломами. Региональный сток направлен главным образом по сложным системам тектонических разломов. Им обусловлен выход преимущественно мощными родниками трещинных и карстовых вод в мало водообеспеченных районах гор, расположенных далеко от области питания. Благодаря хорошему дренажу в большинстве горных районов путь стока грунтовых вод сравнительно короток и часто не выходит за пределы области питания. Выщелачивание солей здесь выражено наиболее резко, но грунтовые воды вследствие благоприятных условий стока не успевают сколько-нибудь значительно минерализоваться. Это, как правило, гидрокарбонатные воды, содержащие менее 1 г/л солей.

Обильность питания грунтовых вод зависит от атмосферного увлажнения отдельных районов, определяемого гипсометрическим положением, а также ориентацией склонов гор к направлению воздушных масс, несущих влагу в Среднюю Азию с запада и юго-запада.

Накопление грунтовых вод наиболее значительно в массивах гор, образованных известняками палеозоя и мезозоя. Ярким показателем их водопроявлений служат родники с малоизменяющимися по сезонам года расходами — в сотни, а местами в 3000—4000 л/сек. Мощные родники формируются главным образом на участках тектонических разломов и контактах известняков с другими литологическими комплексами пород.

Водообильность известняков, обусловленная в основном региональным стоком трещинно-карстовых вод, характерна для многих районов и наиболее выражена в западных низкогорных окончаниях Туркестанского хребта, располагающихся вблизи и на Туранской низменности. В ее пределах годовое количество атмосферных осадков не превышает 180—200 мм. Родники же, выходящие здесь из известняков палеозоя, имеют устойчивые расходы от 1,5—2 до 70 л/сек, самый мощный (до 200 л/сек) зафиксирован в райцентре Нурата. Совершенно очевидно, что крупные родники питаются трещинно-карстовыми водами, притекающими издалека.

В условиях гор возможность накопления грунтовых вод в породах другого литологического состава, за исключением зоны тектонической раздробленности пород, менее благоприятна, так как их трещиноватость более слабая и сравнительно неглубокая. Лучшей водоносностью обладают граниты и им подобные; из них выходят малодебитные, но многочисленные родники, действующие продолжительное время. Из пород палеозоя слабОВОдоносны сланцы, эффузивы, мезозоя и кайнозоя — многие породы с содержанием глин. Их родники, как правило, действуют только весной с расходами в доли л/сек, несколько увеличивающимися при благоприятном питании трещинных вод атмосферными осадками.

В четвертичных отложениях горных районов грунтовые воды отмечены главным образом в галечниковом аллювии речных долин и меньше в пролювиальных и делювиальных отложениях. В аллювии они образуются за счет поверхностных вод и атмосферных осадков. В горных районах четвертичные отложения развиты слабо, поэтому в водном балансе гор удельное значение грунтовых вод в указанных отложениях невелико. Основная масса грунтовых вод четвертичных отложений содержится в аллювии долин. Для долин характерно сложное перераспределение их с поверхностными речными водами. В паводок по-

верхностные воды обильно питают грунтовые. В межень же грунтовые воды дренируются в русла и существенно пополняют сток поверхностных вод. Значительное дренирование наблюдается на участках резкого сужения долин, где уменьшается их поперечный профиль и аллювий переполняется грунтовыми водами.

Сток рек зарегулирован перераспределением поверхностных и грунтовых вод: в паводок их водоносность уменьшается по течению, а в межень нарастает за счет дренируемых грунтовых вод. Однако в русловом балансе рек значение данного процесса выявлено недостаточно. Количественный учет потерь воды на фильтрацию в паводок и руслового выклинивания грунтовых вод в межень (зимой и весной) позволит правильно организовать службу прогноза их сезонного стока, в частности для вегетационного периода.

Среди складчатых структур нередки внутригорные впадины. Они заполнены осадконакоплениями мезозоя, кайнозоя или только кайнозоя различной мощности. Их покров сложен четвертичными отложениями, разнообразен по литологическому составу и мощности. В таких впадинах, кроме грунтовых вод, формируются артезианские воды. О количестве и качестве тех и других данных почти нет.

Во многих горных районах грунтовые воды обильны, но на дневную поверхность в основном выходят родниками в руслах гидрографической сети. Многочисленны крупные родники, используемые на питьевое, хозяйственное водоснабжение и орошение оазисов гор, предгорий и предгорных равнин.

Эксплуатационные ресурсы грунтовых вод горных районов, пригодных для хозяйственных целей, не определены. Они выявлены лишь по единичным ограниченным участкам горнорудных предприятий.

**Районы накопления грунтовых вод и их интенсивной минерализации в межгорных впадинах.** Здесь воды формируются в четвертичных отложениях разнохарактерных геоморфогенетических типов, состоящих главным образом из рыхлообломочного материала мощностью в десятки и сотни метров. Они залегают потоками различной обильности в древних и современных аккумулятивных конусах выносов и долин.

В межгорных впадинах региональным водоупором почти повсеместно служат глины неогена. Исключение составляет Кашкадарьинская впадина, где осадконакопления неогена перекрыты слабопроницаемыми мелкоземами древнечетвертичного возраста.

Непосредственно у гор грунтовые воды заглублены до 50—60 м, при этом на отдельных, сравнительно ограниченных участках не образуют единого потока, так как их горизонты расчленены выступами дочетвертичных водоупорных пород или глубокими врезами гидрографической сети. С удалением от гор грунтовые воды закономерно приближаются к поверхности и повсеместно образуют неразобренный поток. В осевых частях впадин они близки к поверхности земли и на некоторых участках выклиниваются, формируя родниковые водотоки различной обильности. Зеркало грунтовых вод в общих контурах следует за рельефом поверхности земли, но его формы сглажены и более плавны. Сток замедляется в направлении к осевым частям межгорных впадин — по долинам согласуется с направлением стока поверхностных водотоков, в окружающих пространствах предгорных равнин ориентирован по их уклону к центру впадин. Главный и почти единственный путь стока грунтовых вод за пределы межгорных впадин — долины транзитных рек.

Для образования, накопления и, следовательно, использования грунтовых вод благоприятны условия речных конусов выносов и долин. В составе их отложений преобладают рыхлые галечниковые и галечни-

ково-песчаные осадки мощностью до десятков и сотен метров. В них содержится огромная масса вод, образующихся за счет потоков грунтовых вод, поступающих со стороны гор по аллювию долин, и главным образом за счет поверхностных вод ирригационных и речных, теряющих здесь на фильтрацию до 40—50% своего стока. Атмосферные осадки имеют подчиненное значение.

В конусах выносов, созданных временно действующими поверхностными водотоками, грунтовые воды формируются преимущественно в мелкоземках. Грубообломочные и плохо отсортированные осадки, как правило, сосредоточены в приустьевых участках конусов и саевых долинах; в некоторых конусах они прослеживаются закономерно выклинивающимися, разрозненными горизонтами различной мощности и среди мелкоземов в основании толщи. В условиях рассматриваемых конусов и долин источники образования грунтовых вод те же, но менее обильны. При этом атмосферные воды в питании грунтовых вод нередко основные. Процесс формирования грунтовых вод в условиях конусов выносов и долин рек и временно действующей гидрографической сети имеет следующие различия.

Конусы выносов рек в начальных, приустьевых частях, как правило, сложены мощными валуно-галечниковыми и галечниковыми накоплениями<sup>1</sup>. По выходе из гор в верхней части конусов реки теряют на фильтрацию, а следовательно, и на пополнение грунтовых вод более 40—50% стока. Обильное питание грунтовых вод речными балансируется их оттоком. На участках до перехода начальных галечниковых частей конусов в долины рек или периферические мелкоземистые части грунтовые воды не вмещаются в суживающийся галечниковый горизонт и переполняют его. В связи с этим, а также происходящим здесь перегибом и выполаживанием рельефа по периферии каждого конуса грунтовые воды резко приближаются к поверхности земли и выклиниваются. Создается их напорность, о чем свидетельствуют выходы многочисленных родников восходящего типа. В зависимости от местных гидрогеологических условий развивается площадное, очаговое и русловое выклинивание.

Гидрометрическими наблюдениями установлено, что значительная часть фильтрационных вод рек возвращается на поверхность земли выклинивающимися грунтовыми водами. Таким образом, выклинивающиеся грунтовые воды по существу являются возвратными относительно стока поверхностных вод. В ирригационной практике их учитывают как новые дополнительные ресурсы в балансе оросительных вод, а не как возвратные в гидрогеологическом значении этого термина.

Территориальное положение участков выклинивания по каждому конусу не остается постоянным. При значительном питании потоков грунтовых вод фильтрационными в галечниковых частях конусов будут расширяться участки выклинивания у их границы с периферическими мелкоземистыми частями конусов или речными долинами. При незначительных потерях речных вод интенсивного и даже слабого выклинивания может и не быть, если поперечное сечение водоносного пласта обеспечит достаточно полный сток грунтовых вод из галечниковых частей конусов.

Выклинивающиеся грунтовые воды по периферии конуса выносов Зеравшана составляют 35—40 м<sup>3</sup>/сек среднегодового расхода.

За участками выклинивания грунтовые воды поступают в речные долины или мелкоземистые части конусов, т. е. в иную гидрогеологи-

<sup>1</sup> У рек Кашкадарья и Сурхандарья предгорных конусов выносов нет.

ческую среду. В речных долинах галечники конусов не разобщаются другими литологическими горизонтами.

В периферических частях конусов они залегают среди мелкоземов разобщенными горизонтами, располагающимися несколькими этажами, которые постепенно выклиниваются и погружаются до больших глубин. Таким образом, в этих условиях грунтовые воды продолжают сток и в мелкоземах, и в галечниках. В такой неоднородной литологической среде они приобретают существенно различные гидродинамические и химические свойства. В галечниках создается напорность вод, усиливающаяся до значительной по мере заглубления их горизонтов под мелкоземы. Восходящими токами напорные воды непрерывно подпитывают грунтовые и несомненно имеют немаловажное значение в их режиме и балансе. Напорные воды обладают и лучшими качествами, почти такими же, как главный источник их питания — речные воды.

Периферические мелкоземистые части конусов выносов можно рассматривать как участки погружения грунтовых вод. Но в орошаемых районах питание грунтовых вод усиливается поливными водами. Если не создается искусственный отток, зеркало грунтовых вод поднимается к поверхности земли до избыточного увлажнения и заболачивания наиболее пониженных участков.

Конусы выносов временно действующих (селевых) потоков в общем характеризуются теми же закономерностями формирования и стока грунтовых вод, которые свойственны и конусам выносов рек. Но здесь они имеют свои особенности из-за иной массы поступающих поверхностных вод и их воздействия на грунтовые воды, залегающие преимущественно в мелкоземах. В рассматриваемых конусах по гидрогеологическим условиям четко разграничиваются: а) древние части конусов, прилегающие непосредственно к склонам гор и предгорий; б) более молодые части конусов, располагающиеся у внешнего края древних.

В древних частях конусов образующие их отложения нередко глубоко расчленены саями, заглубляющимися в дочетвертичные водоупорные породы, или разобщены их подземными выступами. Поэтому здесь грунтовые воды залегают не сплошным зеркалом, а преимущественно разрозненными потоками. Они формируются подземными водами, поступающими из гор и предгорий, атмосферными водами периодически действующих поверхностных потоков, образующих грунтовые воды в аллювии саявых долин. Очагами наиболее значительного пополнения грунтовых вод служат участки древних конусов, используемые под поливное земледелие.

Большие уклоны конусов, преобладание в их составе отложений грубообломочных, щебнисто-гравелистых разностей обеспечивают транзитный сток грунтовых вод. Только на участках перехода к более молодым периферическим частям конусов, образованным в основном мелкоземами (отличаются более слабыми фильтрационными свойствами и расчлененными, постепенно затухающими саями), они замедляют сток и довольно резко приближаются к поверхности земли, сравнительно редко выклиниваются по дну оврагов. Глубина залегания грунтовых вод зависит от глубины залегания коренного водоупора.

Более молодые периферические части конусов выносов временно действующей гидрографической сети представляют собой приемники грунтовых вод, поступающих из выше лежащих древних частей конусов. Здесь в условиях мелкоземов и резкого выполаживания рельефа сток вод закономерно замедляется. Повсеместно они залегают сплошным потоком на глубинах, уменьшаю-

щихся в направлении от гор. Источники пополнения грунтовых вод — атмосферные осадки и воды периодически действующих водотоков, которые, за редким исключением, не выходят за пределы равнин и почти полностью теряются на фильтрацию. Существенным источником пополнения грунтовых вод, резко нарушающим их режим и баланс, являются оросительные воды.

В песчано-гравийных и галечниковых горизонтах среди мелкоземов формируются напорные воды. До настоящего времени они разведаны мало и только на единичных участках.

Речные долины выполнены галечниковым, галечно-песчаным, реже гравийно-песчаным и песчаным аллювием. В эти отложения, как в мощный резервуар, поступают потоки грунтовых вод из окружающих пространств и обильно пополняются речными водами. Атмосферные осадки как источник питания имеют подчиненное значение.

Процесс перераспределения грунтовых вод с речными отмечен и в долинах, но здесь он ослаблен.

Наиболее тесная гидродинамическая и гидрохимическая взаимосвязь грунтовых и речных вод характерна для современных долин. В период минимальной водоносности рек грунтовые воды дренируются ими и пополняют сток. В паводок грунтовые воды обильно питаются речными и насыщают аллювий долин до уровня воды в реках. В древних долинах в отличие от современных перераспределение грунтовых и речных вод в значительной мере зависит от водохозяйственной деятельности человека, в частности от орошения. Направляемые для этого речные воды теряют на фильтрацию до 50—60% стока и питают грунтовые воды. Как известно, при существующем техническом состоянии и режиме эксплуатации коэффициент полезного действия оросительных систем в речных долинах не более 0,5—0,6. В условиях галечниковых аккумуляций речных долин воды, потерянные на фильтрацию, почти полностью могут пойти на питание грунтовых вод, которые в невегетационное время выклиниваются у основания уступов террас, по руслам глубоких каналов и образуют родниковые водотоки.

Качество грунтовых вод межгорных впадин различно, что объясняется разнотипной минерализацией источников их образования (атмосферные, грунтовые, поверхностные воды) и дальнейшими преобразованиями в разнохарактерных литологических комплексах пород по солевому составу. При этом огромное значение имеют скорости транзита растворенных солей и др., в частности испарение.

Основную массу составляют пресные и относительно пресные грунтовые воды от гидрокарбонатных до сульфатно-кальциевых и кальциево-магниевых с плотным остатком (0,5—1 г/л). Они содержатся в отложениях речных конусов выносов и долин, за исключением конусов и долин Лянгардарьи, особенно Гузардарьи и Ширабаддарьи, где грунтовые и речные воды солоноватые и соленые, с резко повышенной минерализацией в межень.

В мелкоземах, где грунтовые воды залегают неглубоко и слабо опресняются оросительными водами, их минерализация, как правило, повышена в приповерхностном слое, что обусловлено испарением и транспирацией растениями. Прогрессирующее засоление грунтовых вод наблюдается сравнительно редко, так как они почти повсеместно обеспечены стоком, дренируются в долины транзитных рек и с различными скоростями выносят растворенные в них соли за пределы межгорных впадин.

В центральных частях межгорных впадин (Фергана и др.) подземный сток крайне затруднен, испарение же очень велико, что приводит к сильному осолонению грунтовых вод.

Эта зона соленакопления в пределах открытых предгорных равнин как бы сливается с широтнoзональными грунтовыми водами низменных равнин.

Большое удельное значение грунтовых вод в общем водном балансе межгорных впадин бесспорно. Их ресурсы огромны, при этом статические во много раз превышают динамические. По Зеравшанской межгорной впадине динамические ресурсы пресных и относительно пресных грунтовых вод составляют около  $50 \text{ м}^3/\text{сек}$ , Кашкадарьинской  $> 5$ , Сурхан-Ширабадской  $> 15$ , Ферганской 250, Чирчик-Ангрен-Голодностепской  $60 \text{ м}^3/\text{сек}$ .

Таким образом, в условиях межгорных впадин для грунтовых вод характерно следующее.

1. Грунтовые воды образуют обильные потоки главным образом в галечниковых отложениях, имеющих широкое территориальное распространение и мощность от нескольких десятков до сотни метров и более. Их формирование в значительной мере обусловлено сложным процессом перераспределения с поверхностными, в частности речными, водами.

2. В осевых частях межгорных впадин образуются выклинивающиеся грунтовые воды, составляющие до 25—30% от общего количества воды, используемой на орошение. Это свойственно конусам выносов и долинам рек, слабо выражено и далеко не везде в конусах и долинах временно действующей гидрографической сети.

3. Предгорные конусы выносов рек и некоторые конусы временно действующей гидрографической сети занимают совершенно особое положение по формирующимся в них напорным самоизливающимся водам, обладающим хорошими питьевыми качествами.

4. В осевых частях межгорных впадин — в условиях долин, периферических частях конусов выносов, межконусных пространствах — грунтовые воды являются основным фактором мелиоративного ухудшения земель.

**Районы преобладания испарения грунтовых вод над их стоком.** В пределах эпигерцинской платформы (Туранская низменность) грунтовые воды формируются в более сложной и многообразной естественной исторической обстановке, определившей неравномерное их размещение. Они залегают по типу потоков и бассейнов.

Грунтовые воды распространены почти повсеместно. Основную массу составляют соленые и горько-соленые хлоридно-натриевые воды, пресные и относительно пресные формируются далеко не везде. В Туранской низменности в отличие от межгорных впадин грунтовые воды дренируются на единичных участках, имеют преимущественно замедленный и затрудненный сток, в связи с чем развивается их засоление.

Краткая характеристика образования и накопления грунтовых вод с показателями качества, возможного количества и перспективности использования приводится по следующим районам территории, принципиально различным по гидрогеологическим условиям: 1) дельтово-аккумулятивным равнинам, 2) равнинным пространствам Кызылкумов и 3) структурным равнинам атмосферного питания.

**Дельтово-аккумулятивные равнины.** Дельтовые равнины образованы реками Зеравшан, Кашкадарья и Аму-Дарья. Дельты Зеравшана и Кашкадарьи субаэральные, Аму-Дарьи — приморская, приаральская. Их отложения сформированы на породах неогена с различным строением поверхности, создавшейся взаимодействующими



денудационно-эрозионными процессами, неразрывно связанными с тектоническими пульсациями. Более сложная поверхность, до чашеобразной, свойственна дельтам Зеравшана и Аму-Дарьи.

Субэральные дельты. Среди них различаются древние и молодые. Зеравшан в отличие от Кашкадарьи образовал две молодые дельты — Бухарскую и Каракульскую. Здесь расположены современные оазисы; молодая дельта Кашкадарьи занята Каршинским оазисом.

Осадконакопления древних и молодых дельт разнообразны по литологическому составу, но в пространственном распределении выдерживается вполне определенная закономерность: более крупнообломочные разности сосредоточены в начальных частях дельт, к периферии они смещаются мелкоземами до глин включительно. В отличие от предгорных конусов это замещение происходит постепенно. В том же направлении уменьшается общая мощность.

Дельта Зеравшана образована отложениями, последовательно изменяющими состав от крупногалечникового до суглинисто-глинистого. Галечники с различной глубины и в различной степени сцементированы до конгломератов. Их накопления наиболее значительны в молодой Бухарской дельте. На отдельных участках начальной части мощность галечниково-конгломератовой толщи 50—100 м, в центральной 10—30; к периферии дельты эта толща постепенно замещается песками. В древней части дельты Зеравшана мощность галечниково-конгломератовых отложений не превышает 25—20 м. К периферии они сравнительно быстро сменяются гравийно-песчаными и затем песчаными осадками; мощность их у окраины дельты уменьшается до сантиметров.

Галечниково-конгломератовые и песчаные накопления перекрыты мелкоземами. В древней части дельты они сильно раздуты ветром; в Бухарской дельте в направлении к периферии их мощность увеличивается от 1 до 5—7 м. У самой окраины дельты мелкоземы повсеместно залегают на дочетвертичных породах, и местами их мощность сокращается до нескольких десятков сантиметров. Для мелкоземов дельты Зеравшана характерно переслаивание различных по составу литологических горизонтов — суглинков, супесей, песков, местами глин — и их залегание прослоями и линзами среди галечниково-конгломератовой толщи.

Каракульская дельта Зеравшана несколько обособлена от Бухарской. Она расположена среди эрозионной впадины, образованной в водоупорных преимущественно глинистых отложениях плиоцена. В ее пределах галечниковых аккумуляций нет. Приповерхностная часть отложений состоит из переслаивающихся суглинков, супесей, песков, ниже сменяющихся тяжелыми суглинками и глинами (мощность у вершины дельты до 10 м). В основании залегают типичные речные пески, в начальной части дельты они вскрыты скважинами на глубине 10—11 м. К периферии дельты общая мощность осадконакоплений закономерно сокращается до выклинивания. У периферии отложения Каракульской, а также Бухарской дельт перекрыты эоловыми песками.

Для дельты Кашкадарьи характерны мелкогалечниковые, гравийные, суглинистые и другие осадки. В начальной, центральной, части дельты они разведаны на глубину 55 м. К периферии дельты крайне неравномерно уменьшают мощность и перекрываются эоловыми песками, под которыми нередко выклиниваются. В условиях дельты Кашкадарьи в большей мере проявляется переслаивание различных литологических горизонтов, существенно различающихся воднофизическими свойствами и солевым составом.

Таким образом, в пределах рассматриваемых дельт Зеравшана и Кашкадарьи грунтовые воды не залегают в однородной литологической среде, а распределяются по многочисленным ее горизонтам. В их пределах сток грунтовых вод замедлен и на большинстве участков ослаблен в связи с малыми уклонами зеркала, почти повсеместным отсутствием дренажа естественной и искусственной гидрографической сетью, а также литологическими особенностями водоносной среды. У юго-восточной же окраины Бухарской дельты он не обеспечен, так как здесь грунтовые воды залегают в водоупоре чашеобразного строения. Расходятся грунтовые воды главным образом испарением, транспирацией, что в еще большей мере интенсифицирует их засоление хлоридно-сульфатными и хлоридными солями до тяжелых форм. Благодаря питанию речными водами они опресняются различно. Если учесть, что грунтовые воды, поступающие в пределы рассматриваемых дельт, различаются по минерализации, солевому составу литологических горизонтов, в которых они залегают, скорости стока и глубине залегания относительно поверхности земли, станет очевидной сложность дальнейшей химической дифференциации этих вод, зависящей от таких мощных факторов, как испарение и опреснение. Под воздействием испарения минерализация грунтовых вод в приповерхностном слое повсеместно повышена. Хорошо опресненные воды до гидрокарбонатных и гидрокарбонатно-сульфатных, пригодных для питья, формируются на ирригационно освоенных начальных частях молодых дельт. Так, в северной части Бухарской дельты Зеравшана слой опресненных грунтовых вод составляет 35—40 м, с глубиной минерализация уменьшается до незначительной. Это вызвано наиболее благоприятными условиями стока грунтовых вод по рыхлым галечниковым отложениям, имеющим здесь мощность в несколько десятков метров.

В периферических же частях дельт опресненные грунтовые воды, пригодные для питья, образуют преимущественно подрусловые потоки у рек и крупных магистральных каналов, где залегают, подобно линзам, на более минерализованных водах. Значительная линза пресной воды выявлена по Шухруду, в центральной части Бухарской дельты.

На территории дельт Зеравшана и Кашкадарьи, за исключением лишь начальной части Бухарской, дополнительное питание грунтовых вод оросительными не балансируется расходом стока, испарения, транспирации, в связи с чем прогрессирует подъем их зеркала к поверхности земли. В настоящее время глубина залегания грунтовых вод, равная критической, и меньше ее, показательна для периферических частей Бухарской и Каракульской дельт. В их пределах понижения рельефа, как правило, переувлажнены и заболочены. Глубина грунтовых вод больше критической, обеспечивающая относительно благополучное мелиоративное состояние земель, сохраняется в Каршинской дельте, что всецело зависит от слабого ирригационного освоения ее площади.

Для мелиоративного улучшения земель рассматриваемых дельт важны режим орошения и своевременные предупредительные меры против засоления и заболачивания.

Дельты Аму-Дарьи. В низовьях Аму-Дарьи выделяют несколько разновозрастных дельт. Главные из них Присарыкамышская, развитая к уровню Сарыкамыша, Акчадарьинская и Приаральская, развитые к уровню Аральского моря. Присарыкамышская и Приаральская, в свою очередь, состоят из ряда разновозрастных дельт (первая — из Шахмуратской и Декчинской, вторая — из Тахиаташской, Пырлытауской и Кызылджарской). При этом Присарыкамышская,

Акчадарьинская и Тахиаташская — более древние и не имеют связи с морем.

Формирующейся дельтой является Кызылджарская, непосредственно связанная с морем.

Присарыкамышская отличается от Приаральской преобладанием песчаных отложений, где дельтовые слоистые осадки распространены с поверхности и подстилаются мощным слоем тонкозернистого песка, благодаря чему формируются местные напоры. В Приаральской же вся мощность четвертичных отложений представлена слоистым комплексом, в толще которого отмечается руслообразное сложение песков, вытянутых в направлении от вершин дельт к Аральскому морю.

Для формирования грунтовых вод характерно отсутствие подземного стока, благодаря которому здесь имеются бассейны грунтовых вод, причем дельтам, развитым к Сарыкамышу, свойственно наличие векового подземного оттока, а дельтам, развитым к Аралу, — подпор со стороны моря.

Отличительная особенность низовьев Аму-Дарьи — взаимоотношение подземного и поверхностного стоков. Здесь главная речная артерия проходит по командным отметкам рельефа, формируя потоки грунтовых вод, которые движутся от реки в глубь территории. В этом же направлении увеличивается глубина залегания и минерализация грунтовых вод. Таким образом, Аму-Дарья — основной фактор, формирующий грунтовые воды дельт.

Аму-Дарья (водосборная площадь 207 000 км<sup>2</sup>), получая питание за счет атмосферных осадков, таяния снега и ледников на Памире, проходит огромное расстояние через среднеазиатские пустыни и сбрасывает свои воды в Аральское море.

В начале дельты, по данным Чатлинской станции, расход реки колеблется в широких диапазонах — от 5500 до 400 м<sup>3</sup>/сек, среднемноголетний расход составляет 1500—2000 м<sup>3</sup>/сек. В пределах дельты на фильтрацию (пополнение запасов грунтовых вод) теряется до 27% вод.

Интенсивность питания, уклоны и скорость движения грунтового потока зависят от литологического строения водовмещающих пород, расходов реки и колебания горизонтов, так как интенсивность фильтрации пропорциональна высоте слоя поверхностного стока. При сильных паводках река местами настолько углубляет свое русло, что горизонты ее повышаются незначительно. Поэтому и инфильтрация увеличивается очень мало по сравнению с возрастанием расхода реки. И наоборот, при минимальных расходах в зимние месяцы на реке образуются ледяные заторы, вследствие которых уровень воды значительно поднимается, увеличивая фильтрацию вне зависимости от расхода реки.

Потоки грунтовых вод в минимум расхода реки имеют незначительные, 0,0006—0,0005, уклоны и в удалении от реки 0,0003. При подобных уклонах скорость движения не превышает нескольких сантиметров в сутки. При максимальных расходах реки они увеличиваются до 0,001, в связи с чем ускоряется и движение (измеряется *дм/сутки*). В максимум влияние реки в сторону распространяется на 5—6 км, в минимум оно уменьшается. При резком снижении горизонтов воды в реке некоторое время наблюдается обратный уклон в сторону реки, благодаря чему река дренирует грунтовые воды, но такое положение кратковременно, до выравнивания зеркала грунтовых вод в соответствии с общим гидравлическим уклоном грунтового потока в целом.

Грунтовые воды в зоне влияния Аму-Дарьи чутко реагируют на

изменение горизонтов воды в реке благодаря гидростатическому давлению<sup>1</sup>.

С удалением от реки гидростатическая связь становится слабее; амплитуда волн колебания уровня уменьшается, и они постепенно затухают, но дальность распространения влияния зависит от характера водосодержащей толщи. Например, в песках оно составляет 3—2,5 км, в более тяжелых породах намного уменьшается. По данным Б. М. Георгиевского (1937), 1 м напора воды в мелкозернистых песках распространяется на 750—1000 м, в суглинках — на 200—250, а в глинах — не больше чем на 25—30 м. Амплитуда колебаний уровня грунтовых вод вблизи реки равна колебаниям горизонтов воды в реке (3—2,5 м), с удалением от реки она уменьшается. В 2—3 км она не превышает 0,5—0,25 м и повторяет колебания горизонтов реки с некоторым опозданием.

Уклон потока грунтовых вод от Аму-Дарьи больше уклона местности, поэтому с удалением от реки глубина вод увеличивается. Так, в 5 км от реки они залегают на глубине 3—5 м, а в 10—15 км — до 10 м и более.

В зоне влияния Аму-Дарьи минерализация грунтовых вод колеблется в пределах 0,3 (паводок) — 0,8 (межень) г/л; здесь они относятся к сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевым. В 5—6 км от реки плотный остаток в грунтовых водах возрастает до 1—2—2,5 г/л, и химический состав их сменяется хлоридно-сульфатно-кальциевым.

Огромное питающее влияние Аму-Дарьи отмечено в периоды паводковых разливов. В настоящее время живая дельта реки, т. е. площади, подверженные затоплению, составляет около 300 тыс. га. Но бывают и катастрофические разливы реки, когда она, прорывая дамбы, заливают громадные территории, причиняя колоссальные бедствия.

Эти воды, фильтруясь через толщу грунта, пополняют запасы грунтовых вод, местами сильно их опресняя. Обычно они образуют пресные подушки на более минерализованных грунтовых водах. Так, если плотный остаток просочившихся вод 1—4 г/л, то грунтовых, залегающих под ними, до 20—30.

Аму-Дарья имеет много протоков, каждый в отдельности повторяет ту же закономерность, и на их общие потоки от Аму-Дарьи накладываются менее мощные потоки грунтовых вод от этих протоков.

Таким образом, между Аму-Дарьей и ее протоками образуется ряд бугров грунтовых вод, имеющих свои уклоны, иногда в противоположную сторону, к главному потоку; изменение их минерализации подчинено тем же закономерностям. На этот природный процесс сильное влияние оказало проведение ирригационных каналов и орошение культурных земель. Но в историческом аспекте оно было двойным. Вначале ирригационные каналы проводили по низким отметкам поверхности (тогда существовала так называемая чигирная система орошения), при этом каналы почти не питали грунтовые воды. На полях культивировался в основном рис и хлопчатник, который поливали очень малыми нормами. Площади же, занятые рисовыми посевами, являлись источниками пополнения запасов грунтовых вод. Таким образом, наряду с буграми грунтовых вод вдоль реки и ее притоков образовались новые бугры под массивами рисовых полей.

В дальнейшем орошение перевели на самотечное, каналы прошли по командным отметкам рельефа. Сильно увеличился водозабор на

<sup>1</sup> В связи с этим явлением зона влияния Аму-Дарьи и крупных ирригационных каналов рассматривается нами как искусственные водонапорные системы.

орошаемые площади, которые с каждым годом увеличивались, в результате появились новые бугры грунтовых вод под массивами хлопчатника и других культур.

Следует добавить, что с сооружением каналов с крупным водозабором отмечается колоссальный сброс неиспользованной воды в понижение рельефа. Таким образом были созданы еще один источник пополнения запасов подземных вод и новые бугры на поверхности основного потока.

Менее мощный источник питания грунтовых вод — атмосферные осадки, особенно ливневого характера, а также разгрузка напорных слабоминерализованных вод меловых отложений в районах, где они непосредственно подстилают четвертичные отложения.

По берегам Аральского моря известную роль играет процесс конденсации, формирующий линзы пресных вод, плавающие на сильноминерализованных водах.

Однако в количественном выражении эти источники питания намного уступают фильтрации из поверхностных водотоков.

Основную роль в расходовании грунтовых вод играют испарение и транспирация растительным покровом. С испарением связаны глубины залегания, амплитуда колебания и минерализация грунтовых вод района. Испаряемость доходит до 1500 мм/год и является основной расходной статьей в балансе грунтовых вод дельты, так как современная дельта Аму-Дарьи представляет собой впадину, сложенную водоупорными породами, в которые вложены водоносные четвертичные отложения, образующие бассейн подземных вод. К этому добавляются малые скорости движения грунтовых вод и вертикальный характер влагообмена благодаря действию процессов испарения. На севере района дельта уходит под Аральское море. Профиль дельта — Аральское море указывает на наличие подпора и, следовательно, отсутствие стока. Практически весь расход грунтовых вод бассейна происходит путем испарения (около 80% приходится на летние месяцы). В зоне гидродинамического влияния поверхностных водотоков грунтовые воды в летний период залегают близко от дневной поверхности. Колоссальное испарение и транспирация вызывают здесь лишь небольшие суточные колебания уровня, так как не могут преодолеть гидростатический напор водотоков, выжимающий вверх грунтовые воды. С глубиной залегания грунтовых вод влияние испарения прекращается.

С большой силой процессы испарения и транспирации проявляются на массивах орошения, где от поливов и промывок грунтовые воды подходят близко к дневной поверхности. Глубины залегания грунтовых вод колеблются в широких пределах — от 0,14 до 20 м. Наименьшие глубины отмечены вдоль действующих русел водотоков и на площадях орошения, с удалением от которых грунтовые воды залегают глубже.

Минерализация свидетельствует в общем о зональном распределении грунтовых вод относительно источников питания, вблизи которых они изменяются от пресных до слабоминерализованных (1—5 г/л). С удалением от источников питания она увеличивается и составляет 15—109 г/л; наибольшая минерализация грунтовых вод в северной части района на неорошаемых площадях, тяготеющих к Аральскому морю.

В большинстве скважин отмечается также увеличение минерализации грунтовых вод с глубиной. Вблизи водотоков благодаря опресняющему влиянию фильтрационных вод появляются пресные грунтовые воды, с удалением от них минерализация грунтовых вод с глубиной увеличивается, за исключением площадей распространения русловых

погребенных песков, в которых минерализация уменьшена по сравнению с водами, залегающими в отложениях озер и разливов.

Таким образом, для низовьев Аму-Дарьи показательно следующее:

1) затрудненность общего подземного стока вследствие слабых уклонов поверхности дельты; в связи с этим расходование грунтовых вод осуществляется путем испарения и транспирации;

2) положительный солевой баланс, характеризующий дельты в целом как область постоянного соленакопления;

3) наличие относительно хорошо выраженного местного подземного стока на участках, тяготеющих к Аму-Дарье, ее протокам и крупным каналам, занимающим гипсометрически командное положение на местности;

4) внутридельтовое перераспределение солей: вынос солей и их транзит по действующим путям поверхностного стока и накопление в понижениях рельефа (изменение минерализации грунтовых вод от гидрокарбонатного типа вблизи водотоков до сульфатно-хлоридного в понижениях при концентрации солей, достигающей нескольких десятков граммов на 1 л);

5) относительно хорошо выраженная локализация подземного стока в мощных песчаных отложениях древних протоков Аму-Дарьи, потенциальных коллекторов грунтовых вод;

6) резко выраженная неравномерность в питании грунтовых вод за счет фильтрационных оросительных и речных вод и в меньшей мере атмосферных осадков, что в значительной степени связано с пестротой литологического состава дельтовых отложений, частым и невыдержанным в плане переслаиванием слоев различного гранулометрического состава;

7) увеличение минерализации с глубиной;

8) подчиненность режима грунтовых вод (сезонного и многолетнего), а следовательно, динамики их баланса режиму поверхностного стока и орошению;

9) местные напоры в районах двухслойной среды, образующиеся благодаря фильтрационному давлению поверхностных вод.

Долины рек хорошо разработаны Аму-Дарьей, Зеравшаном и Кашкадарьей. Особую группу составляют не везде четко выраженные долины бывшего поверхностного стока. Как современные, так и древние речные долины глубоко индивидуальны по литологическому составу их аллювия и его мощности, качеству и обильности источников питания формирующихся в них грунтовых вод, глубине их залегания относительно вреза русел и определяющейся в зависимости от этого гидродинамической и гидрохимической взаимосвязи этих вод с речными и т. д.

Долины Зеравшана и Кашкадарьи вложены в отложения четвертичного возраста и лишь местами в плиоценовую свиту. Первая заполнена преимущественно мелкогалечниково-гравийно-песчаным аллювием, а вторая — гравийно-песчаным и песчаным. В этих условиях речные воды занимают командное положение над зеркалом грунтовых вод, и только на ограниченных участках Бухарской дельты, в центральной части, Зеравшан дренирует грунтовые воды с прилегающей площади в межень; в более узкой полосе они дренируются и каналом Шухруд у его начала.

Грунтовые воды, дренируемые р. Зеравшан, ухудшают качество грунтовых вод ее аллювия до солоноватых.

Своеобразная взаимосвязь грунтовых и речных вод наблюдается в долине Аму-Дарьи. Она врезана в разновозрастные и различные по

литологическому составу отложения — дочетвертичные по правобережью, древнечетвертичные и дочетвертичные по левобережью.

По левобережью эта река является источником питания и дренажной для грунтовых вод прилегающих пространств. По правобережью гидродинамическая, а следовательно, и гидрохимическая связь с грунтовыми водами выявлена слабо. Преобладают участки, дренируемые в межень. Исключение представляют пересекаемые рекой брахиантиклинальные структуры, где ее воды подпитывают горизонты межпластовых вод отложений палеогена и мела.

В долинах, подрусловых частях потоков преобладают пресные, к тому же более обильные грунтовые воды. В настоящее время они используются в некоторых районах для питья. К бортам долин, а в долине Аму-Дарьи и с глубиной, их минерализация увеличивается. На надпойменных террасах, особенно верхних неорошаемых, она повышается и в приповерхностном слое горизонта грунтовых вод под влиянием испарения.

В долинах бывшего поверхностного стока пресные и относительно пресные грунтовые воды сравнительно редки, их образование часто зависит от местных источников питания.

Кратко охарактеризованные региональные закономерности формирования, размещения и стока грунтовых вод Узбекистана более сложны и многообразны. При этом происходит процесс их преобразования в связи с геологическим развитием и другими изменениями естественных исторических условий территории, в различной мере нарушаемыми водохозяйственными мероприятиями.

В равнинных пространствах Кызылкумов грунтовые воды содержатся в четвертичных и неогеновых отложениях. Они образуются за счет атмосферных осадков, речных и грунтовых вод, поступающих из прилегающих районов, межпластовых напорных вод, изливающихся из отложений кайнозоя и мезозоя на участках нарушения их сплошности в условиях брахиструктуры; местами, очевидно, имеют значение и конденсационные воды. При таких разнохарактерных источниках питания химический состав, режим и баланс грунтовых вод разнотипны, в процессе же эксплуатации крайне неравномерно и медленно восстанавливается их общая масса.

В четвертичных отложениях грунтовые воды залегают преимущественно в аллювии староречий и озерных осадках; в эоловых песках образуются небольшие линзы. Основной горизонт грунтовых вод — туранская свита, представляющая нерасчлененные осадконакопления древнечетвертичного и верхнеогенового возраста. Она распространена повсеместно (мощность от нескольких десятков до 180 м), несомненно, содержит горизонт грунтовых вод.

Большое разнообразие литологического состава туранской свиты, частая смена ее слоев, невыдержанных по мощности и простиранию, осложняют залегание грунтовых вод. Единая масса грунтовых вод разобщена ими на горизонты, изолированные друг от друга не на всем протяжении. В отложениях туранской свиты наиболее водообильны мелкозернистые пески и песчаники. В связи со слабологим залеганием горизонтов напор грунтовых вод незначителен.

Пресные грунтовые воды формируются в эоловых песках преимущественно небольшими линзами. Относительно пресные воды сосредоточены вблизи оазисов и в аллювии староречий. В туранской свите они соленые, реже солоноватые. По количеству и качеству воды туранской свиты весьма перспективны для водоснабжения овцеводческих хозяйств.

## АРТЕЗИАНСКИЕ ВОДЫ

История использования артезианских вод уходит в далекое прошлое. Первые, весьма примитивные, но достаточно глубокие выработки были сооружены в странах Азии и Африки еще задолго до того, как был построен знаменитый артезианский колодец во Франции. По данным В. Н. Ростовцева (1914, стр. 55), «китайцы несколько тысяч лет тому назад устраивали при помощи простого канатного бурения очень глубокие артезианские колодцы», закрепляемые бамбуковыми трубами. «Стремление извлечь рассол для получения соли дало этому толчок, и впоследствии в Западно-Китайской провинции Сечшуане (Setchuan), граничащей с Тибетом, этот способ добычи воды достиг высокой степени совершенства» (Келлер, 1930, стр. 7).

В Египте известны случаи рытья глубоких колодцев (200—300 м) еще за несколько столетий до нашей эры. Стенки скважин обычно обсаживались трубами, выдолбленными из стволов деревьев. Артезианские колодцы, обладая напорной водой нередко до состояния самоизлива и будучи экономически выгодными (хотя и трудоемкими) сооружениями, постепенно стали все шире использоваться в различных частях земного шара.

В России известны колодцы, пробуренные еще в 1650 г.

Широкий размах строительства артезианских колодцев на большей части земного шара начался со второй половины XIX в. Этому в значительной мере способствовало усовершенствование методов бурения. В провинции Константина (Северная Африка) за период 1856—1896 гг. было пробурено около 800 скважин. К настоящему времени в пределах Северо-Африканского артезианского бассейна насчитывается примерно 4000 скважин. В южной Африке с 1893 по 1907 г. построено более 1600 глубоких артезианских колодцев. В штате Дакота Северной Америки с 1882 по 1896 г. количество выработок превысило 4000. В Австралии с 1888 г., когда была выявлена возможность получения напорных вод, до 1914 г. сооружено около 3000 скважин, а к 1922 г. — более 4000. В это же время было пробурено множество глубоких артезианских колодцев в Алжире, Франции, Европейской части России и других странах (Келлер, 1930; 1959; Богомолов, 1951).

Несмотря на широкое развитие строительства артезианских колодцев в различных странах, изучению глубоких вод в Узбекистане до установления Советской власти не уделялось достаточно внимания. Первая скважина, пробуренная на территории Узбекистана с целью получения глубоких вод, была заложена в 1883 г. у почтовой ст. Мурзарават по дороге Ташкент — Самарканд. Эта буровая глубиной 68 м дала солоноватую воду, непригодную для питья, что несколько затормозило разведку глубоких вод. Спустя несколько лет по инициативе частных предпринимателей возобновилась разведка артезианских вод в Ташкенте и Коканде. Обе скважины, вскрывшие напорные воды хорошего качества, стимулировали дальнейшие поиски глубоких вод. Однако бурение скважин производили отдельные предприниматели, которые не были заинтересованы в составлении подробного разреза скважин и не систематизировали собранный материал.

В последующие годы темпы сооружения буровых колодцев увеличились, и к 1936 г. было пробурено около 25 скважин. Однако они были неглубокими и вскрывали в основном подземные воды четвертичных отложений. Водоносность более древних образований оставалась неизученной.



Широкий размах строительства артезианских колодцев начался после Великой Отечественной войны, особенно в пятидесятые годы. В настоящее время на территории республики пробурено несколько тысяч скважин, в которых вскрыты напорные воды. Глубина отдельных скважин достигает 2—3 км и более благодаря разведочным работам, проводимым с целью поисков нефти и газа. Накоплен большой и разнохарактерный материал, нашедший свое отражение в трудах гидрогеологов Узбекистана, Москвы, Ленинграда и др.

Одна из первых работ по систематизации материалов глубоких вод Средней Азии принадлежит А. А. Бродскому (1934).

О. К. Ланге (1936) обобщил имеющиеся сведения о глубоких водах Узбекистана и впервые высказал мнение об основных закономерностях формирования артезианских вод.

М. М. Васильевский и др. (1939) в схеме гидрогеологического районирования Азиатской части СССР выделил ряд гидрогеологических бассейнов.

Развивая идею М. М. Васильевского, Г. Н. Каменский, М. М. Толстихина, Н. И. Толстихин, а затем И. К. Зайцев и Н. И. Толстихин (1960) при гидрогеологическом районировании территории СССР приняли следующие классификационные подразделения: артезианские бассейны платформ, гидрогеологические складчатые области и массивы, артезианские бассейны гидрогеологических складчатых областей.

Одной из последних работ, посвященных вопросу гидрогеологического районирования Средней Азии, является исследование Б. Б. Митгарц и Н. И. Толстихина (1961), в котором дается дальнейшее, более детальное районирование территории Средней Азии с классификацией артезианских бассейнов и массивов трещинных вод. В этом труде глубоко проанализированы геологоструктурные особенности районов. Однако вызывает сомнение выделение Байсунского района внутри массива трещинных вод антиклинариев Таджикской виргации. Геологическое строение данного района весьма благоприятно для формирования артезианских вод, так как мощная толща мезо-кайнозойских осадочных образований слагает систему синклиналичных структур (Шургузарская, Кызылчинская, Гаурдакская и др.). В восточном крыле Шургузарской синклинали уже сейчас двумя скважинами получена напорная самоизливающаяся вода из меловых и юрских отложений; вблизи райцентра Дехканабад — из неогеновых, в районе месторождения Гаурдак — из меловых и юрских. Таким образом, отнесение этой территории к «массиву трещинных вод» лишено основания. Необходимо отметить, что данная территория в предыдущей работе Н. И. Толстихина была отнесена к Дехканабадскому артезианскому бассейну внутри Южно-Таджикской системы малых артезианских бассейнов.

Большая заслуга в изучении минеральных и термальных вод Средней Азии, в особенности Узбекистана, принадлежит Б. А. Бедеру. В многочисленных трудах, посвященных этому вопросу, он приводит данные об артезианских бассейнах с показанием границ и площади их распространения.

Б. А. Бедер проделал большую и кропотливую работу по сбору и систематизации огромного разнохарактерного материала по артезианским водам республики. Данные им рекомендации послужили стимулом для дальнейших поисков и разведки минеральных вод.

Необходимо отметить, что гидрогеологическая трактовка понятия *артезианский бассейн* весьма запутанна и неопределенна. Сказанное относится в равной мере как к терминологии, так и к принципам выделения артезианских бассейнов.

Термин *артезианский бассейн* употребляется в разных смыслах и нередко заменяется такими, как *бассейн напорных вод* (Семихатов, 1954), *напорный бассейн* (Богомолов, 1951), *водонапорная система* (Овчинников, 1960), *гидрогеологический бассейн* (Менцер). Возможно, с точки зрения гидрогеологии эти определения правильнее, так как само представление об артезианской воде сейчас неопределенное. Рассмотрим историю возникновения понятия *артезианские воды*.

Термин *артезианская вода* произошел от названия французской провинции Артуа (древнее — Артезия), где в 1126 г. была получена напорная самоизливающаяся вода. С этого времени выработки, вскрывающие самоизливающиеся воды, стали называться артезианскими. Позже этот термин перенесли на подземные воды, водоносные слои и даже на геологические структуры, слагающие водоносные пласты с напорной самоизливающейся водой. Если первоначально термин *артезианская вода* применялся только по отношению к напорным самоизливающимся водам, то в дальнейшем им пользовались при характеристике напорных вод вообще, независимо от того, самоизливаются они или нет. Для того чтобы отличить эти разновидности водопоявления, был введен термин *субартезианская вода*, которая в отличие от артезианской самоизливающейся характеризуется наличием напора, но не поднимается выше поверхности земли. При таком расчленении один и тот же напорный водоносный горизонт, при прочих равных условиях, в зависимости от формы рельефа, где вскрыта подземная вода, может быть отнесен как к артезианскому, так и субартезианскому.

Термину *субартезианская вода* отдельные исследователи придавали и другое значение. Так, А. М. Жирмунский и А. А. Қозырев (1928, стр. 8) писали: «Нами он применяется лишь к водам незначительного напора и притом замечаемого на незначительной по размерам площади». Такое понимание термина советскими гидрогеологами предано забвению.

На современном этапе развития гидрогеологической науки термин *артезианская вода* потерял свое первоначальное значение и его следовало бы заменить понятием *напорная вода*. Однако учитывая то, что первый прочно вошел не только в практику гидрогеологического обихода, но и других отраслей знания, мы ниже будем оперировать им как синонимом термина *напорная вода*. При этом под артезианским бассейном мы понимаем такую геологическую структуру, которая обеспечивает наличие напора в слагающих бассейн водоносных пластах. Она может быть построена по типу синклинали, синеклизы или синклинория, но иногда представляет и моноклинальное сооружение, называемое некоторыми исследователями *артезианским склоном*. В артезианском бассейне наблюдаются области питания (поглощения), напора и расхода (разгрузки, если называть области поглощения областями загрузки).

Областью питания является та часть водоносной толщи, в которой происходит пополнение ресурсов за счет питания с поверхности, а не путем переливания подземных вод из одной структуры в другую. При условии переливания оказалось бы, что на границе двух бассейнов второго и более мелкого порядков область разгрузки первого является одновременно областью питания второго, причем этот участок будет обладать напорностью. Кроме того, при прочих равных условиях каждый последующий бассейн унаследует минерализацию вод предыдущего, а вода при дальнейшем движении будет все более увеличивать свою минерализацию. Такое увеличение концентрации от первого к последующим бассейнам будет протекать до областей региональной разгрузки.

Придерживаясь этих принципиальных положений, мы выделили в пределах Узбекистана и прилегающих частей Средней Азии три крупных артезианских бассейна первого порядка (рис. 34): Сырдарьинский, Амударьинский и Устюртский.

Они представляют собой существенно изолированные друг от друга звенья, входящие в состав единой системы приаральских артезианских бассейнов, располагающихся главным образом на территории Среднеазиатских республик и Южного Казахстана.

Особо выделяем группу мелких артезианских бассейнов Центральных Кызылкумов, размещающихся на относительно небольшом пространстве, но структурно отчетливо обособленных, имеющих хорошо выраженные области питания, подземного стока и разгрузки, нередко направленные в диаметрально противоположные стороны.

### СЫРДАРЬИНСКИЙ АРТЕЗИАНСКИЙ БАСЕЙН

Сырдарьинский артезианский бассейн представляет собой крупную в тектоническом отношении сложнопостроенную геологическую структуру общей площадью около 450 тыс. км<sup>2</sup>. В пределах данной структуры можно выделить Верхнесырдарьинский (ниже именуемый Ферганским), Среднесырдарьинский и Нижнесырдарьинский артезианские бассейны второго порядка. Естественная граница между Ферганским и Среднесырдарьинским бассейнами проходит по поверхности Мехнаткаш-Писталитауского кряжа, являющегося западным продолжением Мо-голтау и простирающегося до северо-западных отрогов Туркестанского хребта около г. Джизака. Среднесырдарьинский бассейн с Нижнесырдарьинским граничат цепью преимущественно брахиантиклинальных структур от г. Джетымтау через г. Карактау и Чули до возвышенности Казыкурт.

### Ферганский артезианский бассейн

Ферганский артезианский бассейн представляет собой сложную в структурном отношении межгорную депрессию, ограниченную с севера, востока и юга пятью высочайшими горными сооружениями (Кураминский, Чаткальский, Ферганский, Алайский и Туркестанский хребты).

В геологическом строении депрессии участвуют горные породы всех систем — от докембрийских кристаллических сланцев до мощных современных рыхлообломочных четвертичных образований. Однако области распространения метаморфических и изверженных пород докембрия и палеозоя не включены в пределы артезианских бассейнов, так как в них развиты главным образом трещинные и трещинно-жильные воды, носящие в основном грунтовый характер.

В пределах распространения осадочных преимущественно карбонатных пород среднего и верхнего палеозоя на глубинах имеются трещинно-карстово-пластовые воды. Подробная характеристика водоносности палеозойских образований дана в трудах Н. А. Кенесарина, А. Н. Султанходжаева и др. (1960). В силу дислоцированности палеозойских отложений эти межпластовые водоносные горизонты слагают систему мелких артезианских бассейнов или осложненный артезианский склон.

Мощная толща (до 8—9 км) мезо-кайнозойских отложений, слагающая внутреннюю преимущественно долинную часть района, характеризуется относительно слабой дислоцированностью пластов горных пород. Она слагает систему взаимосвязанных артезианских бассейнов,

подробная характеристика которых будет дана в порайонном описании. Здесь же необходимо указать на то, что отложения юрского, мелового и палеогенового периодов, имеющие широкое распространение в собственно Ферганской долине, за ее пределами (на западе) выклиниваются. На полосе от г. Беговата до г. Джизака в Верхнесырдарьинском бассейне глубоким разведочным бурением установлено отсутствие меловых и юрских отложений (рис. 35).

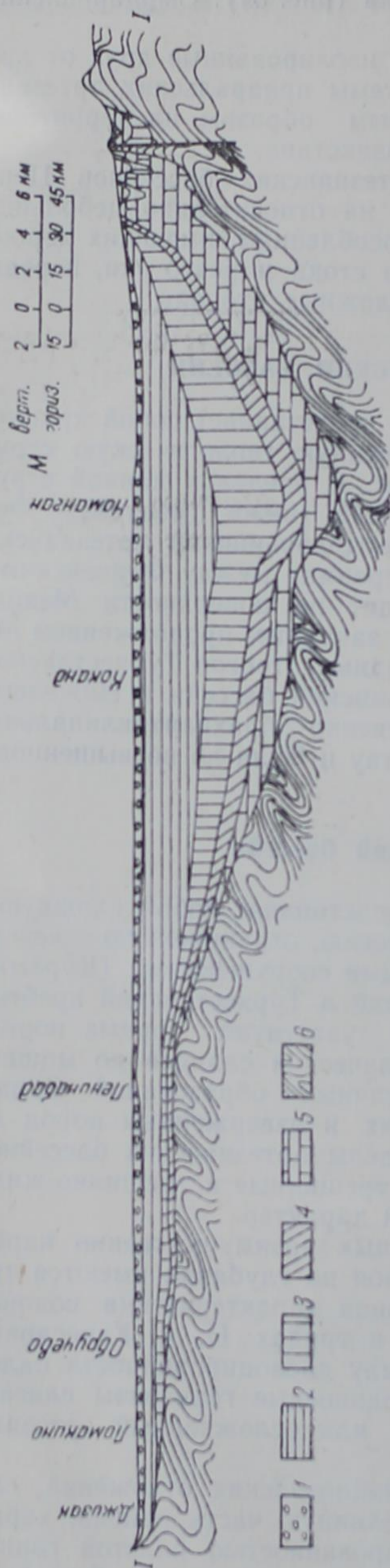


Рис. 35. Схематический структурно-геологический профиль через Ферганский артезианский бассейн (по линии I—I).

1—отложения четвертичной системы, 2—сохского комплекса ( $Q_1$ ) бактрийской свиты ( $N_2$ ), 3—массагетской свиты ( $N_1$ ), 4—палеогена, 5—мезозойской эры, 6—палеозойские образования.

Толща континентальных отложений неогена в описываемом районе распространена почти повсеместно. Ее мощность в Центральной Фергане несколько тысяч метров, а за пределами (у Ленинабадского порога) до 1500—1800 м. Это единственный мощный комплекс отложений, который имеет непрерывное распространение в Ферганском и Среднесырдарьинском артезианских бассейнах. Исключение составляют относительно маломощные четвертичные и палеогеновые образования (рис. 36).

В толще пород мезо-кайнозоя Ферганского артезианского бассейна выделяются следующие взаимосвязанные структуры третьего порядка (рис. 37): Центрально-Ферганский артезианский бассейн; артезианские бассейны заадырных и межадырных впадин Северной и Южной Ферганы; Восточно-Ферганский артезианский склон; артезианские бассейны внутригорных впадин.

Подробная характеристика как отдельных водоносных комплексов, так и выделенных вторичных артезианских бассейнов дана во второй части монографии при порайонном описании. Здесь же укажем на то, что в пределах Ферганского артезианского бассейна, как ни в одном другом артезианском бассейне Средней Азии, встречаются почти все комплексы водоносных горизонтов и типы подземных вод — как пресные воды, приуроченные к галечникам четвертичного возраста, так и высокие рассолы зоны застойного режима меловых и третичных образований.

В Ферганской долине мощность четвертичных отложений, к которым приурочены самые крупные по ресурсам напорные водоносные горизонты, достигает 1000—1300 м. Эти воды, обладая хорошими питьевыми качествами (плотный остаток до 1,0 г/л), широко используются для централизованного водоснабжения и частично для орошения. По предварительным подсчетам, их естественные динамические запасы равны 150—200 м<sup>3</sup>/сек.

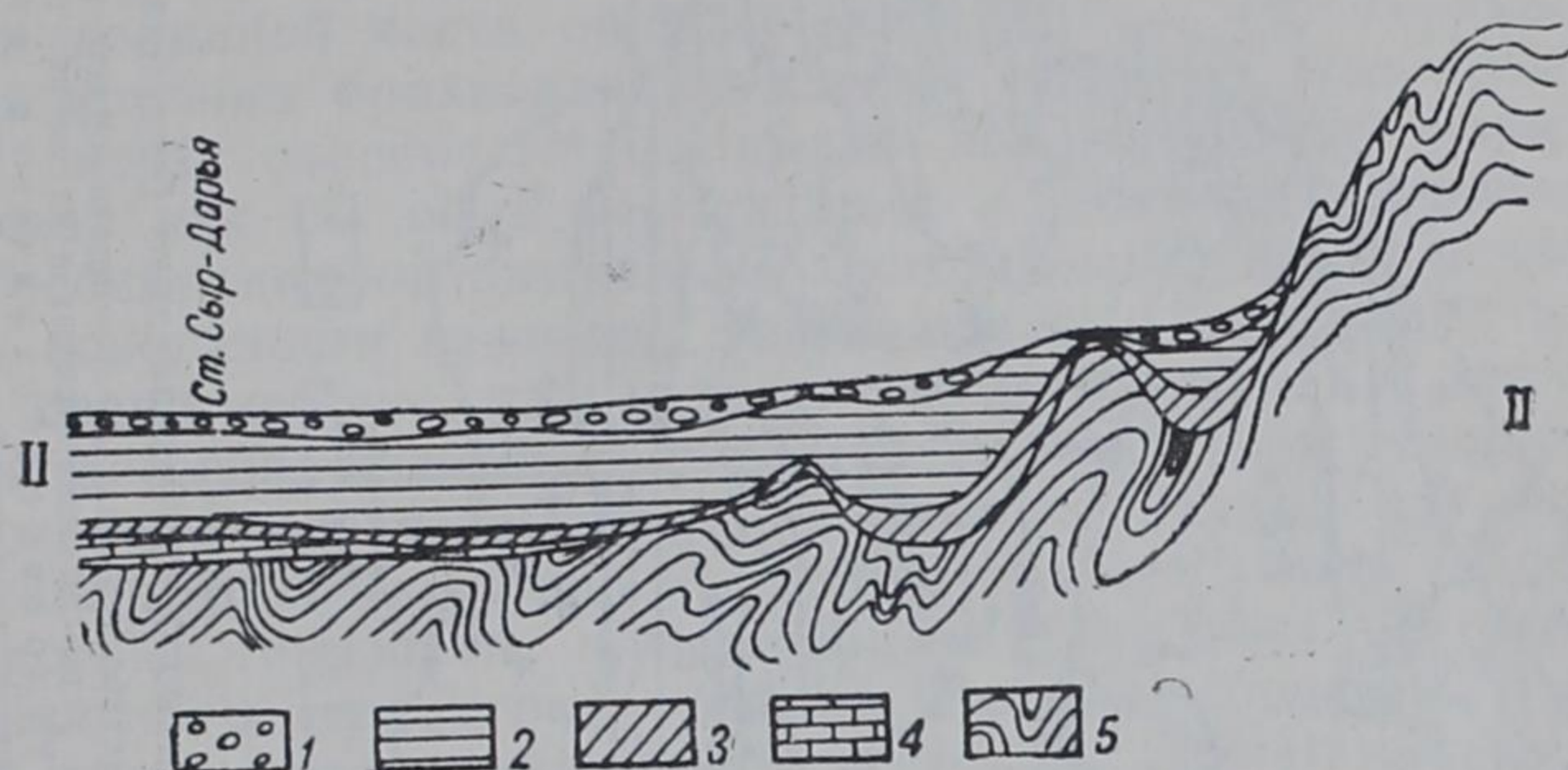


Рис. 36. Схематический структурно-геологический профиль через Ферганский артезианский бассейн (по линии II—II).  
1—отложения четвертичной системы, 2—неогена, 3—палеогена, 4—мела, 5—палеозойские образования.

В 4—5-километровой толще неогеновых континентальных отложений встречено около 10 водоносных горизонтов, обладающих высокими напорами (до 3500 м). Водоносные горизонты, приуроченные к бактрийскому комплексу отложений, обладают относительно слабой минерализацией (плотный остаток 1—5 г/л), а воды массагетской серии характеризуются высокими концентрациями (до 110 г/л). Такой контраст в степени минерализации, по мнению Б. А. Бедера, объясняется различными палеогеографическими условиями осадконакопления. «Совершенно отличные условия генезиса этих отложений определили резко различную степень засоленности их, что полностью отражается на степени и характере минерализации циркулирующих в них подземных термальных вод — пресных или слабоминерализованных — в породах бактрия и сильно минерализованных вод или рассолов — в породах массагета» (Бедер, 1958, стр. 47).

Бесспорно, что условия осадконакопления комплекса отложений бактрийской и массагетской серий были несколько разнообразны. Однако как бактрийские, так и массагетские отложения представляют собой континентальные образования межгорной депрессии, где по мере накопления осадков наблюдалось прогибание центральной части и воздымание горных сооружений по периферии. При этом воздымание и опускание осуществлялись не плавными движениями, а сменой фазы усиленного поднятия фазой относительного покоя и стабилизации. Поэтому если в период осадконакопления массагетской серии осадков преобладали лагуны, то в бактрийский век наблюдалось преимущественное развитие терригенных пород. Указывает ли это на отсутствие в отложениях бактрийской серии лагунных образований? Нам кажется такое утверждение излишне опрометчивым, ибо в разрезе отложений бактрийской серии Северной Ферганы встречены прослой гипсовых солей с присущими для замкнутых бассейнов сериями осадков.



Рис. 37. Схема структурно-гидрогеологического районирования Ферганского артезианского бассейна.

1—горно-складчатая область преимущественного питания непорных вод палеозойских образований (слабо изучена), 2—границы водораздела рек, 3—границы артезианских бассейнов различного порядка, 4—горноскладчатая область преимущественного развития изверженных и метаморфических образований вне пределов артезианского бассейна (гидрогеологический массив по Н. И. Толстухину). Условные обозначения на схеме. I, II—бассейны второго порядка, I, 2 и т. д.—бассейны третьего порядка, А, Б, В—бассейны четвертого порядка, А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, А<sub>3</sub>,...; Б<sub>1</sub>, Б<sub>2</sub>, Б<sub>3</sub> и т. д.—бассейны пятого порядка.

Принимая во внимание вышеуказанное, можно сказать, что при выявлении закономерностей формирования подземных вод нельзя ограничиваться только показателями литолого-фациальных условий. В этом вопросе немаловажное значение имеют геолого-структурные и геоморфологические показатели, определяющие в значительной степени динамику подземных вод, от которой зависит и их химический состав.

Отложения массагетской серии, залегая под мощными континентальными образованиями бактрия, обнажаются главным образом по периферии долинной части описываемого района. Исключение составляют ядра крупных брахиантиклинальных структур. При этом участки обнажения почти повсеместно занимают положительные формы рельефа и служат как бы областью питания. Западная периферическая часть погребена под отложениями бактрийской серии и свободного доступа к поверхности не имеет. Таким образом, подземные воды массагетской серии неогена, как и воды палеогена и мела, заключены в замкнутый бассейн, лишенный областей региональной разгрузки. Этот фактор создает условия застойного режима подземных вод и вызывает наряду с засоленностью пород увеличение концентрации раствора.

Водоносные горизонты, приуроченные к бактрийской серии неогена, обнажаются в своде почти каждой брахиантиклинали. В западной части они непрерывно простираются в сторону Ломакинского предгорного прогиба, расположенного между Туркестанским хребтом и Мехнаткашским валом в палеозойском складчатом основании.

Обычно положительные структуры слагают положительные формы рельефа. Поэтому обнажения, расположенные в периферической части депрессии, в большинстве значительно выше обнажений в кольце адыр. В силу этого в нижележащих адырах, особенно в сторонах, обращенных к предгорьям, и вдоль местных базисов эрозии, наблюдается серия мелких родников, характеризующихся несколько повышенными показателями минерализации (до 2—3 г/л). Кроме того, воды бактрийских образований имеют возможность «перелива» подземных вод в Среднесырдарьинский бассейн. Эта особенность создает условия для относительно большей подвижности — динамичности — подземных вод и способствует формированию слабоминерализованных вод (от долей до 5 г/л). Эту часть структуры, согласно классификации Н. К. Игнатовича (1947), можно отнести к числу полураскрытых.

### Среднесырдарьинский артезианский бассейн

Среднесырдарьинский артезианский бассейн — сложная в тектоническом отношении структура, характерной особенностью которой является наличие районов как с постпалеогеновым этапом орогенного развития, так и с типично платформенным режимом тектоники. Поэтому данный бассейн занимает как бы промежуточное положение между платформой и орогеном. В его пределы входят Приташкентский район, Голодная степь и юго-восточная часть Кызылкумов.

В геологическом строении Среднесырдарьинского артезианского бассейна и его горного обрамления участвуют породы палеозоя, мезозоя и кайнозоя.

Палеозойские образования представлены в обнажениях горного обрамления метаморфизованными сланцами и изверженными породами. Карбонатная фация осадков имеет подчиненное распространение и развита в основном в Чаткальском, Угамском и Пскемском хребтах. По данным геофизических исследований (Мельконовицкий, 1961), палеозойские образования на глубине (под толщей осадков мезо-кайно-

зоя) сложены магматическими и осадочно-метаморфическими образованиями. Общее направление простирания пород субширотное, несколько дугообразное, с выпуклостью к югу.

Анализ материалов структурно-геологического районирования с широким использованием данных глубокого бурения позволяет выделить внутри Среднесырдарьинского артезианского бассейна группу Юго-восточно-Кызылкумских и Приташкентских бассейнов. Естественная граница между ними обусловлена воздыманием палеозойского складчатого основания от гор Писталитау через Чардаринское поднятие до гор Казыкурт. В пределах группы Приташкентских бассейнов выделяются Келесская, Ташкентская, Ангренская впадины с глубиной залегания кровли палеозойских образований до 3 тыс. м и более. К числу несколько меньших погружений относятся Мирзачульская и Мирзараватская впадины.

### ПРИТАШКЕНТСКИЙ АРТЕЗИАНСКИЙ БАССЕЙН

Для Приташкентской группы бассейнов характерно развитие мощной толщи мезо-кайнозойских отложений, представленных меловыми, третичными и четвертичными образованиями. Отложения триаса в данном районе отсутствуют. Юрские образования развиты главным образом в верховьях долины р. Ангрэн. Горные породы мела и палеогена, имеющие большие мощности в вышеперечисленных глубоких впадинах, к югу и юго-востоку постепенно выклиниваются и в пределах южной границы отсутствуют. К северу и северо-западу от впадин меловые отложения распространены повсеместно. Разведочным бурением на площади Приташкентской группы бассейнов вскрыты высоконапорные, чаще самоизливающиеся воды из палеозойских, меловых, палеогеновых, неогеновых и четвертичных образований.

Подземные воды палеозойских образований вблизи областей питания обладают минерализацией 0,3—0,6 г/л, а в некотором удалении от них (Хаватагская структура) представлены солоноватой водой (около 4 г/л).

Скважина, пробуренная вблизи Сырдарьи, вскрыла водоносный горизонт в палеозойских образованиях на глубине 1615 м. Вода в выработке оказалась соленой, плотный остаток 7,3 г/л.

Подземные воды меловых отложений на площади Приташкентской группы бассейнов вскрыты более чем 10 скважинами на глубинах от сотен до 2000 м и более. Вода в выработках высоконапорная, самоизливающаяся, в доминирующем большинстве пресная, с плотным остатком до 1 г/л. По составу гидро-карбонатно-натриевая с повышенным содержанием сульфатов и хлоридов. Температура воды в зависимости от глубины вскрытия водоносного горизонта изменяется от 21 до 65° С. Воды меловых отложений в настоящее время широко используются для лечения и бутылочного розлива, а также в банно-прачечном комбинате и отоплении отдельных предприятий.

Напорные воды палеогена вскрыты выработками в пределах Мирзараватской депрессии и Голодной степи. В первом районе получена пресная вода отличного качества, тогда как в Мирзачуле (ныне г. Гулистан) вскрыта соленая вода с плотным остатком 27,0 г/л. Этот факт невольно наводит на мысль о том, что с удалением от основной области питания наблюдается закономерное увеличение минерализации воды.

Напорные воды из верхнеогеновых отложений вскрыты буровыми колодцами на Хаватагской структуре, в долине р. Ангрэн и в окрестностях райцентра Мирзачуль. Во всех выработках (за исключением



одной) они обладают пресной водой с плотным остатком около 1,0 г/л. Одна из скважин, расположенная вблизи райцентра Мирзачуль на глубине 536 м, вскрыла воду из отложений неогена с плотным остатком 7,2 г/л, сульфатно-натриевого состава. Другая выработка, расположенная примерно в том же районе на глубине 235—283 м, вскрыла водоносный горизонт в верхне-неогеновых отложениях с минерализацией 0,8 г/л.

Подземные воды четвертичных отложений вскрыты множеством выработок и приурочены главным образом к отложениям Ташкентского и Сохского комплексов отложений, а на отдельных участках — Голодно-степского.

Формирование потока напорных вод четвертичных отложений начинается в предгорьях Туркестанского, Чаткальского и Кураминского хребтов. Не исключена возможность частичного поступления напорных вод древнечетвертичных отложений со стороны Ферганской депрессии.

Исследованиями установлена гидравлическая связь между отдельными горизонтами напорных вод. Согласно карте гидроизопьез А. С. Хасанова, поток подземных вод четвертичных отложений направлен от предгорий в сторону центра Голодной степи.

Минерализация напорных вод данного комплекса отложений в целом не велика, плотный остаток в большинстве выработок не превышает 1 г/л.

Напорные воды четвертичных отложений используются для водоснабжения и частично орошения. Однако их ресурсы могли бы быть использованы значительно больше, особенно в маловодных районах Голодной степи. Это позволит наряду с обводнением засушливых районов, где чувствуется острый недостаток поверхностных вод, значительно улучшить мелиоративное состояние земель.

### **Юго-восточно-Кызылкумский бассейн**

Группа юго-восточных Кызылкумских бассейнов изучена относительно слабо. В ее пределах, особенно в западной части, буровыми колодцами вскрыты напорные воды в отложениях верхнего мела и палеогена. Минерализация воды большинства выработок 2—3 г/л. Встречаются скважины с плотным остатком воды от 1,2—1,5 до 5—6 г/л. Состав воды в большинстве хлоридно-натриевый с повышенным содержанием сульфатов. Несколько повышенная минерализация и хлор-натриевый состав подземных вод, видимо, связаны с условиями относительно затрудненного водооттока. Это обусловлено наличием цепи положительных структур, затрудняющих свободное перемещение подземных вод на север. Напорные воды в данном районе используются для водоснабжения и мелкооазисного орошения.

### **Нижнесырдарьинский артезианский бассейн**

Нижнесырдарьинский бассейн занимает огромную площадь Северных Кызылкумов и простирается от истоков р. Арысь на юго-востоке до Аральского моря на северо-западе.

В пределах Нижнесырдарьинского артезианского бассейна можно выделить Приаральский, Тахтакупырский, Восточно-Кызылкумский, Западно-Каратауский (Южно-Каратауский по У. М. Ахмедсафину), Арысский (Чимкентский) артезианские бассейны.

Буровыми колодцами установлено наличие напорных вод в породах палеозоя, юры, мела, палеогена и четвертичной системы, причем

артезианские воды в отложениях палеозоя, палеогена и четвертичной системы развиты главным образом в пределах Западно-Каратауского и Арысского бассейнов.

Юрские отложения установлены глубоким бурением в ряде районов описываемой территории. Однако сведения о напорных водах здесь крайне ограничены и относятся к территории Казахской ССР. Упоминание о них имеет важное значение для решения вопроса формирования подземных вод в пределах Приаральского бассейна. По данным У. М. Ахмедсафина и др. (1961), верхнеюрские отложения, представленные песчано-глинистыми образованиями, вскрыты скважинами вдоль границы Приаральского и Восточно-Кызылкумского артезианских бассейнов. Скважина, расположенная вблизи бугра Аккыр, вскрыла напорный водоносный горизонт в верхнеюрских песках на глубине 722—823 м с расходом 8,5 л/сек. Плотный остаток воды в выработке — 1384 мг/л. Вода по составу хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатная, натриево-кальциевая. Температура ее 36°. Другая скважина, заложенная на Нижнесырдарьинском поднятии, дала напорную воду с плотным остатком 6,4 г/л.

Меловые отложения в пределах Нижнесырдарьинского артезианского бассейна распространены повсеместно. С ними связаны основные хорошо изученные горизонты напорных вод, представленные песками и песчаниками, переслаивающимися с глинами, алевролитами, мергелями. Водоносные горизонты приурочены к толще песков и песчаников. Пласты глин, алевролитов и мергелей обладают ничтожными водовмещающими свойствами и потому рассматриваются как водоупорные слои. Наличие относительно выдержанных слоев глин и алевролитов в кровле нижнего мела и сеномана дает возможность отдельно рассматривать водоносные горизонты сенон-туронского, сеноманского ярусов и нижнего мела. Относительно хорошо изучена водоносность сенон-туронского яруса. Из его отложений на территории Нижнесырдарьинского бассейна многими десятками скважин вскрыты высоконапорные, часто самоизливающиеся воды, широко используемые для водоснабжения и обводнения. Качество подземных вод удовлетворительное. Плотный остаток их обычно 1,3—3,2 г/л. Величина напора над устьем скважины изменяется в весьма широких пределах, в зависимости от места заложения скважины. Однако в большинстве случаев она колеблется от 10—15 до 25—30 м. Соответственно колеблется расход воды в скважинах, достигая в отдельных случаях 30—35 л/сек.

В заключение обзора напорных вод Сырдарьинского артезианского бассейна необходимо отметить следующее. Все артезианские бассейны (второго и более мелкого порядка) гидравлически между собой связаны. Эта связь выражается не во всех водоносных горизонтах, что зависит от геологического строения данного района. Как известно из вышеизложенного, меловые отложения, почти повсеместно распространенные в Сырдарьинском артезианском бассейне, отсутствуют в Мехнаткаш-Писталитауском кряже и его окрестностях. Тем самым водоносные горизонты меловых отложений Верхнесырдарьинского бассейна изолированы от Среднесырдарьинских. Таким образом, водоносные горизонты меловых отложений, как и юрских и палеогеновых образований данного района, представляют собой своеобразный замкнутый бассейн, в котором господствует застойный режим. По этой причине здесь формируются высокоминерализованные подземные воды до хлор-кальциевого состава.

Гидравлическая связь между Верхне- и Нижнесырдарьинским артезианскими бассейнами осуществляется через водоносные горизонты

верхнетретичных, четвертичных, а возможно, и палеозойских образований.

Водоносные горизонты меловых отложений Средне- и Нижнесырдарьинского бассейнов представляют собой единую гидравлически связанную между собой водонапорную систему. Гидравлическая связь хорошо прослеживается в прилагаемых профилях, на схеме гидроизопьез и по изменению минерализации подземных вод верхнемеловых (особенно сенон-туронских) отложений (рис. 38).

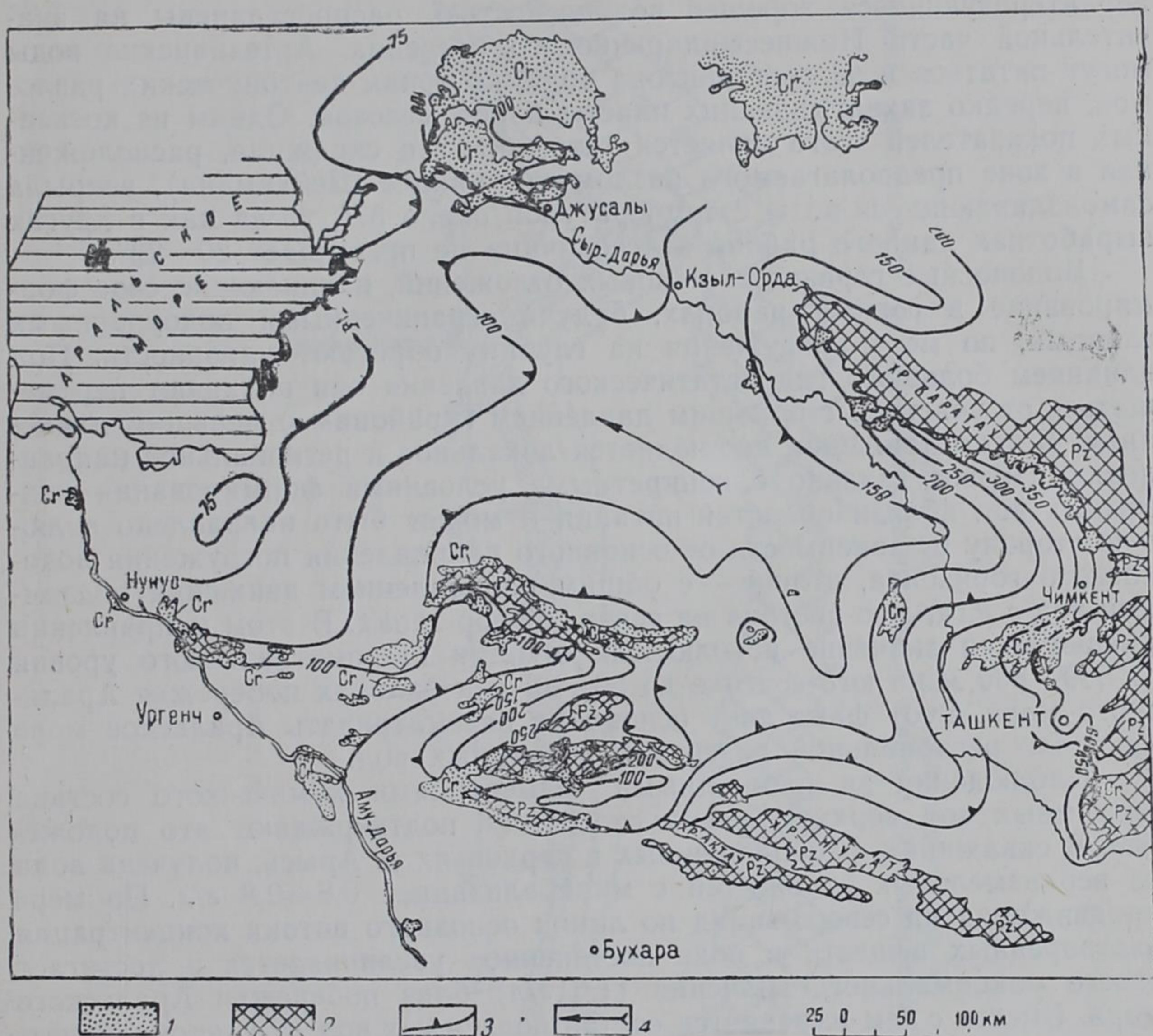


Рис. 38. Схема гидроизопьез меловых отложений Сырдарьинского артезианского бассейна. Составили А. Н. Султанходжаев и Х. Р. Дусходжаев.

1—выходы меловых отложений, 2—палеозойских образований, 3—гидроизопьезы подземных вод верхнемеловых отложений с показанием направления местного (локального) стока, 4—направление основного (регионального) стока.

Из схемы гидроизопьез видно, что основные области питания Средне- и Нижнесырдарьинского артезианских бассейнов расположены в горах и предгорьях хребтов Каратау, Угам, Пскем, Чаткал, Курама, Нуратау и др. К местным областям питания следует отнести места обнажений меловых отложений в горах Ауминзатау, Тамдытау, Джетымтау, Букантау, Карактау и др. Питание подземных вод может осуществляться как путем непосредственной инфильтрации в обнажениях, так и за счет поступления (перелива) подземных вод из смежных водоносных комплексов на глубине.

Исследованиями К. П. Петушкова и др. в 1961 г. установлено, что значительная часть подземных вод верхнемеловых отложений Приташ-

кентского района обязана своим происхождением водам палеозойских образований. Здесь на контакте меловых и палеозойских образований под покровом отложений кайнозоя происходит «переливание» подземных вод известняков палеозоя в пески и песчаники мела. Такое же явление происходит, вероятно, и на западных склонах хр. Каратау.

О роли подземных вод палеозоя в питании водоносных горизонтов мезо-кайнозоя Кызылкумов убедительных данных нет. Однако такая возможность не исключена, так как известняки складчатого основания, характеризующиеся хорошей водоносностью, распространены на значительной части Нижнесырдарьинского бассейна. Артезианские воды могут питаться и за счет притока воды по зонам тектонических разломов, нередко захватывающих пласты пород мезозоя. Одним из косвенных показателей этого является тот факт, что скважина, расположенная в зоне предполагаемого разлома (в районе Шейхамана), вскрыла самоизливающиеся воды с температурой около  $37^{\circ}$ , тогда как в других выработках данного района эта величина не превышает  $20-22^{\circ}$ .

Водоносные горизонты меловых отложений, начинающие свое формирование в горных районах, будучи ограниченными водоупорными глинами, по мере погружения на глубину обретают напорность. Под влиянием большого гидростатического давления они начинают перемещаться от участков с большим давлением к районам с меньшим давлением. В этом движении наблюдается локальное и региональное направления. Первое связано с конкретными условиями формирования подземных вод вблизи областей питания и может быть направлено в любую сторону в зависимости от основного направления погружения водоносного горизонта, второе — с общим направлением движения подземных вод с юга, юго-востока на север, северо-запад. В этом направлении уменьшается значение абсолютных отметок пьезометрического уровня от  $500-800$  м на юго-востоке до  $50-80$  м в районах побережья Аральского моря. Этот факт дает основание рассматривать Аральское море как очаг региональной разгрузки подземных вод.

Наблюдения за площадными изменениями химического состава подземных вод верхнемеловых отложений подтверждают это положение. В скважинах, расположенных в верховьях р. Арысь, получена вода из верхнемеловых отложений с минерализацией  $0,6-0,8$  г/л. По мере продвижения на северо-запад по линии основного потока концентрация растворенных веществ в воде постепенно увеличивается и достигает своего максимального значения ( $1,6$  г/л) близ побережья Аральского моря. Вместе с тем изменяется состав подземных вод от гидрокарбонатно-натровых в районах близ областей питания через сульфатно-натровые в скважине, находящейся недалеко от бугра Аккыр, до хлоридно-натровых в скважинах у побережья Аральского моря.

Интересные показатели изменения химического состава подземных вод получены при опробовании водоносных горизонтов скважинами поперек основного потока.

По данным У. М. Ахмедсафина и др. (1961), по профилю гора Букантау — Нижнесырдарьинское поднятие, южнее бугра Аккыр, скважины в верхнемеловых отложениях вскрывают наименее минерализованные воды с сухим остатком  $1,1-1,3$  г/л. К югу и особенно к северу от них минерализация подземных вод постепенно повышается, достигая в северных районах  $2,5-3,0$  г/л. Авторы полагают, что наличие менее минерализованных вод в осевой части структуры связано с влиянием потока подземных вод, проходящих с юго-востока на северо-запад. Наблюдения за изменением химического состава подземных вод и составленные нами схемы гидроизопъез (рис. 38, 39) подтверждают

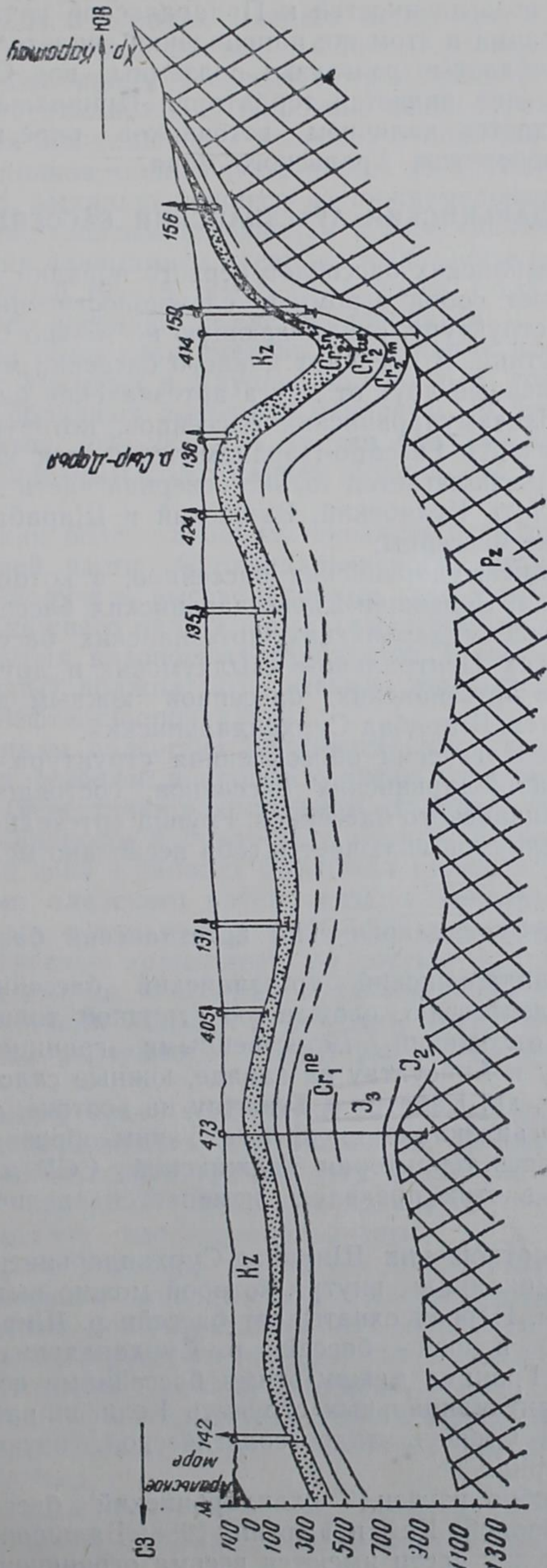


Рис. 39. Схематический структурно-гидрогеологический профиль через Нижнесырдарьинский артезианский бассейн. Составили А. Н. Султанходжаев и Х. Р. Дусходжаев.

положение о наличии регионального стока с юго-востока на северо-запад.

Общее погружение водоносных горизонтов и их пьезометрического уровня от горных возвышенностей к Приаральской синклинали и увеличение минерализации в этом же направлении свидетельствуют о том, что региональной областью разгрузки подземных вод Сырдарьинского артезианского бассейна является территория Приаральской синклинали. Это подтверждается наличием источников опресненных вод на островах и близ побережья Аральского моря.

### АМУДАРЬИНСКИЙ АРТЕЗИАНСКИЙ БАСЕЙН

В системе артезианских бассейнов первого порядка Амударьинский бассейн представляет собой огромную сложнопостроенную в тектоническом отношении структуру, охватывающую не только Среднюю Азию, но и часть Афганистана. В пределах данного бассейна можно выделить следующие обособленные друг от друга артезианские бассейны:

1) группа Верхнеамударьинских бассейнов, которую справедливо можно было бы назвать Гиссаро-Парапамизской, так как на территории Средней Азии располагается только северная часть этих бассейнов. Здесь можно выделить Кулябский, Вахшский и Ширабад-Сурхандарьинский артезианские бассейны;

2) группа Среднеамударьинских бассейнов, в которую входит система Каракумских и Зеравшан-Кашкадарьинских бассейнов;

3) группа Нижнеамударьинских артезианских бассейнов, состоящих из серии мелких Центрально-Кызылкумских и других бассейнов.

В этой системе артезианских бассейнов южным для территории Узбекистана является Ширабад-Сурхандарьинский.

Вторая гидрогеологически обособленная структура — сложная система Зеравшан-Кашкадарьинских бассейнов, состоящая из Кашкадарьинского и Зеравшанского бассейнов. Группа артезианских бассейнов Центральных Кызылкумов включает в себя несколько мелких артезианских бассейнов.

### Ширабад-Сурхандарьинский артезианский бассейн

Ширабад-Сурхандарьинский артезианский бассейн представляет собой межгорную депрессию, сложенную мощной толщей (8—9 км) мезо-кайнозойских отложений. Естественными границами ее служат хребты Кугитангтау и Байсунтау на западе, южные склоны Гиссарского хребта на севере, хр. Бабатаг и Туунтау на востоке, северные склоны Парапамизского антиклинория на юге. Таким образом, южная граница охватывает часть территории Таджикской ССР и Афганистана. Площадь бассейна в этих пределах измеряется величиной порядка 30 000 км<sup>2</sup>.

В структурном отношении Ширабад-Сурхандарьинский бассейн — осложненная мегасинклиналь, внутри которой можно выделить две более мелкие впадины. Первая охватывает бассейн р. Ширабад и именуется Ширабадской, вторая — бассейн р. Сурхандарьи и называется Сурхандарьинской. Граница между этими бассейнами обусловлена наличием цепи брахиантиклинальных структур Келифширабадской и Сарыкамышской гряд. Степень гидрогеологической изученности обеих структур неравномерна.

Наиболее подробно изучен Сурхандарьинский бассейн (Соседко, 1938; Лучицкий; Воронов; Ким и Каргин, 1958; Балашов, 1960; Бедер, 1961), а о Ширабадской части имеются весьма ограниченные сведения.

Разведочным бурением в пределах Сурхандарьинского артезианского бассейна выявлены напорные воды в отложениях верхнего мела, палеогена и четвертичной системы. Не исключена возможность наличия артезианских вод в породах нижнего мела, юры и неогена.

Меловые отложения на всю мощность разведочными скважинами не вскрыты. Имеющиеся сведения ограничиваются характеристикой напорных вод верхнемеловых (особенно сенон-туронских) образований. О водоносности нижнемеловых и юрских отложений можно пока судить по данным родников, описанных в работе Л. С. Балашова (1960) и др.

Источники, выклинивающиеся из нижнемеловых образований, приурочены к трещиноватым песчаникам и известнякам, переслаивающимся с глинистыми сланцами и алевролитами. Они в основном малодебитны с температурой 12—15, редко 20° и более. Вода в родниках в большинстве случаев пресная или слабосоленоватая.

Подземные воды верхнемеловых отложений вскрыты выработками на структурах Учкызыл и Хаудаг. Водоносные горизонты на глубине 1000—1500 м обладают высокими напорами до состояния самоизлива (плотный остаток 232—285 г/л), состав вод хлоридный, натрово-кальциевый с повышенным содержанием йода и особенно брома (Бедер, 1961).

При бурении более глубоких скважин в положительных структурах центральной части Сурхандарьинского артезианского бассейна можно будет получить высоконапорные, чаще гипертермальные воды из отложений нижнего мела и юры. Ожидаемая минерализация подземных вод вскрытых водоносных горизонтов (особенно приуроченных к отложениям юры) должна быть весьма значительной. Не исключена возможность нефтегазопроявлений.

К отложениям палеогена приурочено несколько водоносных горизонтов. Из них наиболее подробно изучены горизонты, приуроченные к карбонатным (известняки-ракушечники, доломитизированные известняки) породам алайского и бухарского ярусов. Характеристика водоносных горизонтов дана в работах Балашова (1960) и Бедера (1958, 1961). С отложениями алайского яруса связаны напорные, часто самоизливающиеся воды с температурой 25—50° в зависимости от глубины вскрытия водоносных горизонтов, по составу хлоридно-натриевые, содержащие йод и бром, с плотным остатком от 15—20 до 30 г/л. Изменение минерализации зависит от глубины вскрытия водоносного горизонта и условий раскрытости структуры, на которой пробурена скважина.

К отложениям бухарского яруса палеогена (по данным Б. А. Бедера) приурочено 5 водоносных горизонтов, вскрытых выработками на глубинах от 180 м (структура Хаудаг) до 2000 м (Джайранхана). Воды напорные, нередко самоизливающиеся с температурой от 32 до 60—70°, по составу хлоридно-кальциевые, с плотным остатком от 26 (район старого Термеза) до 142 г/л (Аккурган).

О существовании напорных вод в мощной толще континентальных отложений неогена достоверных данных мы не имеем. Однако синклинальный характер структуры, присутствие водоносных песчано-конгломератовых образований в толще глинистых пород и почти повсеместное распространение красноцветных континентальных отложений дают основание предположить наличие высоконапорных термальных вод в отложениях неогена.

Напорные воды четвертичных образований приурочены к пескам и галечникам конусов выносов Ширабаддарьи, Ходжаипака и других притоков Сурхандарьи.

По данным Б. А. Бедера (1961), Р. П. Кима и И. Е. Каргина (1958) и др., на Ширабадском конусе выносов вскрыто скважиной семь водоносных горизонтов. Глубина залегания их от 20—30 до 100 м и более. Величина напора от 20 до 200 м и более, уровень воды нередко устанавливается выше устья скважины. Минерализация воды в большинстве выработок не превышает 1,0 г/л.

В формировании напорных вод четвертичных отложений принимают участие как поверхностные водотоки, инфильтрующиеся в галечниковых частях конусов выносов, так и приток подземных вод со смежных территорий.

Необходимо отметить большое сходство гидрогеологических условий Ширабад-Сурхандарьинского артезианского бассейна с Верхнесурхандарьинским. Оно выражается в застойности режима напорных вод, приуроченных к отложениям палеогена, мела, юры, а возможно, и самых низов неогена. Водоносные горизонты верхнего неогена, особенно древнечетвертичных отложений, вероятно, имеют условия относительно более активного водообмена и сообщения с прилегающей на юго-западе структурой; поэтому не исключена возможность получения слабоминерализованных, преимущественно пресных и солоноватых вод из нижнечетвертичных и верхненеогеновых отложений.

### **Зеравшан-Кашкадарьинский артезианский бассейн**

На северо-западе Ширабад-Сурхандарьинского артезианского бассейна расположен Зеравшан-Кашкадарьинский артезианский бассейн, внутри которого можно выделить два относительно обособленных бассейна: Кашкадарьинский и Зеравшанский.

#### **Кашкадарьинский артезианский бассейн**

Он граничит с Ширабад-Сурхандарьинским на юго-востоке, с Зеравшанским на севере, северо-западе, с группой Каракумских артезианских бассейнов (Заунгузский, Центрально-Каракумский, Бадхыз-Карабильский, по Митгарц и Толстихину) на западе и юго-западе. При этом если северные, южные и особенно восточные границы бассейна выражены более или менее отчетливо, то западные и юго-западные проводятся условно по серии мелких брахиантиклинальных структур, вытянутых в субмеридиальном направлении.

В структурном отношении Кашкадарьинский бассейн представляет собой мегасинклиналь (по О. А. Рыжкову), осложненную серией положительных, преимущественно брахиантиклинальных структур. Анализ структурно-геологических особенностей позволяет выделить в данном районе Дехканабадский, Каршинский и Бухарский артезианские бассейны третьего порядка. Дехканабадский бассейн, в свою очередь, складывается из нескольких синклиналей — бассейнов четвертого порядка (Шургузарский, Кызылчинский, Гаурдакский и др.). Все эти структуры в той или иной мере гидравлически связаны и представляют часть большого Амударьинского артезианского бассейна первого порядка.

Разведочными работами в пределах Бухаро-Каршинского артезианского бассейна установлены напорные воды в отложениях палеозоя, юры, мела, палеогена, неогена и четвертичной системы.

Напорные воды в палеозойских образованиях установлены в нескольких пунктах (сел. Сыпки, структуры Джаркак, Южный Мубарек и др.). Кровля палеозойских образований вскрыта скважинами на глубинах 53 м (Сыпки), 1275 м (Джаркак), 1693 м (Южный Муба-



рек). Таким образом, наблюдается погружение кровли палеозойских образований с северо-востока на юго-запад. В этом же направлении увеличивается минерализация подземных вод. Формула состава воды из скважин в сел. Сыпка —  $M_{1,1} \frac{SO_{55}^4 Cl_{24} HCO_{21}^3}{Na_{38} Ca_{32} Mg_{30}}$ ; на структуре Джаркак —

$M_{93} \frac{Cl_{99}}{Na_{73} Ca_{22}}$ ; на структуре Южный Мубарек —  $M_{99} \frac{Cl_{98}}{Na_{89} Ca_8}$  (Бедер, 1961).

Водоносность юрских отложений в пределах Бухарского и Каршинского бассейнов изучена главным образом по данным нефтегазразведок. Глубокими разведочными скважинами вскрыты водоносные горизонты, приуроченные к карбонатно-ангидритовой толще верхнеюрского возраста. Результаты опробования скважин показывают следующее. Выработка, расположенная вблизи области питания (южнее Зирабулак-Зиаэтдинских гор), вскрыла водоносный горизонт на глубине 600 м и дала самоизливающуюся воду с плотным остатком менее 3 г/л. Буровые колодцы, находящиеся в значительном удалении от областей питания, вскрывают водоносные горизонты на глубинах 1,0—1,7 км. Вода высокоминерализованная с плотным остатком 71—115 г/л, по составу хлоридно-натрово-кальциевая.

Напорные воды юрских отложений в Дехканабадском артезианском бассейне несколько отличаются от вод в Бухарском и Каршинском бассейнах. Это отличие выражается в том, что здесь наряду с другими водоносными горизонтами, приуроченными к песчано-ангидритовым образованиям, вскрыта малодебитная напорная вода в соленосной толще. Высокоминерализованная вода-рассол обладает сухим остатком в 400—500 г/л и более. В составе растворенных веществ резко преобладают хлориды кальция и магния. Сульфаты и гидрокарбонаты почти отсутствуют, натрий и калий содержатся в относительно незначительных величинах. Анализ структурно-геологических особенностей с учетом материалов опробования скважин указывает на возможность застойного режима напорных вод юрских отложений.

Меловые отложения в пределах Кашкадарьинского артезианского бассейна имеют широкое распространение. С ними связано более пяти напорных, нередко самоизливающихся водоносных горизонтов, приуроченных к пластам песка, песчаника, конгломерата и известняка.

Основные области питания водоносных горизонтов меловых отложений расположены в местах обнажения пород, в пределах гор и предгорий, обрамляющих данную структуру.

Региональное движение подземных вод направлено с юго-востока на северо-запад, что хорошо видно из карты гидроизопьез, составленной В. Н. Корценштейном (1962).

Напорные воды, вскрытые многочисленными скважинами, обладают значительными расходами (до 10—15 л/сек при самоизливе) и неплохими качественными показателями. Наблюдается закономерное изменение минерализации подземных вод по площади.

В областях питания и в небольшом удалении от них воды преимущественно пресные, сульфатно-гидрокарбонатные, натрово-кальциевые. По мере удаления от основных областей питания количество растворенных веществ в воде постепенно увеличивается и достигает своего максимального значения (50 г/л и более) в северо-западных частях Зеравшанского артезианского бассейна. Эта особенность формирования подземных вод меловых отложений иллюстрируется данными химического анализа в работе Б. А. Бедера (1961).

Отложения палеогена, как и меловые образования, в пределах Бухаро-Каршинского артезианского бассейна распространены весьма широко. Они представлены преимущественно известняками, доломитами, песчаниками, алевролитами, мергелями и глинами бухарского, сузакского, алайского, туркестанского и ханабадского ярусов. Водоносные горизонты в большинстве приурочены к пластам песков, известняков и доломитов.

В пределах Кашкадарьинского артезианского бассейна наиболее подробно изучена водоносность известняков бухарской свиты палеогена, с которыми связаны высоконапорные водоносные горизонты. Расходы скважин при самоизливе достигают 10 л/сек и более. Вода в скважинах солоноватая, реже соленая с плотным остатком от 1,3 г/л в юго-восточной до 10 г/л в северо-западной части структуры. В центре бассейна минерализация подземных вод обычно измеряется величинами порядка 2,5—5,0 г/л. Вода по составу в большинстве случаев сульфатно-хлоридная, кальциево-магниевая. Напорные воды палеогеновых образований, обладая в общем удовлетворительными качествами, нередко используются для водопоя каракулевых овец.

Водоносность отложений неогена на глубине изучена слабее. Об этом можно судить по данным немногочисленных скважин, расположенных главным образом в бассейне среднего и нижнего течения Кашкадарьи. Результаты опробования скважин показывают, что водоносные горизонты неогена, приуроченные к пластам песков, песчаников и конгломератов, обладают значительными расходами (до 10 л/сек) и хорошими качественными показателями. Минерализация напорных вод большинства скважин 0,5—1,5 г/л.

В отложениях четвертичной системы напорные воды вскрыты в нескольких местах и приурочены к песчано-галечниковым образованиям предгорных шлейфов и конусов выносов. Глубина залегания водоносных горизонтов от 20—30 м до 100—150. Величина напора небольшая и редко превышает отметку устья скважины. Высокие водовмещающие свойства пород позволяют получать большие расходы из скважин (до 30 л/сек). Качество воды большинства скважин хорошее, плотный остаток обычно не превышает 1 г/л. Вода используется для водоснабжения.

В настоящее время сотрудниками Узбекского гидрогеологического треста ведутся большие разведочные работы, направленные на выявление новых, еще более надежных источников водоснабжения городов, промышленных и районных центров в пределах Кашкадарьинского артезианского бассейна.

### ЗЕРАВШАНСКИЙ АРТЕЗИАНСКИЙ БАССЕЙН

Он является второй относительно крупной гидрогеологически обособленной структурой, внутри которой можно выделить Самаркандский и Гиждуванский артезианские бассейны.

Самаркандский бассейн — межгорная впадина, выполненная морскими и континентальными отложениями мезо-кайнозоя. В геологическом отношении он представляет собой Самаркандскую мегасинклиналь (по О. А. Рыжкову), состоящую из нескольких поднятий и прогибов. М. А. Шмидт выделяет группу Санзар-Нуратинской и Самаркандской котловин. По данным Ш. Д. Давлятова (1962), внутри Самаркандской котловины (с востока на запад) находятся Пенджикентский, Джумабазарский и Каттакурганский прогибы. Наиболее распространен Каттакурганский прогиб, где мощность мезо-кайнозойских отложений достигает 2000 м.

Отложения мезозоя представлены юрскими и меловыми образованиями.

Юрские отложения развиты в пределах Пенджикентского и Каттакурганского прогибов. Они сложены переслаивающимися пластами глин-алевролитов, песчаников, гравелитов и конгломератов. Грубообломочный материал присутствует главным образом в верхней части разреза. Мощность юрских отложений обычно измеряется первыми сотнями метров, редко достигая 500 м. Уменьшение мощностей вплоть до их полного выклинивания дает основание Ш. Д. Давлятову предположить, что юрские отложения Каттакурганского и Пенджикентского прогибов изолированы друг от друга.

Отложения мела и палеогена представлены конгломератами, гравелитами, песками, песчаниками, алевролитами, глинами и известняками. Среди них выделяются комплексы морских и континентальных осадков. Они носят много сходных черт с отложениями, развитыми в пределах Кашкадарьинского артезианского бассейна.

Отложения неогена представлены континентальными образованиями, сложенными конгломератами, гравелитами, песчаниками и глинами. При этом грубообломочный материал распространен главным образом в районах гор и предгорий. По мере приближения к центральной части западных структур гранулометрический состав пород изменяется. Если на востоке (Пенджикентский прогиб) в разрезе преобладают конгломераты и песчаники, то в западных районах доминируют песчаники, алевролиты и глины. Мощность отложений неогена достигает 1000 м.

Четвертичные отложения распространены весьма широко. Они состоят из аллювиальных и пролювиальных, реже делювиальных валунно-галечных и песчано-глинистых образований.

Изучению гидрогеологических условий Самаркандского артезианского бассейна издавна уделяется большое внимание. Однако многие исследования были направлены на изучение грунтовых вод, заключенных в четвертичных отложениях. Сведения о напорных водах были весьма ограниченными. За последние годы в результате бурения Республиканским пастбищно-мелиоративным строительным трестом двух глубоких разведочно-эксплуатационных скважин в южной части Каттакурганского прогиба выявлены напорные воды в отложениях мела третичной и четвертичной систем.

Одна скважина, расположенная вблизи ст. Нагорная, пройдя 569-метровую толщу кайнозойских образований, вскрыла меловые мелкогалечные конгломераты, в которых выработка прошла 33 м. При опробовании нижней части скважины из конгломератов поступила напорная вода с минерализацией 1,2 г/л. Вода по составу сульфатно-хлоридно-натриевая с температурой на устье скважины 45°. Давление столба воды над устьем скважины около 1,5 атм. Удельный дебит скважины 1,1 л/сек.

Вторая скважина, расположенная на территории совхоза «Улус», недалеко от границы с Кашкадарьинским артезианским бассейном, под 109-метровой толщей кайнозойских образований вскрыла переслаивающуюся толщу глин, песчаников, гравелитов и конгломератов мелового возраста. При опробовании скважины в интервале глубин 142—165 м из пласта мелкогалечных конгломератов была получена напорная вода с избыточным давлением над устьем выработки более 1 атм. Удельный расход скважины при самоизливе составил 1,3 л/сек. Вода в скважине пресная, сульфатно-хлоридная, натрово-магниевая-кальциевая с плотным остатком 1 г/л.

Разрезы скважин показывают, что по мере продвижения от центра впадины к югу мощность кайнозойских образований постепенно уменьшается, и в районе Зирабулак-Зиаэтдинских гор меловые отложения обнажаются на поверхности. Эти участки являются областями питания водоносных горизонтов меловых отложений. По мере удаления от основных областей питания и погружения водоносных горизонтов увеличивается минерализация подземных вод. Поэтому родники, выклинивающиеся из меловых отложений в районе гор и предгорий, имеют пресную воду с плотным остатком до 1,0 г/л. Скважина, расположенная в некотором удалении от области питания (совхоз «Улус»), обладает минерализацией 1 г/л. Минерализация подземных вод другой выработки, значительно удаленной от области питания (вблизи ст. Нагорная), составляет 1,2 г/л. Необходимо отметить, что скважинами вскрыты горизонты верхнемеловых отложений. Вероятно, нижележащие горизонты обладают еще более повышенной минерализацией.

Учитывая возможность «локального» распространения юрских отложений и условия их образования в замкнутых бассейнах, можно предположить возможность формирования здесь соленых подземных вод, не исключая нефтегазопроявлений.

Напорные воды, приуроченные к третичным, преимущественно неогеновым образованиям, вскрыты в ряде районов Самаркандской котловины (совхоз «Улус», колхоз «Каттакурган», вблизи ж.-д. ст. Нагорная, северо-восточнее ст. Джума, и др.). Водоносные горизонты приурочены к пластам разнозернистых песков и гравелита. Глубина их залегания в зависимости от места вскрытия изменяется от 90 до 412 м. Величина напора воды в скважинах значительна и в большинстве случаев устанавливается выше устья выработки. Расход отдельных выработок при самоизливе достигает 10 л/сек и более. Вода пресная или слабосоленоватая, качество ее удовлетворительное.

Утверждать что-либо определенное о закономерностях формирования напорных вод третичных отложений Самаркандского артезианского бассейна невозможно. Для решения этой задачи необходимы специальные гидрогеологические исследования, сопровождающиеся глубоким разведочным бурением. Однако учитывая общие геологоструктурные особенности района и данные немногочисленных скважин, можно предположить, что основными областями питания подземных вод третичных отложений являются горные и предгорные районы, в которых эти образования обнажаются. На участках, где породы третичного возраста перекрываются водоносными рыхлообломочными четвертичными образованиями, не исключена возможность дополнительного питания. Области региональной разгрузки, вероятно, расположены за пределами данного бассейна. Основной поток подземных вод третичных отложений, видимо, проходит через синклиальный прогиб, расположенный в западной оконечности структуры, где сочленяется с Гиждуванским артезианским бассейном.

Напорные, нередко самоизливающиеся воды получены из четвертичных песчано-галечных отложений в ряде районов Самаркандского артезианского бассейна, начиная от райцентра Булунгур на востоке до г. Кермине на западе. Глубина залегания водоносных горизонтов от 50—60 до 200 м и более. Качество вод в различных скважинах неодинаковое — от пресных до слабосоленоватых. Подземные воды четвертичных отложений используются для водоснабжения, реже орошения небольших площадей.

В заключение необходимо отметить, что в пределах Самаркандского артезианского бассейна можно прогностически выделить по вер-

тикали три зоны Н. К. Игнатовича: 1) зона активного водообмена, заключающая в себе водоносные горизонты четвертичных отложений; 2) зона затрудненного водообмена, охватывающая водоносные горизонты полураскрытых структур, сложенных породами третичной и верхней части меловой систем; 3) зона застойного режима, включающая водоносные горизонты замкнутых структур, сложенных нижнемеловыми и особенно юрскими отложениями.

### Центральнокызылкумский артезианский бассейн

На севере Зеравшанского артезианского бассейна расположена группа мелких Центральнокызылкумских бассейнов, состоящая из нескольких полураскрытых структур. М. Т. Бурак (1959) выделяет здесь несколько бассейнов подземных вод: Алтыкырский, Минбулакский, Тубелекский, Базаубайский и др.

Центральнокызылкумский артезианский бассейн долгие годы оставался в гидрогеологическом отношении слабо изученным. Большие исследовательские работы, сопровождаемые глубоким бурением, проведены здесь после Великой Отечественной войны и отражены в трудах М. Т. Бурак, Б. Б. Митгарц, Л. А. Островского, Н. И. Плотникова и др.

Территория Центральнокызылкумских артезианских бассейнов характеризуется резко выраженным аридным климатом со среднегодовой температурой воздуха примерно 15—17°. Среднегодовое количество атмосферных осадков в большинстве районов не превышает 100 мм. В отдельных возвышенных горных районах эта величина достигает 200 мм/год и редко более. Величина испарения значительно превышает 1000 мм/год. Однако благодаря тому, что основная масса атмосферных осадков выпадает в осенне-зимний и зимне-весенний периоды года с относительно низкими показателями температуры и дефицитом влажности воздуха, они могут участвовать в формировании подземных вод. Этому способствует также тот факт, что рельеф описываемой территории относительно слабо расчленен и покрыт песчаными образованиями, легко фильтрующими поверхностную влагу.

В пределах Центральнокызылкумской группы артезианских бассейнов буровыми скважинами вскрыты напорные, часто самоизливающиеся воды в отложениях палеозоя, мела и палеогена.

Напорные воды в палеозойских образованиях, видимо, приурочены к зонам тектонических разломов известняков девона и карбона. Зоны разрывных нарушений, имея значительное простирание, нередко уходят далеко за пределы описываемых бассейнов. Они являются одним из существенных источников питания подземных вод этих районов (Плотников, 1955). Это положение косвенно подтверждается данными разведочно-эксплуатационных скважин, пробуренных на территории Кызылкумов. По данным А. А. Островского, поглубинное опробование скважин, расположенных вблизи зон разрывных нарушений, показывает, что с глубиной минерализация подземных вод заметно уменьшается.

Напорные, чаще самоизливающиеся воды континентальных меловых отложений — основной источник водоснабжения и мелкооазисного орошения Центральных Кызылкумов. Они вскрыты сотнями скважин в пределах пустыни Кызылкумы. Наиболее подробно изучены водоносные горизонты, приуроченные к сенон-туронским отложениям. Большинство скважин обладает напорностью до состояния самоизлива. Пьезометрические уровни нередко устанавливаются выше поверхности рельефа — от 5—6 до 15—20 м и более. Величина расхода скважин в зависимости от срезки пьезометрического уровня варьирует

в очень широких пределах, изменяясь от нескольких до двух-трех десятков литров в секунду. Глубина залегания водоносных горизонтов в соответствии с местом расположения выработки колеблется от десятков метров до 400—500 м. Водоносный горизонт представлен преимущественно разнородными песками.

Качество артезианских вод сенон-туронских отложений для условий пустыни Кызылкумы хорошее. Плотный остаток воды от 1,0—1,3 г/л до 2—3, редко 4—5 г/л.

В общей схеме зональности наблюдается постепенное увеличение минерализации подземных вод от гор и предгорий к центральной части структуры. Эта закономерность нарушается в зонах крупных разрывных нарушений. Здесь обычно наблюдается опреснение водоносных горизонтов.

Водоносные горизонты, приуроченные к отложениям сеномана, изучены менее подробно. Имеющиеся данные говорят о возможности их использования для водопоя. Они обладают большими величинами напора и значительными расходами. Качество воды удовлетворительное, она солоноватая и соленая.

Напорные воды в отложениях палеогена залегают на относительно небольших глубинах и обладают несколько повышенной минерализацией. Они используются для водопоя каракулевых овец и орошения мелких посевных площадей.

Анализ материалов по Центральнокызылкумской группе артезианских бассейнов показывает, что основное питание напорных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, выпадающих в пределах останцовых гор и предгорий, окружающих описываемые бассейны. Большую роль в питании подземных вод играют зоны региональных разрывных нарушений. Схемы гидроизопьез, построенные для водоносных горизонтов сенон-туронских отложений, показывают, что между отдельными артезианскими бассейнами существует гидравлическая связь. Благодаря этому возможен региональный подземный сток из одного бассейна в другой.

Широкое комплексное использование драгоценных подземных вод пустынных пространств Кызылкумов будет способствовать освоению огромных природных ресурсов этой засушливой территории.

### УСТЮРТСКИЙ АРТЕЗИАНСКИЙ БАССЕЙН

Гидрогеологические условия плато Устюрт изучены очень слабо. Об этом свидетельствует тот факт, что до недавнего времени на значительной части этой территории не была произведена гидрогеологическая съемка. Поэтому имеющиеся сведения были крайне ограниченными и относились к описанию подземных вод неглубоких колодцев или отдельных источников.

В послевоенные годы, особенно за последнее пятилетие, по Каракалпакской части Устюрта Приаральской гидрогеологической экспедицией под руководством Л. А. Островского проделана значительная работа по поискам и разведке подземных вод. Результаты этих исследований, сопровождавшихся глубоким бурением с учетом геологических особенностей района, позволяют в некоторой степени судить о гидрогеологических условиях данного региона.

Плато Устюрт представляет собой крупный артезианский бассейн первого порядка, ограниченный с севера, запада и юга группами антиклинальных структур, в своде которых обычно обнажаются древние породы триаса, юры и мела.

Восточная граница бассейна проходит по Арало-Кызылкумскому валу, фрагменты которого прослеживаются в окрестностях г. Нукус и Ходжейли, северо-восточнее Кунграда, на п-вах Муйнак и Кулунды, на о-вах Лазарева и Возрождения. Внутри этого бассейна выделяются следующие артезианские бассейны второго порядка:

1) Барсакельмесский артезианский бассейн, ограниченный с юга Центральноустуртским поднятием, выраженным в рельефе Карабаурским и Айбугырским увалами, а с севера Актумсукской группой складок, представленных Терен-Кудук-Байтерекским поднятием;

2) Северо-Устуртский артезианский бассейн, размещенный на севере от Актумсукской группы складок;

3) Бузачинский артезианский бассейн, расположенный в крайне западной части района вблизи прибрежной полосы Каспийского моря.

Из выделенных выше структур на территории Каракалпакской части Устюрта размещены Барсакельмесский артезианский бассейн и южная часть Северо-Устуртского артезианского бассейна (рис. 40). Поэтому ниже будет дана характеристика геолого-гидрогеологических условий главным образом Каракалпакской части Устюрта.

В геологическом строении плато Устюрт участвуют отложения мезозоя и кайнозоя, представленные горными породами триаса, юры, мела, третичной и четвертичной систем. Однако четвертичные отложения имеют ограниченное распространение и малые мощности.

Палеозойские образования залегают на глубине 1—4 тыс. м и обнажаются на западе Устюрта в районе гор Бешоки.

Отложения триаса и юры, широко распространенные на Устюрте, залегают на значительных глубинах и обнажаются на поверхности в крайне западных районах. По данным структурного бурения нефтеразведки, на Терен-Кудукской структуре отложения триаса вскрыты на глубине 2 тыс. м, где они представлены песчаниками и аргиллитами. Из-за низких водовмещающих свойств эти отложения на глубине весьма слабоводоносны.

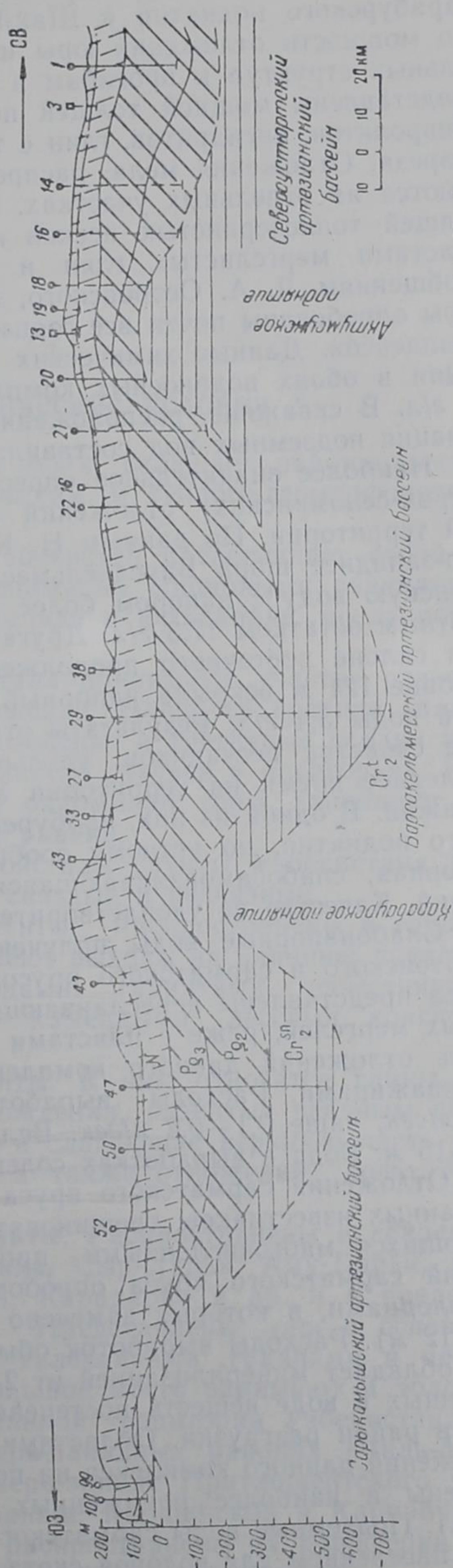


Рис. 40. Схематический гидрогеологический разрез через плато Устюрт. Составлен по профилю Н. К. Фомина.

Наиболее характерные разрезы на плато Устюрт вскрыты скважинами нефтеразведок в районе структур Терен-Кудук, Бай-Терек, Карабурского поднятия и Шах-Пахты. Из разреза скважин следует, что мощность отложений юры и мела изменяется от сводов положительных структур к прогибам в сторону увеличения. Отложения юры представлены мощной толщей переслаивающихся песчаников, песков, алевролитов, ангидритов, глин с толщей углистых сланцев в основании разреза. Отложения мела, распространенные почти повсеместно, обнаружены на отдельных участках. Они представлены переслаивающейся толщей тонкозернистых песков и песчаников, глин и алевролитов с пластами мергелистых глин и известняков в верхах разреза. По сообщениям Л. А. Островского, в скважинах Терен-Кудукской структуры опробованы почти все горизонты юрского и мелового водоносных комплексов. Данные химических анализов показывают, что минерализация в обоих водоносных комплексах примерно постоянная — 65—70 г/л. В скважине, расположенной к югу от Барсакельмеса, минерализация подземных вод составила 55—60 г/л.

Наиболее значительное опреснение подземных вод верхнемеловых (турон-сеноманских) отложений замечено в южной части описываемой территории. По данным Н. К. Фомина, скважина, расположенная юго-западнее шора Барсакельмес, на глубине 846,5 м вскрыла артезианскую воду с напором более 800 м. Вода в скважине соленая с плотным остатком 17,3 г/л. Другая выработка, расположенная на южном склоне восточного продолжения Кара-Баурского поднятия, на глубине 124 м вскрыла напорный водоносный горизонт с минерализацией воды 3,4 г/л. Результаты откачек показали низкие водовмещающие свойства песчаников; удельный дебит скважины 0,03 л/сек. За последнее время на территории Устюрта пробурено несколько новых скважин. В одной из них, пробуренной на северном склоне Кара-Баурского поднятия, по устному сообщению Л. А. Островского, получена напорная, слабосамоизливающаяся вода из нижнемеловых (?) отложений. Качество ее удовлетворительное, она солоноватая.

Слабонапорные воды получены из отложений нижнего неогена (тортонского и сарматского ярусов миоцена). Отложения тортонского яруса представлены переслаивающейся толщей глин, гипсов, трещиноватых мергелей, реже с пластами известняков и песчаников. Водоносность отложений данного комплекса осадков опробована колодцами и скважинами. Расходы выработок колеблются в пределах 0,1—1,0 л/сек, чаще 0,1—0,2 л/сек. Величина напора обычно не превышает 10—15 м. Вода в выработках соленая, реже солоноватая.

Отложения сарматского яруса состоят из трещиноватых и закарстованных известняков, трещиноватых мергелей, реже гипсов, переслаивающихся многочисленными прослоями глин. Водоносность отложений сарматского яруса опробована многочисленными скважинами и колодцами, в которых замечено слабое проявление напорности (до 10—12 м). Расходы выработок обычно 0,1—1,0 л/сек. Вода в выработках обладает минерализацией от 2—3 до 10—12 г/л. Количество растворенных в воде веществ постепенно увеличивается от областей питания в район разгрузки. Области питания являются участки выхода отложений данного комплекса на поверхность, а районы разгрузки размещены в наиболее пониженных частях плато (шор Барсакельмес и др.). Подземные воды сарматского яруса широко используются местным населением для водопоя скота и частично для питья вблизи областей питания. Несомненно, дальнейшие исследования выявят более надежные и качественные источники водоснабжения плато Устюрт.



## Глава IV

### Инженерно-геологические условия

Узбекистан, как и вся Средняя Азия, включает районы, весьма разнообразные по физико-географическим и геолого-геоморфологическим условиям.

В орографическом отношении Узбекистан представляет собой сочетание горных хребтов с разделяющими их обширными равнинными пространствами, переходящими на западе и юго-западе после погружения хребтов в степи и пустыни.

В строении территории Узбекистана принимают участие разнообразные по возрасту и генезису отложения. Наиболее древние (палеозойские) слагают горную часть; мезозойские и третичные осадки имеются на склонах хребтов и в большинстве случаев в предгорьях. Разнообразные четвертичные отложения окаймляют горы, заполняют долины и слагают обширные площади равнин.

По инженерно-геологическим свойствам грунты Узбекистана разделяются на три группы: скальные, связные и несвязные.

Первая группа — скальные грунты. Распространены в горах и предгорьях республики и местами имеют выходы на равнине; представлены различными по возрасту породами: гранитами, известняками, сланцами, песчаниками, мергелями, каменными лессами, конгломератами.

Вторая группа — связные грунты. К ним относятся глины, суглинки и супеси различного происхождения, развитые главным образом в горных областях Узбекистана и слагающие верхнюю часть речных террас и предгорных равнин, а также отложений дельт Аму-Дарьи, Зеравшана и Кашкадарьи.

Третья группа — несвязные грунты. Распространены в современных долинах рек Зеравшана, Чирчика, Сыр-Дарьи, Аму-Дарьи, Ангрена, Келеса, Сурхандарьи, Нарына, Карадарьи и др. и в пределах современных конусов выносов саев. Представлены они в основном аллювиальными и пролювиальными галечниками, гравиями и песками. Среди пород третьей группы большое место занимают и золотые пески. Они распространены на равнинной территории Узбекистана — в Кызылкумах, центральных и северо-западных районах (Чиль-Махрам) Ферганской котловины, на северо-западе Приташкентского района в урочище Алкакулькум и на западе Каршинской и Карнабчульской степей. Кроме того, эти пески распространены на периферии аллювиальных песчанистых отложений крупных речных долин.

Остановимся на вещественном составе и физико-механических свойствах вышеперечисленных грунтов. Следует отметить, что харак-

теристика физико-механических свойств дается для развитых в равнинной части Узбекистана грунтов, издавна являющихся объектом для выращивания сельскохозяйственных культур и основанием для различных видов сооружений.

## ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ

В равнинной части различных по геоморфологическому и геологическому строению районов Узбекистана из пород первой группы широко развиты каменные лессы и конгломераты.

Каменные лессы являются переходными от карбонатных к глинистым породам. По внешнему виду они напоминают скальную породу. Разломать руками или растереть их пальцами не удастся; разрушаются они лишь с помощью геологического молотка или кирки. При ударе киркой получают небольшие углубления и откалываются куски угловатой формы. По этим признакам их можно отнести к полускальным породам.

При соприкосновении с ними на пальцах остаются пылеватые частицы. В обнажениях эти породы, как и обычные лессовые, образуют вертикальную стенку и имеют вертикальные отдельности.

Описываемые породы находятся в основании террасовых отложений, сложенных лессовыми породами различного происхождения, а иногда под конгломератами.

Большинство среднеазиатских исследователей называют эту породу шохом.

Каменные лессы в пределах Узбекистана встречаются во многих районах. В Приташкентском и Самаркандском районах ими сложена большая территория, представляющая собой концевую часть древних пролювиальных образований, погребенных под мощной толщей лессовых пород более молодого возраста. В этих районах каменные лессы, как и другие разновидности четвертичных отложений, имеют большую мощность (от 20 до 150 м и более) и вскрываются повсеместно выработками на различных глубинах — от 0 до 50 м и более. Возраст их древнечетвертичный ( $Q_1$ ).

В Ферганской котловине каменные лессы распространены на территории так называемых адыров. Мощность их достигает более 70 м.

Одна из особенностей структурной характеристики каменных лессов — их гранулометрический состав, который, на первый взгляд, кажется однородным по всей мощности толщи. Однако детальный анализ изменения количественного соотношения отдельных фракций с глубиной показывает, что гранулометрический состав по всей толще неодинаков. Такая же неоднородность наблюдается и по площади их распространения. Анализ фактических данных показал, что каменные лессы содержат в среднем песчаной фракции ( $> 0,5-0,05$  мм) 17—25% (часто 11—18), пылеватой фракции ( $0,05-0,005$  мм) 65—70 и глинистой ( $< 0,005$  мм) — 13—15%.

В толще каменных лессов встречаются отдельные горизонты, в которых вышеперечисленных фракций больше или меньше. Надо отметить, что содержание песчаных фракций в рассматриваемых породах уменьшается по мере удаления от гор к долине. Это показывает, что лессовый материал был перенесен со стороны гор водами временно действующих потоков.

Карбонатность<sup>1</sup> описываемых пород сравнительно высокая, что проявляется в бурном вскипании их при воздействии 3-процентной соляной кислотой.

Карбонатность каменных лессов по районам различна: наибольшая (35—40%) в Ферганской котловине, наименьшая (в среднем 30%) в каменных лессах Приташкентского и Самаркандского районов.

Результаты изучения минералогического состава (фракция  $> 0,005$  мм) показали, что основную массу каменных лессов составляют легкие минералы, содержание которых колеблется в пределах 76,80—93,51% (в среднем 85,94%). В состав легкой фракции входят кварц (38,21%), полевой шпат (18%), агрегаты глинистых минералов (13,9%), мусковит (11,60%), биотит (2,21%).

Тяжелая фракция включает магнетит и ильменит (1,02%), минералы группы эпидота (0,15%), гематит и лимонит (0,18%), роговую обманку (0,08%), мусковит (0,07%), биотит (0,03%) и циркон (0,02%).

Комплексные исследования (электронно-микроскопический, рентгенографический, термический анализы и метод окрашивания) показали, что глинистые фракции ( $< 0,005$  мм) изучаемых пород состоят из минералов гидрослюд с примесью каолинита и кварца.

Валовой химический состав каменных лессов представлен компонентом кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ), содержание которого по всем районам изменяется от 42,00 до 53,80% от веса сухой породы, в среднем 49,53%. Второе место принадлежит полуторным окислам ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), они содержатся в каменных лессах в довольно большом количестве — от 8,05 до 17,5%, в среднем 13,44. Во всех изученных образцах присутствуют окислы  $\text{CaO}$  и  $\text{CO}_2$ , суммарное содержание их от 12,32 до 30,52%, в среднем — 20,67.

Валовой химический состав каменных лессов характеризуется значительным постоянством как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении. Колебания в содержании отдельных компонентов в ту или другую сторону от среднего их значения невелики. Это постоянство как на площади, так и на различных глубинах объясняется тем, что мощная толща лесса (в настоящее время каменный лесс) образовалась под действием одних и тех же экзогенных геологических факторов в условиях неизменности области сноса.

Для определения легкорастворимых солей в образцах лессов изучали состав водных вытяжек, приготовленных путем суточного периодического взбалтывания грунта и воды (1:20). Установлено, что в составе каменных лессов легкорастворимые соли содержатся в небольшом количестве и плотный остаток в большинстве случаев составляет 0,150—0,220% от веса сухой породы (максимум 0,5%). Небольшое содержание соли в породах объясняется тем, что они подвергались длительному воздействию воды, в результате чего часть солей растворилась.

Во многих образцах каменных лессов карбонатные соли преобладают над сернокислыми и в среднем составляют 26,6 мг·экв. Типы засоления каменных лессов: карбонатный, сульфатно-карбонатный, карбонатно-сульфатный.

В составе рассматриваемых пород преобладают карбонатные соли кальция —  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , магния —  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  и сернокислые соли кальция —  $\text{CaSO}_4$ , магния —  $\text{MgSO}_4$  и натрия —  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

---

<sup>1</sup> Под словом *карбонатность* подразумевается содержание карбонатных и растворимых солей после обработки породы в 3%-ном растворе соляной кислоты.

Естественная влажность этих пород с глубиной закономерно увеличивается и изменяется от 6,32 до 27,90% (в большинстве случаев от 16 до 23%, в среднем 11,00%).

Максимальный объемный вес каменных лессов достигает 1,97 г/см<sup>3</sup>. Он закономерно возрастает с глубиной. Во многих случаях объемный вес изучаемых пород характеризуется величинами от 1,68 до 1,79 г/см<sup>3</sup>, в среднем 1,76 г/см<sup>3</sup>.

Судя по величине объемного веса каменных лессов, ориентировочно можно сказать, что они являются непросадочными.

Удельный вес каменных лессов характеризуется высокими значениями, изменяющимися от 2,66 до 2,78 г/см<sup>3</sup>, в большинстве случаев — 2,70—2,76 г/см<sup>3</sup>. Таким образом, величина удельного веса каменных лессов и лессовых пород свидетельствует об однообразии минеральных частиц, слагающих эти породы. Это, а также одинаковый вещественный состав каменных лессов и лессовых пород свидетельствуют о том, что каменные лессы — древние аналоги лесса и лессовидных пород.

Пористость каменных лессов с глубиной уменьшается от 38,00 до 29,11%, в среднем 34,00%.

Из вышеприведенных данных видно, что пористость каменных лессов гораздо меньше, чем пористость лессовых пород всех генетических типов и даже аллювиальных. Поэтому их можно отнести к непросадочным грунтам.

Предел пластичности описываемых пород изменяется от 3,94 до 17,80%. Надо отметить, что во многих случаях числа пластичности каменных лессов равны 8, 9, 15.

По существующей классификации грунтов (ГОСТ 5184—49), по числу пластичности каменные лессы относятся в основном ко II (среднепластичному) классу и считаются суглинком.

Большое число пластичности мы объясняем тем, что в составе каменных лессов больше глинистых фракций (< 0,005 мм), чем в типичных лессовых породах.

Обогащение каменных лессов глинистой фракцией происходит, по-видимому, на стадии дальнейшего выветривания полевых шпатов и других неустойчивых минералов.

Максимальная молекулярная влагоемкость каменных лессов в вертикальном направлении более или менее постоянна и изменяется от 13 до 18%.

По максимальной молекулярной влагоемкости каменные лессы, согласно классификации В. В. Охотина (1940), относятся к группе средних суглинков и значительно реже — тяжелых. Полученные нами данные подтверждают правильность вышеприведенных результатов анализов гранулометрического состава и пластичности.

Компрессионные свойства каменных лессов изучали путем замачивания образцов при нулевой нагрузке и естественной влажности. Затем накладывали нагрузку (максимум 10 кг/см<sup>2</sup>). Испытания показали, что каменные лессы при высоте образца 20 мм, диаметре 71,4 мм после замочки при нулевой нагрузке дают небольшое набухание (0,06—0,13 мм). Пористость пород до компрессии была от 32,06 до 36,47%. Разница в пористости образца каменных лессов после испытаний по сравнению с его первоначальной пористостью очень незначительна. В результате опыта установлено, что коэффициент относительной просадочности у каменных лессов изменяется от 0,001 до 0,006, и они являются непросадочными. Все образцы каменных лессов дали однотипные плавные кривые сжатия и незначительные изменения

коэффициента сжимаемости в зависимости от нагрузки. Данные испытания показали, что при нагрузке 55—60 кг/см<sup>2</sup> они разрушаются. Значит, каменные лессы при естественной влажности обладают высокой прочностью.

Испытания на размокание образцов производили в лабораторных условиях. Результаты опытов показали, что в течение 4 суток из испытываемой пробы отвалилось лишь 5%, а остальная часть грунта не изменила свою форму.

Таким образом, проделанные опыты показали, что каменные лессы обладают в сухом состоянии высокой связанностью и при увлажнении не теряют ее. Это свидетельствует о том, что порода хорошо сопротивляется размоканию.

Коэффициент сдвига каменных лессов в Приташкентском районе колеблется от 0,08 до 3,58, средняя величина 1,90. Угол сдвига от 41°40' до 65°50', в среднем 46°34'. Коэффициент внутреннего трения от 21°20' до 43°10'; полная сила сцепления колеблется в интервале от 0,278 до 0,615 кг/см<sup>2</sup>.

Углы естественных откосов в воздушно-сухом состоянии 33°35', под водой 31°33'. В естественном залегании (с ненарушенной структурой) каменный лесс способен удерживать на берегах каналов и арыков отвесные стенки, обладающие высокой сопротивляемостью процессам размыва.

Конгломераты на рассматриваемой территории распространены в предгорьях и в межгорных впадинах, особенно горных и адырных частях Ферганской впадины. Цвет их буроватый и серый, гальки хорошо окатанные, состоят из разнообразных по составу палеозойских пород.

В Самаркандском районе конгломераты распространены в Хазарской теснине, на левом берегу р. Зеравшан и в районе Пенджикента. В Приташкентском районе по сравнению с предыдущими районами их мало. В северной и северо-восточной частях этого района конгломераты обнажаются в пределах Майской и Кингракской брахиантиклиналей, Черняевского, Дарбазинского и Ишанкурганского куполов и др.

На востоке и юго-востоке Приташкентского района конгломераты обнажаются в основании высоких террас; залегают они на неогеновых мергелистых отложениях и местами содержат прослой глины и песка. По цвету конгломераты серые, состоят из хорошо окатанной гальки и сцементированы гипсово-известковистым цементом. Размер гальки самый разнообразный: от 1—2 до 10—15 см, а иногда встречаются валуны и глыбы до 0,5 м в диаметре. Гальки представлены разнообразными эффузивными породами и палеозойскими известняками, наряду с которыми встречаются гальки из песчаников и известняков мелового и палеогенового возраста и даже обломки буровато-коричневых мергелей, по-видимому, неогеновых.

Вышерассмотренные грунты первой группы почти везде прикрыты грунтами второй группы, состоящими из супесей, суглинков и реже глины различного происхождения. Все эти породы в вертикальном и горизонтальном направлениях быстро сменяют друг друга. Мощность их также очень изменчива.

Учитывая тот факт, что инженерно-геологические условия того или другого района или участка зависят не только от литологического состава грунтов (особенно для супесей и суглинков), а в первую очередь, от их генезиса, инженерно-геологическую характеристику грунтов даем по их генезису.

Все лессовые породы в зависимости от их физико-технических свойств, вещественного состава и происхождения делятся на лессы и лессовидные породы.

По генезису на территории Узбекистана выделяем следующие типы лесса и лессовидных пород, различающихся по геоморфологическому строению участка их развития, литологическому составу и другим специфическим чертам: 1) пролювиальные лессы; 2) пролювиальные лессовидные породы; 3) аллювиальные; 4) делювиальные; 5) элювиальные.

Необходимо отметить, что эоловые процессы в формировании лессовых пород рассматриваемого района играют второстепенную роль.

Пролувиальный лесс. Пролувиальным лессом в пределах Узбекистана слагаются большие площади периферийных частей предгорных равнин. Особенно широко развит в Приташкентском и Самаркандском районах, по долинам Зеравшана и Сурхандарьи, в Ферганской котловине и Голодной степи.

Мощность его увеличивается по мере удаления от горной части к равнинной и местами достигает до 50 м<sup>1</sup>. Общая мощность пролювиальных лессовых пород местами достигает более 90—95 м.

Одной из особенностей характеристики пролювиального лесса является его гранулометрический состав, незначительно изменяющийся по вертикали и горизонтали. Почти больше половины минеральных частиц состоит из пылеватой фракции (0,05—0,005 мм), содержание которой колеблется от 41,98 до 83,82%, в среднем 76,97%. Песчаная фракция (> 0,5—0,05 мм) преобладает над глинистой фракцией и колеблется от 15,27 до 18,54%, а глинистая (< 0,005 мм) — от 9,87 до 11,52%.

Карбонатность в лессе пролювиального происхождения наблюдается почти во всех разрезах в виде пятен и тонких прожилок по порам и трещинам. Содержание карбонатных и легкорастворимых солей в лессе изменяется от 20 до 42,86%.

Основной составной частью породы является легкая фракция с удельным весом менее 2,75 г/см<sup>3</sup>, содержание которой изменяется от 82,24 до 84,53%. На долю минералов тяжелой фракции с удельным весом более 2,75 г/см<sup>3</sup> падает только 0,077—2,96% от веса бескарбонатной части сухой породы (фракция > 0,005 мм).

Состав легкой фракции отличается большим разнообразием минеральных компонентов. В состав ее входят кварц (более 41% от веса бескарбонатной части сухой породы), полевой шпат (17%), агрегаты глинистых минералов (14,62%), мусковит (5%), биотит (4%), небольшое количество обломков пород, хлориты. Другие компоненты встречаются в виде единичных зерен.

В тяжелой фракции обнаружены минералы группы эпидота, лимонит-гематит, ильменит, турмалин, мусковит, роговая обманка, барит, сфен, циркон, ангидрит и ставролит. Вышеперечисленные минералы расположены в убывающем порядке.

Содержание в породе минералов тяжелой фракции по мере удаления от гор к долинной части постепенно уменьшается. Такое изменение доказывает пролювиальное происхождение лесса.

В результате комплексных исследований (электронно-микроскопический, рентгенографический, термический) выяснилось, что фракция < 0,005 мм этой породы состоит из минералов группы гидрослюд.

<sup>1</sup> Мощности лесса указана до уровня грунтовых вод. Ниже эта порода насыщена водой и относится к лессовидным суглинкам.

Валовой химический состав пролювиального лесса представлен четырьмя компонентами:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  и  $\text{CO}_2$ . Суммарное содержание их в породе 80—88% от веса сухой породы. В значительном количестве (1—4% каждого в отдельности) в породе содержатся также окислы  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_2\text{O}$ .

В составе рассматриваемой породы гораздо больше легкорастворимых солей по сравнению с каменными лессами. Во всех образцах лесса по всем районам встречаются хлористые соли с преобладанием сернокислых (в среднем более 25% мг·экв). Тип засоления во многих случаях (за исключением верхней части) сульфатный. Иной тип засоления в верхней части толщи обусловлен, очевидно, вымыванием солей просачивающимися атмосферными водами. Степень засоления рассматриваемой породы повсеместно преимущественно слабая и средняя. Наличие в составе мощной толщи лесса сравнительно большого количества ионов  $\text{SO}_4$  и  $\text{Cl}$  при глубоком залегании уровня грунтовых вод говорит о том, что эта порода со времени своего образования не подвергалась длительной замочке и, следовательно, не потеряла просадочной способности.

Влажность лесса по всей территории предгорной равнины приблизительно одинакова и до глубины 33 м характеризуется величинами от 5,3 до 13%; соответственно этому и объемная влажность изменяется от 6,8 до 16,72%. Это говорит о том, что вся изученная толща лесса пока что подвергалась не замачиванию, а лишь частичному самоуплотнению в нижней части.

Изменение влажности верхней части толщи зависит от сезона года.

Объемный вес пролювиального лесса с глубиной увеличивается от 1,27 — 1,37 г/см<sup>3</sup> в верхней части до 1,50—1,64 г/см<sup>3</sup> в нижней.

В зависимости от изменения объемного веса лессовая толща разделяется на несколько горизонтов, что объясняется относительно высокой влажностью нижней части лессовой толщи. Сопоставление объемных весов лесса различных районов и различных глубин позволяет судить о его просадочности.

Удельный вес рассматриваемой породы колеблется от 2,67 до 2,80 г/см<sup>3</sup>.

В зависимости от объемного и удельного весов меняется пористость лессовой толщи. Лесс Узбекистана везде обладает высокой пористостью (в пределах 46—56%).

Величина пористости, хотя она и является основным показателем просадочности, колеблется в зависимости от мощности и генезиса лессовой толщи. При большой мощности лессовой толщи грунты могут быть просадочными, если их пористость и ниже 45%.

По данным контрольных исследований, набухаемость лесса очень слабая. Это свидетельствует о том, что в лессе рассматриваемых районов минералы группы монтмориллонита содержатся в ничтожном количестве, их действие аннулируется влиянием легкорастворимых солей, содержащихся в породе в большом количестве (во многих случаях более 1%).

Компрессионные свойства пролювиального лесса, характеризующие степень его просадочности, определялись замачиванием образцов при природной нагрузке. Вертикальную нагрузку на грунт накладывали ступенями и доводили до 8 кг/см<sup>2</sup>. Сжимаемость пролювиального лесса при естественной влажности сравнительно слабая. При замачивании грунт резко реагирует на увлажнение и, утратив устойчивость структуры, проседает. Величина просадки с глубиной в зависимости от величины природной нагрузки увеличивается. Наиболее значительные

величины просадки наблюдаются на глубине 14—20 м, о чем свидетельствует и высокая пористость лесса в этом интервале.

Наблюдавшиеся в пределах Узбекистана вертикальные смещения поверхности грунта, местами достигающие 3 м, говорят о большой мощности просадочной лессовой толщи. Таким образом, пролювиальный лесс рассматриваемых районов по величине просадочности относится к сильнопросадочным разностям. В зависимости от мощности лесса (до зоны капиллярного поднятия) величина просадки может изменяться от нескольких сантиметров до 2 м и более.

Пролувиальные лессовидные породы отличаются от лесса отсутствием одного или нескольких характерных для него признаков. В пределах Узбекистана (Голодная степь) пролювиальные лессовидные породы слагают большую часть предгорной равнины и покатых равнин. Здесь они слоистые, с линзами и прослойками обломочных пород. К пролювиальным лессовидным породам относится также уплотненный в результате длительной замочки пролювиальный лесс (проявленные просадочные породы).

Гранулометрический и минералогический состав проявленных и непроявленных просадочных пород пролювиального типа почти одинаков. Следовательно, при просачивании воды в грунт вымывания высокодисперсных частиц не происходит.

В валовом химическом составе пролювиального лесса и лессовидных пород отдельных участков наблюдаются различия, объясняемые тем, что эти участки сложены продуктами разрушения коренных пород, отличающихся литологическим составом, возрастом пород и др. Разница заключается еще в том, что в направлении от гор к современной долине количественное содержание  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  убывает, содержание  $\text{CaO}$ ,  $\text{CO}_2$ , наоборот, увеличивается.

В составе проявленных просадочных пород, подвергшихся длительной замочке, легкорастворимых солей мало, средняя величина плотного остатка — 0,332%. Соответственно плотному остатку изменяется и количество компонентов.

Тип засоления во многих случаях карбонатный, степень засоления слабая, отсутствуют хлористые соли и в небольшом количестве содержатся сернокислые.

Следовательно, в процессе длительной замочки пород в первую очередь вымываются хлористые и сернокислые соли. В результате этого нарушается связь между частицами, ослабляется или ликвидируется цементация между ними, за счет чего происходят уплотнения грунта, приводящие к изменению и других физико-механических свойств пород.

Следует отметить, что значительное растворение и вымыв солей происходят только при длительной замочке.

При кратковременной замочке вымыв солей практически не наблюдается и просадка возникает за счет уменьшения объема пор. При последующих длительных замочках в лессовых породах может произойти дополнительная просадка вследствие вымыва из них солей.

Объемный вес этих пород значительно больше, чем у пролювиального лесса (1,37—1,62 г/см<sup>3</sup>), средняя величина 1,52 г/см<sup>3</sup>. Соответственно объемному весу изменяется и пористость, ее средняя величина 45,0%.

Пролувиальные лессовидные (проявленные просадочные) породы при замочке с природной нагрузкой являются непросадочными, но при нагрузке 3 кг/см<sup>2</sup> оказались просадочными. Отсюда следует, что эти породы также считаются опасными в случае постройки на них соору-



жений. Поэтому при строительстве надо применять соответствующие меры по борьбе с просадочными явлениями.

Аллювиальные лессовидные породы широко распространены в долинах Сыр-Дарьи, Аму-Дарьи, Чирчика, Ангрена, Келеса, Курук-Келеса, Зеравшана, Санзара, Сурхандарьи, Кассансая, Кашкадарьи и других крупных логов и сухих саев. Они обладают своеобразным литологическим строением, отличающимся от других генетических типов лессовых пород, слоистые, характеризуются переслаиванием слоев галечника, песка, супеси и суглинка, и почти везде подстилаются речными галечниками, гравием и песком.

В разрезе наблюдается укрупнение частиц сверху вниз и резкий переход мелкозема в песок или галечник. Мощность их обычно невелика (3—14 м), но местами доходит до 30—35 м. В целом же она зависит от возраста террас: чем моложе терраса, тем меньше мощность, и наоборот.

Аллювиальные лессовидные породы имеют разнородный гранулометрический состав. Они отличаются от вышеописанных типов лессовых пород большим содержанием песчаной фракции. Так, фракция  $> 0,25$  мм составляет до 15%, тогда как в других генетических типах она почти отсутствует.

Гранулометрический состав аллювиальных лессовидных пород в целом характеризуется следующим содержанием фракций:  $> 0,05$  мм от 18,2 до 44,97%,  $0,05—0,005$  мм от 37,51 до 68,3% и  $< 0,005$  мм от 7 до 19% (в большинстве случаев встречается около 10%).

В отличие от пролювиального лесса и каменного лесса в составе аллювиальных лессовидных пород фракций диаметром от 0,05 до 0,01 мм почти всегда меньше 50%, а иногда до 24. Другой характерной особенностью аллювиальных лессовидных пород в противоположность лессу, лессовидным породам и каменным лессам пролювиального происхождения является то, что их гранулометрический состав неодинаков на различных участках речных долин. Карбонатность этой породы в рассматриваемом районе изменяется от 22 до 33% (в среднем 27% от веса сухой породы) и увеличивается от древних террас к молодым.

Аллювиальные лессовидные породы в основном состоят из  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{CO}_2$ , суммарное содержание которых равно в среднем 80,0% от веса сухой породы. В довольно большом количестве эти породы содержат окислы  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{SO}_3$  (сумма их в среднем составляет 8%).

По химическому составу водных вытяжек аллювиальные лессовидные породы отличаются от других генетических типов лессовых пород (за исключением каменного лесса) незначительным содержанием легкорастворимых солей, которое неодинаково в породах разных террас. В породах второй и третьей надпойменных террас Зеравшана, Чирчика, Сыр-Дарьи, Сурхандарьи и других рек их меньше, чем в породах первой террасы (средняя величина плотного остатка в аллювиальных лессовидных породах первой террасы равна 0,315—0,330%). Тип засоления во многих случаях карбонатный и сульфатно-карбонатный в очень слабой степени. Это объясняется неглубоким залеганием и интенсивным испарением грунтовых вод.

Естественная влажность аллювиальных лессовидных пород сравнительно высока, зависит от глубины залегания грунтовых вод и мощности пород и изменяется в больших пределах. Для нижних террас она характеризуется сравнительно большими цифрами — от 13 до 23%, с глубиной влажности увеличивается.

Объемный вес аллювиальных лессовидных пород колеблется от 1,35 до 1,75 г/см<sup>3</sup>; в среднем 1,48 г/см<sup>3</sup>.

Большой объемный вес этих пород по сравнению с некоторыми другими генетическими типами лессовых пород свидетельствует о повышенной природной плотности, обусловленной их генезисом. Пористость их в среднем равна 44,3%. Следовательно, аллювиальные лессовидные породы отличаются сравнительно хорошей уплотненностью и неопасны в просадочном отношении. Поэтому при заложении фундаментов сооружений и строительстве каналов отпадает необходимость в улучшении строительных свойств данных грунтов.

Делювиальные лессовидные породы в рассматриваемом районе часто встречаются на склонах гор, возвышенностей, на бортах оврагов и речных террас. Как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении они часто неоднородны, слоисты и содержат линзы аллювия и пролювия, представленные гравием, щебнем и песками, включают отдельные обломки коренных пород, из которых состоят вершины и склоны возвышенностей и террас.

Делювиальные лессовидные породы по характеру образования разделяются на равнинные и горные.

Равнинные образуются за счет разрушения и переотложения мелкоземистых террасовых образований. В них отсутствуют гальки и обломки пород. По инженерно-геологическим свойствам они довольно близки к лессам или лессовидным породам пролювиального генезиса. Мощность делювиальных лессовидных пород, как в равнинной, так и в горной зоне непостоянна и колеблется от нескольких сантиметров до нескольких десятков метров.

Рассмотрим вещественный состав и физико-механические свойства горных делювиальных лессовидных пород.

По гранулометрическому составу делювиальные лессовидные породы почти не отличаются от пролювиальных, за исключением содержания в них отдельных обломков коренных пород размером до 0,5 м.

Фракций  $> 0,05$  мм в них установлено 17,5%, 0,05—0,005 мм — 70,5 и  $< 0,005$  мм — 12%, причем вниз по склону мощность этих пород возрастает, а состав становится более однородным. Это свидетельствует о том, что делювиальные образования у подножия пологолежащих склонов могут приобрести основные признаки лесса.

По валовому химическому составу делювиальные лессовидные породы отличаются от вышерассмотренных генетических типов лессовых пород процентным содержанием SiO<sub>2</sub> (14,16—63,53%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (12,42—17,97%), CaO и CO<sub>2</sub> (мало). Сумма этих компонентов составляет 85—92% от веса сухой породы. Это является доказательством того, что основная область сноса пролювиального и делювиального лессового материала — горная зона.

Химический состав водных вытяжек делювиальных лессовидных пород отличается большим содержанием из анионов — HCO<sub>3</sub> (в среднем 0,178%), а из катионов — Ca (в среднем 0,078% от сухого веса породы); плотный остаток колеблется от 0,195 до 0,376%.

Объемный вес изменяется от 1,28 до 1,58 г/см<sup>3</sup> и в среднем равен 1,33 г/см<sup>3</sup>, что свидетельствует о высокой пористости этих пород. Величина пористости изменяется от 41,4 до 52,5%.

Несмотря на высокую пористость, явлений просадки не наблюдается.

Таким образом, на основании вышеприведенных данных можно отметить следующие генетические признаки делювиальных лессовид-

ных пород: приуроченность их к склонам гор и возвышенностей, неотсортированность материала, зависимость гранулометрического состава от состава материнских пород и включение в них обломков последних, увеличение однородности гранулометрического состава по мере удаления от места сноса и др.

Элювиальные лессовидные породы на территории рассматриваемого района часто встречаются в горных и равнинных частях, поэтому разделяются на горные и равнинные. Они образуются в результате выветривания горных пород и залегают на плоских водораздельных участках непосредственно на материнских породах, где нет условий для смыва.

Мощность элювиальных лессовидных пород во многих случаях невелика (от нескольких сантиметров до 2—3 м).

Горные элювиальные лессовидные породы характеризуются отсутствием слоистости и неотсортированностью материала. В вертикальном разрезе возрастает процентное содержание крупных фракций и происходит постепенный переход в коренные (материнские) породы.

В гранулометрическом составе этих пород преобладает пылеватая фракция (0,05—0,005 мм), содержание которой изменяется от 38,0 до 56,44% от веса сухой породы.

Фракций песка — от 23,0 до 32,1%; содержание фракций дресвы и щебня довольно значительное (в сумме эти две фракции составляют от 14,9 до 27,9%), а глинистой — от 4,2 до 7,2%.

Гранулометрический состав указанных пород резко изменяется с глубиной и отличается от состава других генетических типов, так как в элювиальных лессовидных породах пылевой фракции (0,05—0,005 мм) гораздо меньше. Фракции дресвы и щебня, встречающиеся в элювиальных лессовидных породах, в других генетических типах отсутствуют.

По данным валового химического анализа, эти породы в основном состоят из окислов:  $\text{SiO}_2$  (41,5—63,96%),  $\text{CaO}$  (12—19,24%),  $\text{CO}_2$  (7,25—14,62%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (9,62—16,39%). Сравнение химического состава элювиальных лессовидных пород, лессов и лессовидных пород других генетических типов показывает, что в этих породах наблюдается увеличение содержания  $\text{CaO}$  и  $\text{CO}_2$  и уменьшение —  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Уже это доказывает отсутствие связи элювиальных лессовидных пород с другими окружающими их генетическими типами лессов и лессовидных пород.

В этих породах находится небольшое количество легкорастворимых солей, средняя величина плотного остатка 0,136—0,340%. Тип засоления толщи элювиальных лессовидных пород преимущественно карбонатный, содержание  $\text{HCO}_3$  в среднем равно 0,273% от веса сухой породы.

Объемный вес 1,3—1,35 г/см<sup>3</sup> свидетельствует о большой пористости этих пород, удельный вес 2,67—2,72 г/см<sup>3</sup>.

Пористость изменяется от 48 до 52% и в среднем равна 49,5. Такая большая пористость и неоднородность гранулометрического состава дают основание предполагать, что пористость лессовых пород зависит не от гранулометрического состава, а от условий их образования, т. е. от генезиса и последующего диагенеза. Большая пористость элювиальных лессовидных пород свидетельствует о склонности этих пород к просадкам, что необходимо учитывать при строительстве инженерных сооружений на таких грунтах в случае большой мощности их.

Основными генетическими признаками элювиальных лессовидных пород являются следующие: они встречаются в основном на плоских

водораздельных участках и залегают непосредственно на материнских породах, в их составе не происходит перемещения частиц, в вертикальном разрезе наблюдается неотсортированность гранулометрического состава и постепенный переход в коренные породы, мощность этих пород обычно небольшая, состав их зависит от состава материнских пород.

Все вышеописанные разновидности четвертичных отложений распространены главным образом в горной области Узбекистана и частично в пределах дельт Аму-Дарьи, Кашкадарьи и Зеравшана. Остальная, равнинная, часть территории Узбекистана (помимо плато Устюрт и некоторых останцевых возвышенностей) покрыта песками.

Пески распространены в Кызылкумах, в урочище Алкакулькум, в Центральной части Ферганской впадины, в западной части Каршинской, Карнабчужской степей в виде эоловых бугров, барханов и аллювиальных отложений в современных речных долинах (Чирчик, Ангрена, Сыр-Дарья, Зеравшан и др.) и, кроме того, в виде прослоек и линз по периферии конусов выносов горных рек.

Эоловые пески косослоистые, с поверхности собранные в гряды. Они образовались за счет не только современного развеивания песков, песчаников и древних пород, но и переноса песчаных частиц из лесовых пород. Мощность эоловых песков не превышает 15—16 м.

Гранулометрический состав характеризуется следующим содержанием: песчаных частиц 62—97%, пылеватых 1—28, глинистых 0,10—0,12.

Минералогический состав: кварц (более 50%), полевые шпаты, слюды, роговая обманка, хлорит и непрозрачные рудные минералы.

Удельный вес этих песков колеблется от 2,62 до 2,75 г/см<sup>3</sup>. Объемный вес при естественной влажности 1,32—1,67 г/см<sup>3</sup>, пористость также изменяется от 38 до 60%. Коэффициент фильтрации — от 1,12 до 7,8 м/сутки.

Аллювиальные пески распространены в современных долинах рек. В гранулометрическом составе этих песков песчаных частиц 60—96%, пылеватых 4—39, глинистых 0—1.

Удельный вес изменяется от 2,67 до 2,87 г/см<sup>3</sup>, объемный вес от 1,53 до 1,64 г/см<sup>3</sup>, пористость соответственно от 42 до 43%.

Коэффициент фильтрации, определенный при откачке воды из скважин или шурфов, равен 3,025—4,616 м/сутки.

Все вышеописанные аллювиальные отложения почти повсеместно (особенно в горной области) подстилаются галечниками.

Галечники распространены в долинах Зеравшана, Чирчика, Сыр-Дарьи, Ангрена, Сурхандарьи, в пределах I, II, III, IV террас, а также на территории конусов выносов саев.

Галечники в долинных частях на различных глубинах (от 1 до 20 м) прикрыты суглинками, супесями. Цвет их от серых до светло-серых, гальки размером от 50 до 170 мм, очень хорошо окатанные, в пересыпке с песком различной зернистости. Мощность их колеблется от 1 до 70 м и более (II—III террасы р. Чирчик). Эти галечники сильно обводнены, воды пресные, пригодны для любых целей.

## СОВРЕМЕННЫЕ ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЯВЛЕНИЙ

Разнообразие геоморфологических черт, геологического строения, тектонических структур, растительного покрова, климатических, гид-

рографических и гидрогеологических условий, пестрота петрографического и литологического состава горных пород различных районов Узбекистана определяют большое разнообразие форм проявления современных экзогенных физико-геологических явлений. Эти явления характеризуются постоянной изменчивостью во времени и пространстве, причем направление и интенсивность изменений зависят от влияния многих постоянных и переменных факторов — как природных, так искусственных. Последние являются результатом многосторонней хозяйственной деятельности человека.

Возведение и эксплуатация инженерных сооружений, разработка полезных ископаемых в сильнейшей степени воздействуют на природную обстановку, изменение которой выражается в сжатии горных пород в основании сооружений от статической или динамической нагрузки, нарушении теплового и водного режима верхних горизонтов пород при устройстве выемок и котлованов, изменении режима грунтовых вод, особенно значительном при орошении и осушении больших площадей земель, выщелачивании пород и других процессах, достигающих наибольшего развития при несоблюдении правил возведения сооружений, установленных на основе многолетнего опыта строительства и теоретических расчетов.

Естественный ход физико-геологических явлений в результате этого воздействия испытывает значительные качественные и количественные изменения. Развитие одних явлений замедляется или же прекращается вовсе, а других — усиливается. При этом в зависимости от характера воздействия площади распространения различных явлений либо резко возрастают, либо заметно сокращаются. В свою очередь, и инженерное сооружение испытывает действие природных явлений и процессов. Следовательно, сооружение и природная обстановка находятся во взаимодействии.

Таким образом, все современные физико-геологические явления экзогенного характера делятся на две категории:

1) явления, происходящие в естественных условиях в результате воздействия природных факторов, 2) явления, возникающие в результате разнообразной человеческой деятельности, обычно в совокупности с природными факторами. Явления первой категории можно назвать природными геодинамическими, а второй — инженерно-геологическими.

Из всех видов хозяйственной деятельности человека в земледельческих районах наибольшее значение имеет искусственное орошение, которое в оазисах Узбекистана практикуется уже много веков. В результате постоянной планировки и перепланировки поверхности орошаемых участков, внесения органических и минеральных удобрений, воздействия культурных растений на структуру почвенного покрова, выноса из почвы значительного количества различных солей при снятии урожая и т. п. искусственное орошение и связанные с ним земледелие и садоводство постепенно приводят к сглаживанию микро- и мезорельефа, отложению наносов из оросительной сети, уменьшению явлений смыва поверхностных горизонтов, изменению режима грунтовых вод и перераспределению воднорастворимых соединений в почвенных и подпочвенных горизонтах.

По результатам воздействия на горные породы выделяем два основных вида деятельности агентов денудации: 1) разрушительная работа, выражающаяся в разрыхлении и разрушении горных пород на месте их залегания, и 2) созидательная, проявляющаяся либо в отложении на новом, более пониженном месте продуктов разрушения

первоначальных пород, либо в образовании качественно новых пород на прежнем месте.

Каждой горной породе в зависимости от ее вещественного состава, физического состояния и физико-механических свойств присущи определенные физико-геологические явления. В частности, в лессах наблюдаются некоторые как природные геодинамические, так и инженерно-геологические явления, существенно иные по сравнению с глинами и суглинками, не имеющими лессовидного облика. Те же явления, которые свойственны в той или иной мере всем горным породам (например, выветривание), в лессах протекают также своеобразно.

Такие явления, как карст, оползни, обвалы, размыв, просадка и прочие, распространены или в виде узких полос, или в виде локализованных участков различной величины и формы. Повсеместное, хотя не везде одинаковое, развитие имеет лишь выветривание во всех его видах.

## ПРИРОДНЫЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

### Выветривание

Преобладание того или иного вида выветривания (физического, химического или органического) и интенсивность его проявления зависят от многих природных факторов: высотного положения участка и связанных с этим климатических условий, расчлененности рельефа, экспозиции горных склонов, крутизны и высоты уступов речных террас, стенок оврагов, откосов насыпей и выемок, минералогического состава горных пород, структуры и текстуры их, условий залегания, а также в известной мере и от степени хозяйственного освоения участка.

Главнейшие агенты выветривания: а) энергия солнечного излучения (тепловое и химическое воздействие солнечных лучей); б) суточные и годовые колебания температуры горных пород; в) переменное увлажнение и высушивание пород; г) газы, находящиеся в воздухе (кислород, углекислый газ, сероводород и др.); д) разряды атмосферного электричества, создающие азотную кислоту и аммонийные соединения; е) жизнедеятельность животных и растительных организмов, в особенности микроорганизмов.

Выветривание подчиняется законам природной зональности.

В условиях Узбекистана, находящегося в аридной зоне, наибольшее значение имеют первые два агента. Поэтому здесь преобладает физическое выветривание.

Важнейшим условием воздействия агентов на горные породы является быстрое проникновение их в глубину массива. Вследствие этого степень трещиноватости пород имеет существенное значение.

Помимо трещин, образующихся в результате физического выветривания, в горных породах встречаются и другие экзокинетические трещины, возникающие из-за нарушения равновесия напряжений в толще пород. По берегам Нарына, Карадарьи, Чаткала, Угама и других горных рек, долины которых глубоко врезаны в массивы коренных пород, наблюдаются многочисленные трещины, подавляющее большинство которых протягивается параллельно долинам. Трещины эти, называемые обычно трещинами скола, представляют собой результат вызванной врезанием долины разрядки напряженного состояния пород, находящихся под давлением вышележащих толщ.

При разработке проектов гидротехнического строительства и горномелиоративных мероприятий учет трещин имеет очень важное зна-

чение, так как они являются кратчайшими путями фильтрации воды в обход крыльев плотины. Эти трещины, кроме того, способствуют обвалам скал по бортам долин, а в случае распространения их в известняках (как это имеет место в долине Чирчика в районе сел. Ходжикент) обуславливают развитие процессов карстообразования.

Помимо трещин экзокинетического типа, в толще горных пород Узбекистана часто наблюдаются и другие генетические типы трещин— тектонические и эндокинетические.

Тектонические трещины встречаются в виде системы параллельных или пересекающихся трещин; по ним обычно наблюдаются вертикальные смещения пород.

Из эндокинетических трещин наибольшее значение имеют трещины отдельности в изверженных (главным образом излившихся) породах, возникающие при остывании магмы. Они определяют глубину, на которую распространяются процессы выветривания и фильтрации атмосферных осадков.

Физическое выветривание расширяет и углубляет существовавшие ранее трещины и создает многочисленные новые, облегчая дальнейшее распространение и других видов выветривания в глубину массива горных пород.

Трещиноватость скальных пород не только способствует развитию процессов выветривания, но и резко снижает их механическую прочность и столь же резко увеличивает их водопроницаемость, создавая благоприятные условия для развития процессов карстообразования, обвалов и оползней.

В верхней, высокогорной зоне, лежащей выше снеговой линии и почти лишенной растительности, происходит интенсивное физическое выветривание, выражающееся в постоянном растрескивании и раскалывании верхних горизонтов твердых горных пород под влиянием резких суточных и годовых колебаний температуры воздуха. Отдельные трещины выветривания здесь проникают на глубину 30—50 м и более. С течением времени на поверхности горных массивов образуются массы рыхлого обломочного материала в виде щебня, дресвы и отдельных глыб. Материал этот, по мере накопления, в большей своей части под действием силы тяжести смещается в сухом состоянии по склонам вниз, в пределы нижней зоны, создавая осыпи. На водораздельных участках, имеющих недостаточный уклон, рыхлообломочный материал остается на месте, образуя скопление элювия.

Средняя зона, лежащая ниже снеговой линии и получающая сравнительно большое количество атмосферных осадков (в среднем более 1000 мм в год), характеризуется широким развитием древесно-кустарниковой и травянистой растительности. Здесь наряду с физическим наблюдаются в более интенсивном виде химическое и отчасти органическое (биохимическое) выветривания.

У подножья склонов, имеющих южную экспозицию (например, по склонам Чаткальского хребта) и потому подверженных более интенсивному прогреванию солнечными лучами, развиты щебнистые осыпи.

На северных же склонах, получающих больше влаги, наблюдается преимущественно химическое выветривание; физическое, а также органическое выветривания имеют подчиненное значение. Поэтому здесь осыпи у основания склонов встречаются редко, а преимущественно распространены смытые дождевыми струями и отложенные на нижних частях пологих склонов и у их подножья делювиальные мелкоземистые образования. С течением времени поверхностные горизон-

ты делювия процессами органического выветривания преобразуются в маломощный почвенный покров.

Нижняя зона, располагающаяся в области низких гор и предгорий, отличается уже меньшим количеством атмосферных осадков и в среднем более высокими температурами воздуха. Вследствие этого здесь физическое, химическое и органическое выветривания на восточных и западных склонах протекают примерно с одинаковой силой, а на южных преобладает физическое выветривание.

Петрографический состав горных пород и условия их залегания влияют в основном на внешние формы проявления процессов выветривания. Граниты, сиениты, диориты и другие глубинные магматические породы — благоприятная среда для интенсивного проявления всех видов выветривания, особенно физического. Сложный минеральный состав этих пород обуславливает довольно быстрое раскалывание верхних горизонтов на глыбы и растрескивание их на более мелкие остроугольные обломки — щебень и дресву. При этом крупнозернистые разности разрушаются быстрее. На крутых склонах физическое выветривание глубинных пород приводит к образованию крупных отдельных матрацевидной формы со сглаженными краями. В более влажных местах (на северных склонах) и в зонах сильного тектонического раздробления наблюдается интенсивное химическое выветривание, выражающееся в перегруппировке и превращении одних природных соединений в другие, более стойкие, в частности, в каолинизации полевых шпатов и образовании мелкоземистой массы. Верхняя часть этой массы под действием агентов органического выветривания, главным образом микроорганизмов, превращается в плодородную структурную почву типа серозема.

Отличительными признаками химического выветривания являются обычно изменение цвета пород (темного на светлый), химического состава и общее их размягчение.

По сравнению с глубинными порфиры, порфириты, вулканические туфы и другие излившиеся породы являются значительно устойчивыми против физического выветривания. Благодаря порфировой структуре инсоляция здесь не приводит к образованию большого количества щебня и дресвы. Химическое же выветривание в излившихся породах протекает несколько более интенсивно, чем в гранитах и сиенитах.

Широко распространенные в высокогорной зоне Ферганской котловины известняки палеозоя, как породы мономинеральные, более стойки ко всем видам выветривания, чем граниты, вследствие чего они часто сохраняются в виде наиболее высоких и скалистых участков. Физическое выветривание в них приводит к образованию полиэдрических или параллелепипедальных отдельных с острыми ребрами и правильными гранями. Сеть трещин в них тем гуще, чем меньше слоистость. Органическое выветривание ведет к образованию карбонатных почв, бедных необходимыми для питания растений минеральными веществами.

Глинистые, тальковые, хлоритовые, слюдяные и другие сланцы подвергаются под действием инсоляции быстрому расщеплению на тонкие пластинки и листочки. Химическое и биохимическое выветривания этих продуктов разрушения, несмотря на значительную в большинстве случаев химическую устойчивость их, постепенно приводят к образованию на пологих склонах почвенного покрова, богатого питательными для растений веществами. Наименьшая трещиноватость свойственна кристаллическим сланцам.



В результате развития процессов физического выветривания подготавливается обломочный материал, из которого формируются обломочные осадочные породы.

Физическое выветривание глин и песчаников дает в конечном итоге массу мелкоземистого материала, который биохимическими процессами превращается в плодородные почвы, благоприятные для произрастания разнообразной растительности.

Выветривание в лессах отличается некоторым своеобразием по сравнению с выветриванием в других мелкоземистых отложениях. Конечный результат процессов физического выветривания в лессах — образование по уступам высоких террас, обрывам оврагов и древних ирригационных каналов глыбовостолбчатых отдельностей, наподобие стен или массивных столбов. Часть этих отдельностей еще только намечается, большая же часть их обычно хорошо выражена и грозит окончательно оторваться от массива и обрушиться вниз. Отдельности эти, достигающие по правому берегу Сыр-Дарьи между устьями Чирчика и Келеса 3—5 м в длину, 1—1,5 м в ширину и более 15—20 м в высоту, образуются вследствие широкого развития в толще лесса вблизи обрывов системы пересекающихся вертикальных трещин, достигающих до 40—50 м в длину и 5—10 см в ширину (по верху).

Химическое выветривание в лессах приводит к замене в составе поглощенного комплекса натрия кальцием и к рассолонению верхних горизонтов в результате выноса в нижние легкорастворимых солей проникающей с поверхности водой. Происходящее в процессе жизнедеятельности растительных и животных организмов биохимическое выветривание в лессовых породах ведет к накоплению в поверхностных горизонтах гумуса и преобразованию его в почву (серозем), отличающуюся высоким плодородием, превышающим плодородие знаменитого нильского ила.

### Работа атмосферных и текучих поверхностных вод

Разрушительная работа текучей воды выражается в смыве мелких частиц с земной поверхности и размыве различных горных пород.

Плоскостный смыв (абляция) проявляется в уносе вниз по горным склонам дождевыми струйками и талой снеговой водой мелкообломочного и мелкоземистого материала, образующегося в результате процессов выветривания. Часто подвергаются плоскостному смыву также поверхностные горизонты почвенного покрова на пологих склонах гор и предгорий, слабо закрепленные растительностью. На тех же участках, где уклон превышает 25—30°, происходит сосредоточенный (струйчатый) смыв. Вызывается он в основном дождями не обложного, а ливневого характера.

Небольшие струи дождевой и талой воды отлагают на нижних частях склонов и у их подножья смытые сверху продукты выветривания горных пород, преимущественно мелкие частицы, т. е. делювий. Мощность делювия увеличивается к основанию склонов, достигая здесь иногда нескольких десятков метров.

Поверхностный размыв (эрозия) происходит при слиянии отдельных струек воды во временные ручьи или постоянно действующие потоки, т. е. является дальнейшим развитием струйчатого смыва. Наблюдается он главным образом в средней и нижней зонах горных областей и выражается в образовании сложной сети оврагов с многочисленными отвершками и речных долин. На степень и характер раз-

мыва горных пород влияют многие факторы: а) уклон русел водотоков, определяющий скорость движения воды; б) экспозиция склонов, обуславливающая высоту снеговой линии и, следовательно, количество воды в ручьях и реках, которое также оказывает влияние на скорость ее движения; в) литологическое строение пород, определяющее их механическую прочность; г) степень разрушения горных пород под воздействием процессов выветривания.

В высокогорной зоне процессы эрозии слабо развиты. Здесь происходит зарождение горных рек ледникового и снегового питания, эрозионная деятельность которых в полной мере проявляется лишь в средней зоне и верхней части нижней зоны. Благодаря большим скоростям движения воды в этих зонах преобладает глубинный размыв твердых горных пород.

Реки, стекающие с северных склонов горных хребтов, отличаются многоводностью, так как на этих склонах располагаются обширные поля вечного снега и ледники. Поэтому на северных склонах Алайского, Туркестанского, Чаткальского и других хребтов эрозионная деятельность речных потоков проявляется гораздо сильнее, чем на южных склонах тех же хребтов, где граница снега поднята очень высоко и реки характеризуются сравнительной маловодностью.

В местах распространения прочных палеозойских песчаников, известняков и мрамора, а часто также излившихся пород долины рек и горных оврагов имеют вид резко выраженных глубоких остродонных ущелий с крутыми скалистыми бортами. Продольный профиль их характеризуется многочисленными ступенчатыми водопадами и стремнинами. Наиболее глубоки и узки речные долины, прорезающие горные массивы вкрест простирания пород; вытянутые же по простиранию пород обычно отличаются более плавными и мягкими очертаниями бортов.

Там, где развиты менее прочные известняки, гипсы и песчаники мезо-кайнозойского возраста, где имеются более благоприятные условия для проявления процессов карстообразования, размыв протекает слабее, так как значительная часть атмосферных осадков и текучих поверхностных вод здесь быстро проникает в глубь пород по трещинам и карстовым пустотам.

В пределах гранитных массивов долины рек довольно широки, имеют сравнительно пологие борта и слабо вогнутое дно. В местах распространения глинистых, хлоритовых и других сланцев эрозия приводит в конечном итоге к образованию широких горных долин с пологими бортами.

На равнинных пространствах, сложенных легкоразмываемыми песчано-глинистыми породами, преобладает боковая эрозия, проявляющаяся в попеременном размыве берегов, вследствие чего русло реки становится извилистым. Реки, текущие в меридиональном или близком к нему направлении, в соответствии с законом Бэра, размывают преимущественно правый берег. Такие реки характеризуются асимметричностью строения долин. Например, Аму-Дарья, текущая почти на всем протяжении в северо-западном направлении, интенсивно, особенно во время паводков, разрушает во многих местах правый берег, который приобретает большую крутизну. Левый же берег постепенно передвигается в сторону реки и имеет пологий характер. В тридцатых годах г. Турткуль, стоящий на правом берегу Аму-Дарьи, был почти полностью разрушен и покинут большинством жителей, а столица Каракалпакской АССР перенесена в г. Нукус. Правобережному береговому устью и многим бычкам железнодорожного моста через Аму-

Дарью у г. Чарджоу непрерывно грозит опасность разрушения вследствие размыва берега и мелкозернистых донных наносов.

В предгорьях и на прилегающих к ним частях обширных равнинных пространств, где широким распространением пользуются лессы и лессовидные суглинки, размывающая деятельность эпизодических потоков выражается первоначально в образовании неглубоких (0,2—0,5 м) рытвин, постепенно превращающихся в проточины, а затем в промоины, имеющие до 5—10 м в глубину, 10—15 м в ширину (по верху) и до 500 м в длину. Со временем отдельные проточины и промоины, увеличиваясь в размерах и соединяясь между собою, образуют извилистые свраги с многочисленными боковыми отвершками. Некоторые овраги в лессовых толщах достигают весьма крупных размеров— до 25—30 м в глубину, 40—50 м в ширину (по верху) и 15—20 км в длину. Вершины таких оврагов, как правило, расположены в области предгорий, а средние части и устья — на равнине.

Степень и характер развития овражной сети в лессах и лессовидных породах зависят от многих природных и искусственных факторов: рельефа местности, количества и интенсивности атмосферных осадков, характера снеготаяния, глубины залегания уровня грунтовой воды, состояния бортов проходящих по косогору ирригационных и деривационных каналов, наличия не покрытых каменной одеждой дорог в выемках и пр. Известен случай, когда при прорыве воды из магистрального ирригационного канала, командующего с одной стороны над прилегающей местностью, за несколько часов в лессах образовалась промоина глубиной до 5—6 м, шириной по верху 7—8 м и длиной 150—200 м.

При прорывах водою бортов каналов в лессах на косогорных участках обычно наблюдаются подземные галереи длиной в десятки метров, оканчивающиеся ниже по склону выводящим на поверхность земли округлым отверстием. Следовательно, здесь эрозия сочетается с суффозионно-карстовыми процессами. Такие явления наблюдались на канале Отуз-Адыр в Восточной Фергане и в других местах.

По мере уменьшения продольного уклона русел оврагов глубинная эрозия в лессовых породах затухает, и овраги приобретают смягченные формы, а затем превращаются в лощины (суходолы) с пологими задернованными бортами и плоским дном.

Существуют предупредительные и закрепительные меры борьбы с оврагообразованием.

К предупредительным мерам относятся: запрещение вырубki лесов и кустарников и предотвращение лесных пожаров в пределах всей водосборной площади в целях уменьшения интенсивности поверхностного стока за счет увеличения подземного; посадка новых деревьев и посев трав на водосборной площади, преследующие ту же цель; недопущение усиленного выпаса скота и многократного прогона стад по одним и тем же местам с целью максимально возможного сохранения растительного покрова; запрещение распашки склонов с проведением борозд по уклону; недопущение прокладки грунтовых дорог и каналов в выемках без закрепления их дна каменной одеждой.

Закрепительными мероприятиями являются: устройство перед вершиной оврага дугообразной в плане перехватной канавы, отводящей поступающую в нее воду в верхние боковые отвершки; защита дна этих отвершков от размыва посредством укладки деревянных или бетонных лотков; устройство на дне оврага в верхней и средней его частях невысоких донных запруд или бетонных перепадов для замедления стока воды и уменьшения ее живой силы; постройка в нижней

части оврага перегораживающей плотины с водовыпуском, закрываемым щитом. Эти меры должны применяться на возможно более ранней стадии появления оврага.

Однако на территории Узбекистана противоовражные мероприятия применяются пока редко, преимущественно вблизи железных дорог, в населенных пунктах и в непосредственной близости от них.

В пределах орошаемых земель значительную эрозионную работу производят также древние магистральные ирригационные каналы (Зах, Бозсу, Даргом, Нарпай, Дам и пр.), образовавшие к настоящему времени хорошо разработанные долины.

Почти всюду в предгорьях в конце весны и начале лета наблюдаются проходящие по горным оврагам сели. Это внезапно возникающие и быстро затухающие горные потоки, движущиеся по сформированной долине с большой скоростью (до 5,5—6 м/сек), влекущие большое количество различного обломочного материала и обладающие огромной силой таранного удара. Динамичность селя не допускает сколько-нибудь значительных изгибов русла оврага.

Крупные гальки и даже мелкие и средние валуны (диаметром до 40—50 см) в селевом потоке не только передвигаются во взвешенном состоянии, но и остаются в нем при остановке движения. Объясняется это тем, что обломки эти, находясь в селевой гидромассе, имеющей плотность до 1,4—1,5, испытывают ее взвешивающее действие.

Условиями для развития этих грязекаменных потоков являются: значительный (не менее 0,05) средний продольный уклон русла горного оврага; наличие в русле оврага и на его бортах больших количеств разнообразного рыхлого обломочного материала; отсутствие на горных склонах в пределах водосборной площади достаточно густой древесной, кустарниковой и травянистой растительности. Непосредственной причиной зарождения селя служит разражающийся в горах сильный ливень, распространяющийся на всю или большую часть водосборного бассейна, причем ливню предшествует продолжительный обложной дождь или интенсивное таяние снега в горах. Характерной особенностью селя является его способность поднимать свое ложе за счет осаждения части влекомых наносов и переваливаться через возникающие на его пути невысокие преграды. При выходе на равнину сель постепенно разгружается и замедляет свое движение.

В результате селевых потоков грязекаменной массой заносятся прилегающие к устьям горных оврагов культурно-возделываемые участки, а также повреждаются и разрушаются различные инженерные сооружения, встречающиеся на пути этих потоков.

Наиболее опасные селевые очаги расположены на северных склонах Алайского и Туркестанского хребтов в районах Талмазара, Миндона, Риштана, в урочище Яманджар, по южному склону Моголтау и во многих других местах.

С целью защиты инженерных сооружений от разрушительного воздействия селей в УзССР применяются следующие мероприятия: а) устройство оградительных дамб и селедуков в устьевых частях оврагов для переброски обломочного материала через выемку канала или железную дорогу (в Южной Фергане — для защиты Большого Ферганского канала, в Бостандыкском районе — Чирчикского деривационного канала); б) заложение в теле насыпи железной дороги на пути селевого потока железобетонных труб большого сечения (Ферганская котловина); в) террасирование горных склонов с устройством на террасах водопоглощающих и водоотводных канав, посадкой деревьев

и кустарников (в верхней и средней частях Акташская в Бостандыкском районе Ташкентской области).

Созидательная работа постоянных и временных поверхностных водотоков проявляется в среднем течении их и главным образом в нижнем и выражается в образовании по берегам рек ряда продольных аллювиальных террас, нередко, в устьевых частях горных речек и крупных оврагов,— конусов выносов, а в низовьях Аму-Дарьи— весьма обширной дельты.

Речные террасы в пределах межгорных впадин в большинстве случаев имеют одинаковое строение: цоколем их служат коренные породы (преимущественно мезо-кайнозойского возраста), на размытой поверхности которых залегают галечники, на верхних террасах сцементированные глинисто-известковым цементом до состояния конгломератов; на поверхности аллювиальных конгломератов и галечников лежит толща лессов делювиального и делювиально-пролювиального происхождения, мощность которой постепенно уменьшается в направлении к реке.

Небольшие горные реки по выходе из ущелий на равнину обычно разветвляются на несколько веерообразно расходящихся естественных рукавов-протоков и образуют почти плоские конусы выносов («сухие дельты»). Во многих местах, особенно в Ферганской котловине, от концевых частей рукавов отходят созданные в далеком прошлом многочисленные оросительные каналы, забирающие всю воду рек, оставшуюся после просачивания в отложения конусов выносов. Вершины этих конусов сложены рыхлым валунно-галечниковым материалом. По мере удаления от вершины крупность обломков уменьшается, а степень окатанности их увеличивается, причем все более часто в толще галечников встречаются прослойки и линзы сначала гравия и песка, а затем супесей и суглинков. В периферийных частях конусов выносов мелкоземистый материал уже преобладает над галькой и гравием, залегающими здесь преимущественно на некоторой глубине в виде постепенно выклинивающихся языков.

Конусов выносов в Ферганской котловине свыше 20. Наиболее крупные из них — Сохский и Исфаринский, характеризующиеся изумительной четкостью очертаний в плане. Длина галечникового поля Сохского конуса по оси течения реки равна 17 км, а площадь его достигает 400 км<sup>2</sup>. Многие из небольших горных рек, берущих начало в окружающих Ферганскую котловину горах, имеют по 2—3 конуса выносов, из которых верхний приурочен к заадырной впадине, средний — к межадырной, а нижний располагается на окраине центральной части котловины.

### **ЯВЛЕНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ ПОД ИСКЛЮЧИТЕЛЬНЫМ ИЛИ ПРЕИМУЩЕСТВЕННЫМ ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ**

#### **Смещения горных пород на склонах**

Во всех зонах горной области на крутых склонах изредка (главным образом в конце осени) при замерзании воды в трещинах скальных пород наблюдаются внезапные обрушения крупных глыб, нависающих в виде карнизов над ущельями. При падении вниз по склону эти глыбы при ударе о выступающие части обрыва разбиваются на более мелкие обломки остроугольной формы, которые часто перемещаются по горизонтальной поверхности горной долины на расстояние свыше 100 м. Такие обрушения носят название обвалов. Обвалы глыб происходят в результате увеличения количества трещин и их разме-

ров, вследствие чего сила тяжести превышает силы структурного сцепления в горных породах. При землетрясениях большой силы в горах наблюдаются массовые обвалы, приводящие к завалам дорог и русел горных рек.

Обвалы чаще всего происходят в ущельях, прорезанных в мощных толщах песчаников, известняков и излившихся пород, отличающихся большой трещиноватостью.

Иногда в горах наблюдаются вывалы глыб из отвесных склонов. В отличие от обвала при вывале обрушившаяся глыба перемещается вниз не по склону, а по воздуху. В предгорьях и на равнинах наблюдаются обвалы и вывалы глыб на крутых лессовых обрывах.

Вред, приносимый народному хозяйству обвалами и вывалами, не очень значителен, так как явления эти происходят эпизодически и преимущественно в необжитых местах.

Гораздо больше распространено в горах и предгорьях перемещение под действием силы тяжести образующихся в результате физического выветривания небольших остроугольных обломков — щебня и дресвы — и отложение их у основания склонов в виде осыпей. Осыпи имеют обычно плоскую поверхность с уклоном, соответствующим углу естественного откоса рыхлого обломочного материала в сухом состоянии, т. е.  $37-38^\circ$ .

Крупные осыпи чрезвычайно подвижны. При подрезе их выемкой дороги или канала в движение приходит вся вышележащая масса.

Под воздействием обильных дождевых или талых вод осыпь с глинистой подстилкой начинает медленно смещаться вниз, причем поверхность ее выполаживается до  $30-31^\circ$ . Такие смещения называются осывами. Наблюдаются они в отдельных местах, например у основания склонов Гиссарского хребта.

Наибольшего развития осыпи достигают в местах распространения гранитов, порфиров, известняков, мраморов, мергелей, глинистых сланцев и прочих песчаников. На склонах северной экспозиции осыпи образуют обычно небольшие конусы выносов или прерывистую полосу, а на склонах южной экспозиции — сплошную полосу, тянущуюся на многие сотни метров вдоль склонов по их подножью. Такие своеобразные щебнистые оторочки встречаются в нижних частях южных склонов Туркестанского, Зеравшанского и Гиссарского хребтов; реже они наблюдаются у основания склонов Чаткальского и Кураминского хребтов.

Осыпи и осывы, состоящие из рыхлого обломочного материала, непригодны для строительства на них каких-либо сооружений (зданий, дорог, каналов). Для предохранения прокладываемых внизу грунтовых и железных дорог от завала их осыпающимся сверху материалом в угрожаемых местах устанавливают металлические сетки, устраивают горизонтальные полки (бермы), подпорные стенки или галереи. При отсутствии этих устройств необходимо своевременное удаление осыпающегося материала.

При совместном действии силы тяжести и проникшей в горные породы в большом количестве воды происходят оползневые явления, т. е. медленные и плавные смещения пород вниз по склону. Чаще всего оползни наблюдаются весной, особенно в годы, отличающиеся выпадением в зимне-весенний период необычайно большого количества атмосферных осадков (как это было, например, почти повсеместно в Средней Азии в 1954, 1958 и 1959 гг.).

Наиболее крупные оползни наблюдаются на горных склонах крутизной  $45-60^\circ$ , сложенных переслаивающимися маломощными песча-

никами, известняками и глинами, полого падающими в сторону речной долины или горного оврага. Насыщенные водой породы смещаются вниз по плоскостям напластования. Такие оползни, имеющие различный возраст, встречаются по бортам долин горных речек и оврагов, пересекающих склоны Алайского, Туркестанского, Зеравшанского и Нуратинского хребтов, а также в верхней части чинка Устюрт, сложенной известняками и мергелями сарматского яруса.

Наибольшим распространением в УзССР пользуются оползни земляных масс делювиального происхождения, залегающие на нижних частях горных склонов и у их основания. Приуроченность большинства оползней к предгорной зоне, где распространены делювиальные отложения, вполне закономерна. Делювий в силу условий своего образования является недоуплотненным отложением и потому характеризуется большой рыхлостью сложения. Поверхность его имеет чаще всего уклон от 10 до 15—20°. Залегая обычно сравнительно тонким слоем на наклонной поверхности твердых коренных пород, делювий отличается весьма малой устойчивостью. При малейшем нарушении равновесия делювиальных масс на склоне происходит их смещение в виде оползня, оплывины, сплыва, а иногда и обвала. В условиях Средней Азии делювий часто представлен макропористым лессом. В местах добычи каких-либо полезных ископаемых и в населенных пунктах развитие оползневых явлений в делювиальных отложениях часто вызывается сложным переплетением природных факторов с факторами, возникающими вследствие деятельности человека.

Основной причиной развития оползневых явлений, равно как и обвалов скал и осыпания обломков горных пород, является нарушение равновесия массивов пород на склонах вследствие превышения силы тяжести над силами трения и сцепления в породах. Действие этой причины подготавливается многими природными и искусственными<sup>1</sup> факторами, которые можно рассматривать в качестве дополнительных причин.

Природными факторами, содействующими нарушению неустойчивого равновесия пород на склонах и способствующими оползанию, являются: а) обильное выпадение в весенний период атмосферных осадков в виде дождя и бурное таяние снега; б) чередование годов засушливых и обильных осадками; в) интенсивное просачивание в толщу породы по порам и трещинам атмосферных осадков и скапливающейся на короткое время в пониженных местах поверхностной воды, приводящее к быстрому увлажнению породы, в частности делювиального лесса, на глубину 2—2,5 м и более и вызывающее вследствие этого увеличение веса верхних горизонтов на 0,4—0,5 т/м<sup>3</sup> и соответственно уменьшение в них сил внутреннего трения и особенно сил молекулярного и ионного сцепления частиц в результате их набухания и разрушения цементационных пленок; г) наличие в нижних горизонтах неустойчивых пород потока грунтовой воды, которая при гидравлическом градиенте выше критического производит как химическую, так и механическую суффозию (внутренний размыв) с выносом из породы воднорастворимых солей и взвешенных мелких частиц; д) гидродинамическое давление грунтовой воды при выходе ее на дневную поверхность, ослабляющее нижнюю часть склона; е) колебания уровня грунтовой воды; ж) процессы физического выветривания, ослабляю-

---

<sup>1</sup> Искусственные факторы, способствующие возникновению оползней, указаны ниже.

щие и разрушающие верхние горизонты пород, слагающих склон; з) процессы карстообразования, создающие пустоты в породах и ослабляющие устойчивость склона; и) заглубление речной долины и подмыв рекой основания склона; к) падение пластов коренных пород в сторону долины, облегчающее движение по этим пластам залегающих на них отложений; л) смачивание грунтовой водой поверхности залегающих под породами на склоне пластов коренных пород, особенно глинистых, полого падающих в сторону долины, вследствие чего эта поверхность становится скользкой, что приводит к значительному ослаблению связи пород на склоне с породами массива склона; м) катастрофические паводки на реке, подмывающие склон; н) глубокая, все возрастающая врезка оврагов, пересекающих склоны, обуславливающая постепенную потерю породами упора в основании бортов оврагов; о) неотектонические движения, вызывающие поднятия возвышенностей и опускания прилегающих понижений; п) землетрясения силой 6—7 баллов и более, влекущие за собою образование в толще делювиальных и других отложений зияющих вертикальных трещин, иногда очень глубоких и протяженных; р) проявление ползучести глинистых и суглинистых пород, т. е. способности их к небольшим непрерывным деформациям, происходящим при неизменной нагрузке, обуславливаемое увлажнением породы после ее просыхания, либо длительным физико-химическим воздействием слабоминерализованной воды, либо тем и другим и приводящее к медленному течению породы.

По характеру и длительности воздействия все эти факторы можно разделить на постоянные, влияние которых проявляется очень медленно, в течение больших отрезков времени (например, указанные в пунктах ж, и, к, н, о, р), переменные (а, б, в, г, д, е, з, л); эпизодические (м, п).

Большинство оползней в Узбекистане относится к типу детрузивных (толкающих). Движение начинается в верхней части склона в результате появления трещин откола; оторвавшийся массив толкает находящиеся ниже по склону участки, часто образуя вал выпирания. Реже встречаются деляпсивные (падающие или соскальзывающие) оползни, в которых движение начинается вследствие потери упора, например, при подмыве рекой основания склона и пр., постепенно распространяясь вверх и захватывая новые части склона. Изредка наблюдаются и смешанные оползни, в которых верхняя часть носит деляпсивный характер, а нижняя — детрузивный.

В каждом оползне детрузивного типа отчетливо наблюдаются две части: активная (верхняя) и пассивная (нижняя), являющаяся упором для первой. Степень подвижности неустойчивого массива зависит в значительной мере от соотношения размеров этих частей.

В годы, отличающиеся большим количеством весенних атмосферных осадков, происходит не только общее оживление явлений оползания, но и резкое увеличение размеров оползней. Например, объем сместившихся весной 1954 г. масс делювиального лесса в окрестностях сел. Ходжикент (в верховьях р. Чирчика) составил около 1 000 000 м<sup>3</sup>, причем амплитуда смещения по вертикали равнялась 75—80 м, а по горизонтали — свыше 2 000 м; примерно такой же объем имеет и оползень в районе Галибасая, в 12 км ниже по течению реки. Еще больших размеров достигают оползни по левобережью р. Ангрена в районе Ангреновского бурогоугольного месторождения: Загасансайский, начавшийся в 1958 г. и активизировавшийся в 1959 г., и Туркский, произошедший в апреле 1959 г. На каждом из этих оползней объем пришедших в движение масс делювиального лесса и верхних, выветрелых гори-



зонтов залегающих под ними коренных пород составляет около 11 000 000 м<sup>3</sup>.

Крупные оползни приносят значительный ущерб народному хозяйству, так как смещающиеся в огромных массах рыхлые отложения разрушают жилые дома, надворные постройки, полотна железной дороги и другие сооружения.

Небольшие оползни в лессах и лессовидных образованиях происходят по бортам глубоких оврагов в предгорьях и по берегам древних магистральных ирригационных каналов на равнинах. В некоторых случаях (например, по оврагу Бурджар в Ташкенте) оползни эти имеют ступенчатый характер, указывающий на развитие их в несколько этапов вследствие возобновления условий, благоприятствующих смещению земляных масс.

Поверхность отрыва при оползневых явлениях в однородной толще мелкоземистых отложений делювиального или пролювиального происхождения часто хорошо выраженного криволинейного (вогнутого) характера: в верхней части крутизна ее составляет около 90°, а в нижней — 25—20° и менее. В плане трещина отрыва имеет обычно вид дуги, обращенной вогнутостью в сторону смещения. Следовательно, оползание здесь происходит, как правило, по сферической поверхности и значительно реже по цилиндрической.

На более крутых горных склонах, где мощность делювия незначительна, а растительный покров развит слабо, после продолжительных дождей или бурного таяния снега обильно насыщенные водой поверхностные горизонты влагоемких мелкоземистых отложений не сползают плавно по склону, а быстро сплывают по нему к подножью, где и растекаются в виде разжиженной массы, которая после высыхания растрескивается. Такой характер смещения земляных масс, носящий название оплывины, наблюдается преимущественно в нижних частях северных склонов Чаткальского, Туркестанского и Зеравшанского хребтов. Объем оплывшей массы обычно незначителен — от нескольких десятков до нескольких сотен кубометров. Поэтому приносимый ею вред невелик.

Соответственно разнообразию факторов, способствующих оползням, многообразны и выработанные практикой строительства меры борьбы с оползневыми явлениями. Меры эти по целевому назначению подразделяются на предупредительные и закрепительные.

Предупредительные мероприятия направлены на заблаговременное устранение факторов, содействующих возникновению оползней, т. е. на сохранение и максимально возможное улучшение физического состояния и физико-механических свойств пород, слагающих склон.

Закрепительные мероприятия должны остановить или резко ослабить начавшееся смещение пород на склонах, а также предупредить повторное оползание участков, уже претерпевших смещение и вновь находящихся в условиях неустойчивого равновесия.

Предупредительными мероприятиями являются: упорядочение поверхностного стока по склону посредством системы открытых и закрытых ливнеотоков; перехват поступающих сверху поверхностных вод нагорными канавами, покрытыми по дну водонепроницаемой одеждой, и отвод воды за пределы угрожаемого участка водоотводными канавами; увеличение устойчивости склона либо общим выполаживанием его, либо устройством берм, либо срезкой верхней части и отсыпкой материала (если он является фильтрующим) у подошвы склона в виде контрбанкета, играющего роль упора для активной части; устройство

в нижней части склона подпорной стенки (каменной, бетонной, железобетонной) с фильтром для выпуска грунтовой воды; сохранение существующей древесно-кустарниковой и травянистой растительности и усиление ее новыми посадками и посевами; предупреждение ослабления нижней части склона путем отвода в сторону русла протекающего в непосредственной близости водотока и недопущения проведения дорог и каналов с подрезкой основания склона; недопущение прокладки дорог и каналов в пределах неустойчивого склона; запрещение взрывных работ; ограничение или полное запрещение работы машин — возбудителей сотрясений; недопущение увеличения крутизны откосов; запрещение дополнительной загрузки отвалами в активной зоне и съема породы в пассивной; искусственное закрепление слагающих склон грунтов (главным образом песчаных) посредством силикатизации жидким стеклом, цементации жидким цементным раствором, битумизации, замораживания, электрохимического воздействия при пропуске постоянного электрического тока.

К мерам закрепительного характера относятся: освобождение верхней части склона (активной зоны) от всякой дополнительной нагрузки в виде сооружений, отвалов грунта и пр. и подсыпка в пассивной зоне; планировка поверхности оползневого участка для улучшения условий поверхностного стока; дренаж водоносного слоя в оползневом склоне путем устройства прорезей, продольных и поперечных штолен с выходом в дренажные шахты или на откос либо посредством понижения уровня грунтовой воды откачкой из буровых колодцев; прошивка оползневого склона металлическими или железобетонными сваями и шпонками (укороченными сваями); прекращение инфильтрации хозяйственных и технических вод посредством гидроизоляции водоемов, водопроводных и канализационных линий; защита оползневого участка от накопления снега.

Следует отметить, что такое разделение мероприятий в известной мере условно, так как некоторая часть их в одинаковой степени может быть применена как для одной, так и для другой цели.

В подавляющем большинстве случаев надлежащий эффект достигается лишь при комплексном осуществлении мероприятий, направленных на устранение отрицательного действия всех факторов, вызывающих оползни. В каждом конкретном случае комплекс мероприятий отличается своеобразием, обусловленным особенностями природной обстановки, которая устанавливается на основании тщательного инженерно-геологического изучения оползневых участков. Примеры оползней в районе Ангрена и на территории некоторых горнорудных предприятий показывают, что в республике мерам предупреждения развития оползневых явлений уделяется еще мало внимания.

### Снежные лавины

Под действием силы тяжести в горах происходят также внезапные обрушения больших масс перекристаллизованного снега, лежащего на крутых горных склонах в состоянии крайне неустойчивого равновесия. Часто бывает достаточно незначительного повода (выстрел из ружья, удар сорвавшейся сверху каменной глыбы, порыв ветра, небольшой силы землетрясение и т. п.), чтобы это равновесие нарушилось. Потеряв его, многотонная масса снега на склонах приходит в движение и через короткое время с большой возрастающей скоростью, достигающей 80—100 км/сек, устремляется вниз, увлекая все новые массы снега с небольшим содержанием каменного материала. Такие

быстрые смещения уплотнившихся масс снега получили название снежных лавин. Чем больше масса снега, тем быстрее движение лавин и длиннее их путь.

Ударная сила лавин и вызываемых их падением воздушных волн огромна — до  $60 \text{ т/м}^2$ . Поэтому стоящие на пути деревья вырываются с корнем, деревянные и каменные постройки разрушаются, телеграфные и телефонные провода любого сечения рвутся, дороги заносятся слоем снега толщиной в несколько метров и становятся на некоторое время непроезжими.

Снежные лавины наблюдаются преимущественно в конце зимы и начале весны, когда снежный покров на склонах гор достигает максимальной толщины и под тепловым воздействием солнечных лучей начинает подтаивать, вследствие чего просачивающаяся сверху талая вода делает скользкой поверхность склона. Поэтому лавины возникают обычно во второй половине дня. Наибольшего развития они достигают в годы, отличающиеся большим количеством снега.

Образованию лавин способствует задернованность склона, так как снег покрывает его слоем, не имеющим достаточного сцепления с землей, а трава осенними дождями прибивается к склону и смерзается, образуя сравнительно гладкую поверхность. Внешними признаками лавиноопасных участков являются снежные карнизы, надувы, шапки, козырьки.

В Узбекистане лавины наблюдаются главным образом в верхних частях склонов Туркестанского и Чаткальского хребтов. Способы защиты от лавин многообразны и зависят от рельефа, характера ветров, температурного режима, мощности толщи снега и пр. Они заключаются в облесении местности, прокладке поперечных канав, устройстве валов, возведении плетней, щитов и подпорных стенок, выступающих над линией склона, устройстве галерей над полотном дороги или иных сооружений, препятствующих накоплению больших масс снега в лавиносборах, предупреждающих соскальзывание снега со склонов, отводящих в сторону или задерживающих движения лавины, пропускающих лавину над защищаемым объектом.

### Деятельность подземных вод

Основными видами геологической деятельности подземных вод в горных породах являются: карст, суффозия, пльвуны, засоление, заболачивание, просадка в лессах (в виде степных блюд).

Карстовые явления (карст) выражаются в образовании в растворимых осадочных горных породах пустот различных размеров и форм (зияющие трещины, воронки, каверны и пещеры) вследствие растворения и выноса водою солей, создания особого характера циркуляции и режима грунтовых вод и часто характерного рельефа местности.

Карстовые явления наиболее развиты в тех местах, где поступающая с дневной поверхности по трещинам вода обогащена свободной агрессивной углекислотой, которая способна растворять кальцит и потому резко усиливает растворяющую способность воды.

Долгое время представления о карстообразовании ограничивались явлениями, распространенными в известняках, доломитах, меловых породах и гипсах. Однако работы Л. С. Берга, Ф. В. Люнгерсгаузена, М. М. Решеткина и многих других исследователей показывают, что карстовые явления при наличии благоприятных для выноса солей условий рельефа местности могут происходить также в соленосных и гипсоносных глинах, мергелях и лессах, т. е. в горных породах, содержа-

щих в достаточно больших количествах воднорастворимые соединения. Такой карст в литературе называется глиняным. Особенностью его является сочетание процессов химического и физического характера; первоначальное разрушение породы происходит химическим путем, т. е. вследствие выщелачивания солей, а вслед за ним наблюдается механический вынос водой мелких и мельчайших частиц, преимущественно во взвешенном состоянии. При этом процесс химического растворения солей играет обычно главную роль.

Степень развития карста зависит от литологического состава пород; количества атмосферных осадков; тектонических нарушений и развития процессов физического выветривания, определяющих трещиноватость горных пород; геоморфологических условий; изменений базиса эрозии рек и оврагов; условий циркуляции подземных вод; характера выхода их на поверхность; густоты растительного покрова и пр.

Карст может развиваться вглубь только до некоторого уровня, называемого базисом карста или базисом коррозии. Положение базиса зависит от уровня выхода из карстовой области главной речной дрены. Ниже этого уровня процессы карстообразования, как правило, не развиваются, так как отсутствуют благоприятные условия для выноса основной массы растворенных веществ на поверхность земли.

Часть растворенных веществ отлагается на потолке и дне пещер в виде сталактитов и сталагмитов, но гораздо больше распространены в пещерах скапливающиеся на их дне нерастворимые остатки, главным образом в виде глинистых продуктов кремнезема и окислов алюминия, а также осадки более позднего времени, проникшие в свободные полости с водой с поверхности земли или снизу с термальными водами, выносящими из глубоких недр соединения различных металлов — бария, стронция и др.

В некоторых пещерах скапливаются образования из костей животных, помета летучих мышей и пр.

В пределах Узбекистана карст наиболее развит в известняках восточной части горной гряды Каратюбе, кайнозойских соленосных и гипсоносных толщах по северным склонам Туркестанского хребта, в отрогах Гиссарского хребта и некоторых других местах. В распространении карстовых явлений наблюдается известная закономерность, зависящая в основном от климатических условий: к западу, в связи с общим уменьшением в этом направлении количества атмосферных осадков и возрастанием величины испарения, явления эти постепенно затухают.

В лессах явления карста носят своеобразный характер и выражаются в выщелачивании хлоридов, гипса и отчасти карбонатов. В результате на поверхности лессовых массивов вблизи обрывистых берегов оврагов и уступов террас постепенно образуются воронки, дудки, колоколоподобные углубления и короткие слепые овраги, а в нижней части береговых обрывов — ниши и небольшие пещеры. По мере удаления от обрывов карстовые явления постепенно исчезают и на расстоянии 120—150 м уже не наблюдаются.

Карстовые явления в лессах обычно сопровождаются суффозией, т. е. оседанием поверхности массива вследствие внутреннего размыва разрыхленной породы проникшей с дневной поверхности водой. Выщелачивание солей приводит к разрыхлению верхних горизонтов толщи лесса, что способствует выносу из них мелких и мельчайших практически нерастворимых минеральных частиц. Вода, проникающая с поверхности земли в лессовую толщу вблизи бровки оврага либо крутого уступа террасы, разрабатывает подземные пути и постепенно образует

на стенке оврага или террасы небольшое выходящее отверстие, у которого создаются миниатюрные конусы выносов мелких частиц. Наиболее развиты суффозионно-карстовые явления в лессах в долинах Кашкадарьи, Сурхандарьи, по берегам крупных ирригационных каналов Каракамыша, Куруккульдука и др., в Приташкентском районе, в северной части Ферганской котловины и Зеравшанской впадине.

Развитие карстовых явлений приносит вред главным образом ирригационному и гидротехническому строительству. В Южной Фергане и некоторых других местах органам Министерства водного хозяйства пришлось отказаться от проектирования и постройки в горных ущельях плотин и создания водохранилищ из опасения утечки воды в обход крыльев плотин по карстовым полостям в известняках и других карстующихся породах.

Изыскательские и проектные работы по созданию Чарвакского водохранилища в верховьях Чирчика (Бостандыкский район Ташкентской области) задержались на многие годы, главным образом вследствие обнаружения в известняках, слагающих оба берега в пункте проектируемой плотины, многочисленных мелких карстовых пустот. На равнинных пространствах суффозионно-карстовые явления в лессах вызывают сокращение полезной для сельского хозяйства площади за счет участков, прилегающих к глубоким оврагам и уступам речных террас.

Борьба с развитием карста чрезвычайно трудна. Меры борьбы заключаются в различных устройствах, уменьшающих приток воды к карстующимся породам.

При бурении скважин и отрыве шурфов, колодцев и строительных котлованов в низовьях Аму-Дарьи (в Хорезме и Каракалпакской АССР) часто приходится встречаться с явлениями пływучести песков. Явление это обусловлено особым свойством насыщенных водою пылеватых мелкозернистых песков — пływунностью — и выражается в том, что при бурении скважин песок поднимается вверх, образуя своеобразную пробку, а при рытье котлованов оплывает по стенкам, разжижаясь и растекаясь по дну наподобие полужидкого тела, причем поверхность оплывшего песка приобретает уклон от 3 до 5°. Обязательным условием проявления пływунной способности песков является наличие хотя бы небольшого уклона поверхности пласта водоносного песка, прикрытого суглинком или глиной.

Меры борьбы с пływунами заключаются в осушении песка или в превращении его (хотя бы на время строительства) в песчаник. Меры эти следующие:

а) понижение уровня грунтовой воды путем непрерывной откачки из скважин, кольцом опоясывающих котлован, причем наибольший эффект достигается применением вакуум-фильтров и иглофильтров;

б) осушение песка-пływуна установкой сквозных и забивных фильтров, вода из которых отводится штольной (при благоприятных для этого топографических условиях местности);

в) ограждение котлована от притока грунтовой воды посредством забивки сплошного шпунтового кольца или устройства двойного кольца из скважин-иглофильтров с применением электроосмоса в промежутке между рядами скважин;

г) каменение песка-пływуна путем нагнетания в скважины, обсаженные перфорированными трубами, под давлением 6—8 атм жидкого цементного раствора, жидкого стекла или замораживающей смеси.

Применение того или иного мероприятия зависит от природной обстановки и технических возможностей строительной организации.

Явления засоления поверхностных горизонтов мелкоземистых отложений наблюдаются в местах с близким залеганием уровня сильноминерализованной грунтовой воды.

В полупустынно-степных районах и в области орошаемых земель на участках, имеющих очень малый уклон поверхности, грунтовые воды обычно (особенно в хвостовых частях ирригационных систем) отличаются большим содержанием солей (плотный остаток достигает более 3000 мг/л). В случае близкого (1—2 м) от дневной поверхности залегания зеркала грунтовой воды создаются благоприятные условия для засоления поверхностных горизонтов лесса и лессовидных пород в результате отложений в них солей при испарении воды, поднимающейся вверх по системе капилляров. При большом скоплении солей на поверхности земли образуются пухлые и корковопухлые солончаки, например, в районах Голодной степи, в низовьях Чирчика по его левому берегу, в Кенимехской, Каршинской и Карнабчульской степях и некоторых местах центральной части Ферганской котловины.

Обычно с засолением на орошаемых площадях борются посредством промывок почвенных горизонтов, осуществляемых в зимний период путем сплошного затопления водою засоленных участков. Мероприятие это, если оно не сопровождается мерами, направленными к резкому понижению уровня грунтовой воды, дает лишь кратковременный эффект, так как на следующий год к концу вегетационного периода засоление проявляется вновь и часто более интенсивно, чем в предыдущие годы.

Явления заболачивания наблюдаются главным образом на равнинных пространствах и вызываются скоплением в пониженных местах в весеннее время дождевых и талых снеговых вод, а в летний период — стекающих с орошаемых полей излишних или отработанных поливных. Значительно реже заболачивание происходит за счет выклинивающихся грунтовых вод. Чаще всего заболоченные участки встречаются в районах распространения лессовых пород, чему способствуют своеобразные водные свойства этих отложений — высокая капиллярная влагоемкость, сравнительно малая водоотдача и значительно большая водопроницаемость в вертикальном направлении по сравнению с горизонтальным. Эти свойства лессов и лессовидных суглинков обуславливают прогрессирующее поднятие в них уровня грунтовых вод при усиленных поливах орошаемых площадей и связанное с этим избыточное увлажнение поверхностных горизонтов.

Явления заболачивания наблюдаются главным образом в Дальверзинской и Голодной степях, по левобережью Чирчика в его низовьях, в центральной части Ферганской котловины, по южным окраинам Хорезмского, Бухарского и Каракульского оазисов.

Мерами борьбы с заболачиванием и засолением земель служат: введение жестких норм полива орошаемых участков, полив из временных оросителей, устройство осушительной системы в виде коллекторов с водосборами или отдельных дрен (зауров).

На слабопониженных участках среди покатых предгорных равнин, сложенных в верхних горизонтах просадочными лессами, местами встречаются мягко выраженные небольшие бессточные западины («степные блюдца»), возникшие в результате просадки, протекающей в природных условиях вследствие скапливания в весеннее время атмосферных осадков. Размеры этих блюдец колеблются от 5 до 15—20 м в диаметре и от 0,2 до 0,6—0,8 м в глубину. По бортам некоторых блюдец прослеживаются концентрические трещины проседания. Подобные блюдца встречаются в восточной части Каршинской, Карнабчульской и

Дальверзинской степей. Они указывают на неизбежность развития здесь просадочных явлений при прокладке магистральных ирригационных каналов.

### Работа ветра

В пустынных и полупустынно-степных пространствах, где рельеф местности равнинный, а количество атмосферных осадков не превышает 150—200 мм в год, преобладающее значение имеет работа ветра. Разрушительная деятельность ветра выражается преимущественно в удалении продуктов разрушения горных пород — в выдувании мелких частиц из галечников, конгломератов, песчаников и развеивании поверхностных горизонтов суглинков, супесей и песков. Выдувание мелких частиц приводит к образованию на крутых склонах в горных областях и на поверхности галечниковых и конгломератовых уступов речных террас различных размеров, ниш и карнизов. На поверхности же равнинных участков появляются неглубокие, но длинные котловины выдувания, ориентированные в направлении господствующих ветров, преимущественно в меридиональном.

Разрушительная и транспортирующая работа ветра зависит не только от скорости движения воздушных масс, но и от крупности зерен песка и степени закрепления растительностью. При средней скорости ветра 20 м/сек одиночные барханы в Ферганской котловине высотой 5—6 м передвигаются за год на 50—60 м, а в Кызулкумах при скорости ветра 20 м/сек такое же передвижение сыпучего песка происходит за несколько часов. Наиболее интенсивное развеивание песков в Кызылкумах приурочено к местам скотопрогонных троп и к районам колодцев, где растительность усиленно поедается и вытаптывается овцами.

Процессы выдувания, развеивания, отложения и вторичного перемещения рыхлого материала, преимущественно песчаного, развиты почти повсеместно, но наиболее широко распространены на обширных равнинных пространствах, где песчаные образования лежат на поверхности земли либо прикрыты тонким слоем мелкозема, — на огромной территории Кызылкумов, в центральной части Ферганской котловины (урочище Талкудуккум), по периферии Бухарского, Каракульского и Хорезмского оазисов, на территории между Кашкадарьей на севере и Аму-Дарьей на юге, в низовьях Сурхандарьи (урочища Каттакум и Уланкырылды).

Вследствие перемещения ветром песчаных накоплений образуются подвижные пески кучевого, бугристого, грядового и барханного типов.

Пески, надвигаясь на оазисы, погребают возделанные поля, сады, огороды, заносят оросительные каналы и дороги и даже иногда небольшие селения. К юго-востоку от г. Кагана движущиеся пески угрожают линии Ташкентской железной дороги.

Борьба с движением песков на территории Узбекистана находится лишь в начальной стадии. Широкие защитные полосы из песколюбивых деревьев насаждаются главным образом по периферии Каракульского и Бухарского оазисов и в западной части Ферганской котловины, где угроза культурным участкам наиболее серьезна.

Многолетними опытами в Каракумах, на днепровских песках и в других местах установлено, что весьма эффективной мерой закрепления движущихся песков является покрытие их поверхности тонкой пленкой битумной эмульсии, распыляемой с автомашины или самолета. Большое будущее также у некоторых полимеров, не только закрепляющих движущиеся пески, но и служащих удобрением.

В районах распространения лессов работа ветра наиболее интенсивно проявляется в пределах оазисов, где развеиванию подвергаются разрыхленные распашкой поверхностные горизонты лесса возделываемых участков, отвалы по берегам оросительных каналов, а также лессовая пыль на непокрытых каменной одеждой проселочных дорогах. Местами дороги эти превращаются в своеобразные котловины выдувания. Подымаемая ветрами лессовая пыль иногда долго висит в воздухе, а затем отлагается тонким слоем на соседних участках.

### **ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ**

Инженерно-геологические явления имеют следующие характерные особенности: быстрое возникновение, большую интенсивность проявления, небольшую площадь распространения, возможность их предотвращения.

К инженерно-геологическим явлениям в пределах Узбекской ССР относятся: обрушения берегов оврагов и склонов речных террас при их подрезке в основании и возведении на берегах различных инженерных сооружений; деформации искусственных откосов; возникновение либо усиление явлений размыва, оползания и карста на склонах гор и аллювиальных террас при разработке шахт, карьеров строительных материалов и промачивании массивов сбросными водами; тиксотропия при взрывных работах во влажных лессах, просадка и катастрофическая осадка в лессах при длительном промачивании толщи водою.

#### **Обрушение берегов оврагов и склонов террас**

Искусственное углубление дна действующих оврагов, проложение ирригационных каналов с уклоном, обуславливающим скорость течения выше критической, возведение по берегам оврагов и каналов и вблизи уступов речных террас тяжелых инженерных сооружений, а также подрезка склонов глубокими выемками для дорог и каналов приводят к обрушению отдельных участков берегов и склонов террас. Такие явления наблюдаются по оврагу Бурджар в юго-западной части Ташкента, по древнему магистральному ирригационному каналу Даргом вблизи Самарканда и в других местах.

#### **Деформации искусственных откосов**

Степень устойчивости горных пород в откосе выемки зависит от высоты откоса, крутизны его, состава и состояния слагающих его пород.

Прорытие выемки в массиве горных пород для дорог или каналов резко нарушает природные условия, в которых до этого находился массив. Прежде всего гидростатическое распределение давления, вызывающее только сжатие пород, сменяется иным распределением, при котором значительную роль играют сдвигающие усилия. Породы, до создания выемки защищенные от размыва поверхностными водами и сильного влияния процессов выветривания, начинают подвергаться на откосах действию эрозии, более интенсивно растрескиваться и разрушаться под воздействием агентов физического, химического, а также органического выветривания.

В случае вскрытия выемкой подземных вод в соленосных и гипсоносных толщах и известняках происходят суффозионно-карстовые процессы, а в глинистых породах — набухание и обуславливаемое им раз-



мягчение породы, часто сопровождающееся оплыванием и оползанием откосов по криволинейной поверхности. При наклонном залегании пластов осадочных пород оба откоса имеют различную устойчивость: откос, где падение пластов направлено в сторону выемки, испытывает оползания верхних участков по плоскостям напластования, а противоположный сохраняет устойчивость в течение неопределенно долгого времени. В этих условиях неустойчивый откос надлежит уположить путем искусственного обрушения и последующего удаления всей могущей сползти части пород.

Для придания устойчивости сухим откосам в выемках, проложенных в однородных и недислоцированных толщах пород, прежде всего надо установить правильную крутизну. Существующие нормативы крутизны откосов страдают существенными недочетами, так как не учитывают структуры и текстуры пород; пределы же величин угла откоса для некоторых пород даются приблизительно. Поэтому руководствоваться ими в большинстве случаев следует лишь для предварительных расчетов. Окончательное определение допустимой крутизны откоса в глубоких выемках надлежит производить путем графоаналитических расчетов с обязательным учетом геологического строения и гидрогеологических условий.

При изучении искусственных откосов в плотных глинах установлено, что откосы прямолинейного профиля, заложенные в соответствии с нормативными указаниями, сохраняются лишь в течение некоторого времени, а затем деформируются, приобретая криволинейно-вогнутый характер. То же происходит и с устойчивыми природными откосами в глинистых породах. На основании этих данных некоторые исследователи (Золотарев и др.) рекомендуют откосам в однородных глинах придавать криволинейно-вогнутый профиль, причем для верхней части давать крутизну 1:1, для средней — 1:1,25 и 1:1,5, а для нижней — 1:2 (при высоте откоса до 15 м) и 1:5 (при высоте 25 м).

Наблюдения над искусственными откосами в лессах крутизной 1:0,1 (в соответствии с нормативами) показывают, что с течением времени нижние части постепенно отслаиваются и откосы приобретают вертикальный характер. Следовательно, для лессов, характеризующихся специфическими структурно-текстурными особенностями, более устойчивым является вертикальный, а не слабо наклоненный откос.

Для предохранения откосов крутизной 1:1 и более пологих от размыва атмосферными осадками и стекающими поверхностными водами их покрывают дерном.

### **Возникновение либо усиление явлений размыва, карста и оползания**

Распашка пологих горных склонов под богарные посевы с проведением борозд по уклону, вырубка деревьев и кустарников на топливо, усиленный выпас скота в предгорьях с многократным прогоном стад по одним и тем же местам, проложение грунтовых дорог в выемках в сильнейшей степени способствуют смыву почв и размыву мелкоземистых отложений. В результате в предгорьях и прилегающих равнинных пространствах резко усиливаются процессы оврагообразования.

Нерегулируемый сброс с орошаемых участков излишних или отработанных поливных вод, а в населенных пунктах и спуск сточных вод при нерациональном устройстве канализационной системы на промышленных предприятиях приводят к размыву лессовых и других мел-

коземистых отложений, проявлению в них процессов суффозионно-карстового характера и явлений смещения масс в виде оползней и оплывин по берегам оврагов, магистральных ирригационных каналов и склонам террас. Если эти явления наблюдались здесь и ранее, происходит резкое их усиление.

Возникновению либо активизации оползневых явлений в делювиальных толщах на горных склонах, помимо указанных ранее природных факторов, способствуют также искусственные факторы:

а) взрывные работы с применением крупных зарядов, вызывающие нередко появление многочисленных мелких трещин в делювиальном массиве;

б) подземные работы, в особенности связанные с обрушением кровли в выработанных пространствах; они приводят к нарушению гидростатического распределения в породах и образованию куполов в потолке выработок при добыче полезных ископаемых, обуславливающим в конечном счете небольшие прогибы поверхности земли (мульды оседания) и трещины в покровной толще пород вследствие возникновения в ней растягивающих усилий;

в) устройство в пределах неустойчивого склона выемок для каналов, дорог и штолен, нарушающих целостность делювиального массива;

г) подрезка основания склона выемкой при прокладке шоссейных и железных дорог, каналов или разработке карьеров строительных материалов, приводящая к потере склоном упора.

Все эти факторы в совокупности со многими природными имели место при развитии оползневых явлений в 1954, 1958 и 1959 гг. на Туркском и Загасансайском участках в районе Ангренского бурогоугольного месторождения на левом берегу р. Ангрена.

### Тиксотропия

При производстве взрывных работ и действии различных вибраторов во влажных лессах, лессовидных суглинках и других глинистых и суглинистых породах возникают тиксотропные явления. Под тиксотропией понимается почти мгновенное разжижение дисперсных систем при сотрясении и последующем быстром затвердевании. Это наблюдается в результате перехода (при неизменной температуре) геля в золь, который вскоре вновь превращается в гель. Таким образом, тиксотропия — обратимый процесс.

Явления тиксотропии наблюдались неоднократно в Голодной степи и других местах при устройстве выемок оросительных каналов в лессах и лессовидных породах посредством взрыва на выброс.

Способность пород к тиксотропным изменениям определяется факторами, главным из которых является наличие глинистых, в особенности монтмориллонитовых, частиц (не менее 2%) и содержание воды в количестве, при котором коэффициент водонасыщенности не менее 0,5 и не более 0,8. При очень большом увлажнении, когда частицы породы находятся в виде суспензии, тиксотропных превращений не происходит.

Хотя явления тиксотропии изучены пока слабо, установлено, что физико-химические процессы, происходящие при вибрации глин и суглинков, обусловлены в основном изменениями толщины облегающих глинистые частицы водных оболочек и нарушением контактов между частицами. При сотрясении происходит разрыв структурных связей между частицами, что влечет за собой освобождение заключен-

ной в порах свободной воды и частичный переход физически связанной воды в свободную, которая играет роль смазки. С прекращением вибрации наблюдается обратный процесс — часть свободной воды трансформируется в физически связанную, а оставшаяся часть остается в порах в качестве иммобилизованной.

Следовательно, направленное воздействие на гидратные оболочки глинистых частиц открывает широкие возможности управления тиксотропными явлениями в суглинках и глинах. В настоящее время явление тиксотропии используется при вибробурении в этих породах.

### Просадочные явления в лессах

Лессы целинных массивов отличаются особым физическим свойством — просадочностью, т. е. способностью при промачивании испытывать деформацию. Просадка в лессах — явление, не встречающееся в каких-либо других горных породах. Она наблюдается при просачивании скапливающихся в пониженных местах атмосферных осадков, при постепенном поднятии горизонта грунтовой воды на большую высоту и, в особенности, при пропуске воды по каналам, проложенным в толще лессов целинных массивов, при длительном замачивании котлованов и траншей.

В первом случае просадка протекает очень медленно и внешне проявляется в образовании небольших мягко выраженных в рельефе степных блюд, во втором — в медленном и плавном понижении земной поверхности, распространяющемся довольно широко. В третьем и четвертом случаях просадочные явления протекают бурно и выражаются в последовательном раскалывании лессового массива на ступени, разделяемые зияющими трещинами шириной по верху до 0,5—0,7 м и глубиной до 12—13 м. Ближайшие к источнику увлажнения ступени опускаются на глубину 1,5—2 м и более. Ширина деформирующейся полосы зависит от степени просадочности лесса, длительности промачивания толщи, мощности этой толщи до каймы капиллярного поднятия грунтовой воды, рельефа местности и размеров канала или котлована и достигает иногда 50—60 м по каждому берегу.

Наиболее интенсивно просадочные явления протекают на повышенных (водораздельных) участках среди покатых предгорий равнин пролювиального и делювиально-пролювиального происхождения.

Просадка чаще начинается через несколько часов после начала просачивания воды, иногда же через несколько суток. Наиболее интенсивно проседание проходит в первые два — три месяца, а затем постепенно затухает и прекращается через 2—3 года, а в отдельных случаях через 5—6 лет.

Под просадкой понимается самоуплотнение лесса, происходящее в результате резкого нарушения его структуры водою, без воздействия какой-либо нагрузки (кроме веса воды). Внешняя нагрузка, например, вес сооружений, возведенных на просадочном лессе, просадки не вызывает, а лишь несколько усиливает ее при промачивании толщи, создавая некоторую дополнительную осадку лессового массива под фундаментом. Деформация бывает значительной, и в результате неравномерной осадки возведенные сооружения могут быть повреждены и разрушены. Просадке подвержены лессы целинных (не подвергавшихся ранее искусственному орошению) массивов, характеризующиеся высокой (более 45—46%) пористостью с обилием макропустот и имеющие пролювиальное или делювиально-пролювиальное происхождение.

В Узбекистане просадка в лессах наблюдается при эксплуатации вновь проложенных ирригационных каналов во многих местах: по

каналам Каракамыш, Новый Джун и Ташкентский в Приташкентском районе, Дальверзинской, Голодной и Каршинской степях, в Самаркандской и Сурхандарьинской областях.

В результате просадочных явлений оросительные каналы теряют командование над прилегающей местностью. В бортах каналов, проложенных на косогорах, возникают прорывы, в которые устремляется вода: поверхность орошаемых площадей приобретает микробугристый характер, а сама порода в просевшей части массива уплотняется, становится значительно более прочной и устойчивой.

Все современные физико-геологические явления оказывают значительное влияние на рельеф, особенно микрорельеф, а также на физико-механические свойства горных пород, т. е. определяют инженерно-геологические условия того или иного строительного участка. Особо важное значение имеет хозяйственная деятельность человека, так как в случае несоблюдения правил строительства и эксплуатации сооружений резко усиливается естественный ход геологических явлений и процессов, неблагоприятных для прочности и устойчивости проектируемых и возведенных зданий и сооружений. Своевременное же применение тех или иных мероприятий на основе учета хода естественных процессов приводит к улучшению физико-технических свойств горных пород и создает условия для обеспечения долговечности сооружений.

Для повышения прочности и устойчивости инженерных сооружений проводятся: 1) инженерно-геологические мероприятия и 2) инженерно-строительные. Первые направлены на улучшение природной обстановки путем изменения физического состояния и физико-механических свойств горных пород и прекращения или резкого замедления физико-химических процессов, вызывающих нежелательные физико-геологические явления. Вторые выражаются в выборе наиболее рационального в данной природной обстановке конструктивного типа сооружения и порядка организации строительных работ, а также режима эксплуатации сооружения. Гармоничное сочетание двух мероприятий, дающее наибольший эффект, возможно только на базе тщательного выяснения инженерно-геологических условий района проектируемого строительства.

## ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Вопросы инженерно-геологического районирования и методика составления инженерно-геологических карт применительно к гражданским, промышленным, гидротехническим, дорожным и другим видам строительства рассматривались в работах различных исследователей.

Н. И. Николаев предлагает производить районирование по принципам однородности естественноисторических условий с учетом целевого назначения.

И. В. Попов и др. рекомендуют выделять районы по глубине залегания и геологическому строению коренной основы, различию в составе пород, залегающих на коренных породах, по характеру гидрогеологических условий, типам вод и глубине их залегания; подрайоны — по тем же признакам, что и районы, но в более узких пределах. При этом принимаются во внимание распространение верховодки, глубина и режим грунтовых вод, соотношение поверхностных и подземных вод, а также степень проявления современных и древних физико-геологических процессов и особенности рельефа.

В. И. Дмитриев в пределах Средней Азии называет четыре области: горную, предгорную, область плоских равнин и пустынных прост-

ранств. Внутри предгорной по составу, состоянию и свойствам грунтов он выделяет пять районов: 1) преимущественно крупнообломочных отложений конусов выносов постоянно действующих водотоков; 2) несортированного, разнообразного по крупности материала, накопленного действовавшими или действующими водотоками; 3) просадочных разновидностей лесса и лессовидных отложений; 4) непросадочных лессовидных отложений; 5) грунтов болотного типа.

В. Г. Гафуров при инженерно-геологическом районировании территории Узбекистана рекомендует учитывать геолого-структурные особенности, геологическое строение, геоморфологические и гидрогеологические условия региона. Он выделяет здесь две основные области: горную и равнинно-пустынную.

Внутри каждой области авторами настоящего очерка в зависимости от геоморфологических условий и литологического строения территории выделены районы, которые по инженерно-геологическим условиям и физико-геологическим явлениям делятся на подрайоны.

Первая область разделяется на три инженерно-геологических района.

1) собственно горный район — площадь развития преимущественно коренных горных пород;

2) предгорный — площадь развития пород лессовой формации;

3) плоская равнина — площадь развития кластических пород (галечник, гравий и пески).

Первый инженерно-геологический район занимает огромную территорию в пределах рассматриваемой области и сложен в основном коренными породами различного генезиса, возраста и литологического строения. Сюда относятся Чаткальский и Кураминский хребты, Туркестанские горы, хребет Нуратау, горы Каратау, Актау, Тамдытау, Аристан-Бельтау, Азкамар, Зирабулак-Зиаэтдинские, Каратюбинские, Ходжагургурата и др.

Территория повсеместно изрезана долинами рек и оврагами. Местами на водоразделах между долинами и оврагами преобладают лессовидные породы элювиально-делювиального генезиса, мощность которых колеблется в пределах 1—20 м.

Породы малоувлажненные, воды в основном трещинные и межпластовые. Из физико-геологических явлений в районе наблюдаются оползни, которые приурочены к склонам и возвышенностям (в районах Ходжикента, Ангрена и др.).

В эрозионных долинах под двух-трехметровой толщей аллювиальных и делювиальных лессовидных пород залегают галечники и гравий мощностью 3—10 м.

По инженерно-геологическим условиям район непригоден для строительства, так как здесь происходят оползневые процессы и обвалы.

Собственно горный район по геоморфологическим признакам, литологическому строению развитых здесь горных пород и физико-геологическим явлениям подразделяется на два подрайона.

Первый подрайон — скалистое высокогорье, с северо-востока окаймляющее равнинную часть Узбекистана — Чаткало-Кураминский хребет, Туркестанский, Зеравшанский, западные и юго-западные отроги Гиссарского хребта. Этот подрайон отличается от других сильной расчлененностью рельефа, глубокими непроходимыми ущельями, в большинстве эрозионными, иногда тектоническими.

Преобладающие отметки — 1700—3000 м, наивысшие — 4080 м (по Чаткальскому хребту), 4617 (по Гиссарскому), 3659 (по Угамско-

му хребту), 2690 (по Туркестанскому хребту), 2685 (по Зеравшанскому хребту), 2300 (по Кураминскому хребту), 3157 (по горе Кетманчапт).

На изменение рельефа вышеперечисленных хребтов большое влияние оказывают карстовые явления. В пределах рассматриваемого подрайона карст наиболее развит в известняках восточной части горных гряд Каратюбе, в кайнозойских соленосных и гипсовых толщах по северным склонам Туркестанского хребта, в отрогах Гиссарского хребта и др., где преобладают девонские известняки.

Литологически подрайон представлен интрузивными породами, гранитами и гранодиоритами, а также осадочными и эффузивными породами — сланцами, известняками, доломитами, мраморами, песчаниками, порфиритами, базальтами и др. Вышеперечисленные породы обладают кристаллизационными связями, высокой прочностью, высоким сопротивлением сдвигу; практически не сжимаемы и не влагоемки. Поэтому в большинстве случаев они являются хорошим основанием.

На склонах возвышенностей и на плоских водораздельных участках наблюдаются элювиально-делювиальные мелкоземистые образования, мощность которых местами достигает 16 м. При строительстве на этих участках необходимо произвести специальные инженерно-геологические исследования.

Второй подрайон — низкогорье — занимает большую площадь, сложенную преимущественно мезозойскими, третичными и реже палеозойскими образованиями. Рельеф сильно расчленен сравнительно неглубокими долинами, имеются поднятия; наивысшая отметка — 1800 м.

Верхний слой почти везде представлен лессовидными породами значительной мощности (1—12 м), которые повсеместно подстилаются конгломератами, мергелями, гипсами, песчаниками, алевролитами, аргиллитами и др.

Породы имеют водноколлоидные связи, отличаются высокой влагоемкостью, во влажном состоянии слабо сопротивляются сдвигающим усилиям. Из физико-геологических явлений развиты оврагообразование, оползни, оплывины, обвалы, осыпки и карсты.

Инженерно-геологические условия благоприятны для строительства коммунальных и промышленных зданий, но непригодны для водных сооружений, так как рельеф изрезанный.

Второй инженерно-геологический район — площадь развития пород лессовой формации четвертичного возраста пролювиального, делювиального и аллювиального генезиса.

В геоморфологическом отношении район охватывает предгорные, покато-волнистые равнины и высокую (четвертую) террасу Чирчика, Ангрена, Сыр-Дарьи, Зеравшана, Кашкадарьи, Сурхандарьи и др.

Лессовые породы, распространенные в предгорьях, водораздельных частях и долинах вышеуказанных рек, в зависимости от генезиса и диагенеза имеют просадочные или непросадочные свойства. Мощность пород достигает 90—100 м; почти повсеместно они подстилаются каменным лессом и крупнообломочными породами, мощность которых изменяется от 3 до 164 м.

Грунты (лессовые) слабо обводнены. Грунтовые воды, вскрывающиеся в лессовых породах на глубине от 3 до 50 м и более, имеют значительный расход, сильно минерализованы, негодны для питья и в основном приурочены к нижней части лессовых пород.

Тип засоления во многих случаях хлоридный, сульфатно-хлоридный и местами сульфатный; воды агрессивные.

Из физико-геологических явлений развиты органическое выветривание, оврагообразование и на новоосваиваемых участках — явления просадки; в местах, где грунтовые воды выклиниваются на дневную поверхность, наблюдается заболачивание.

Описываемый инженерно-геологический район в зависимости от литологического состава пород, генезиса и физико-геологических явлений подразделяется на четыре подрайона.

Первый подрайон — территория распространения сильно просадочных пород: участки на берегах Зеравшана, Ангрена, Чирчика, Сурхандарьи, Кашкадарьи, равнинные пространства между горами Нуратау, Актау, Зирабулакскими и Каратюбинскими, предгорья северного склона хребта Нуратау, участки севернее Намангана и др. Они относятся к предгорной и покато-волнистой равнинам и меньше горным долинам.

Рельеф подрайона слабовсхолмленный, с общим уклоном в сторону реки.

В данном подрайоне распространен в основном лесс и лессовидные породы пролювиального происхождения (мощность — от 20 до 100 м), представляющие собой неорошавшиеся целинные массивы.

Необходимо отметить, что мощность прослоев гравия и песка, встречающихся в лессовой толще, уменьшается по мере удаления от гор к современной долине; в концевой части пролювиальных равнин они исчезают.

Уровень грунтовых вод залегает на глубине более 15 м. Они сильно минерализованы (плотный остаток 0,3—5 г/л); засоленность — карбонатная и карбонатно-сульфатная.

Из физико-геологических явлений развиты процессы оврагообразования.

Лессовые породы при замочке дают просадку 0,5—2,5 м и более. Это необходимо учитывать при строительстве гражданских и гидротехнических сооружений.

Второй подрайон — участки развития слабо просадочных лессовых пород в основном в правобережной части низовьев Зеравшана, в Голодной степи, в предгорьях Каратау, Каратюбинских и Азкамар-Зирабулакских горах, в районе Каршинской степи и др. В геоморфологическом отношении подрайон представлен главным образом покатою слегка всхолмленной равниной, а в литологическом — лессом и лессовидными породами, которые подстилаются каменными лессами, галечниками, а в редких случаях конгломератами. Грунтовые воды залегают на глубине около 10 м.

Участки еще не подвергались замочке (неорошенные земли), но в случае освоения и замочки грунтов вертикальное смещение поверхности земли может достигнуть 0,5 м.

Из физико-геологических явлений наиболее часто встречаются органическое выветривание и оврагообразование.

Третий подрайон — просадочные лессовые породы (величина просадки не установлена), распространенные в основном в предгорной равнине на левобережье Чирчика, по обоим берегам Ангрена, на юге Ферганской котловины, в районе плато Ломакина и у подножия восточного склона хр. Кугитангтау.

По внешнему виду и физическим свойствам породы описываемого подрайона аналогичны породам предыдущих подрайонов, однако из-за

недостаточности фактических материалов нельзя установить величину просадки.

Поверхность обычно ровная, с небольшим уклоном к современным речным долинам. В некоторых случаях рельеф имеет волнистый характер, местами сильно изрезан боковыми саями.

На поверхности залегают просадочные пролювиальные и местами пролювиально-делювиальные лессовые породы, в основном не подвергавшиеся ни естественной, ни искусственной замочке. Поэтому до сих пор величина возможной просадки не установлена.

Строительство сооружений, особенно проведение ирригационной сети потребует здесь детальных инженерно-геологических исследований для установления степени просадочности пород. Из физико-геологических явлений развиты органическое выветривание и оврагообразование.

Четвертый подрайон представлен преимущественно непросадочными породами. Только местами встречаются просадочные участки. Распространен там же, где и предыдущие подрайоны.

Рельеф почти повсеместно равнинный, изредка со слабо заметными всхолмлениями, мелкими возвышенностями и понижениями. Нарушение рельефа объясняется обилием глубоких каньонообразных арыков, врезанных в толщу лессовых пород и пересекающих территорию подрайона в различных направлениях. Наиболее крупными из них являются арыки Бозсу, Каракамыш и Бурджар в Приташкентском районе; Нарпай, Даргом, Дам, Зиян, Туятартар, Булунгур в Самаркандской области. Такие арыки имеются и в других частях подрайона; воды их используются только для орошения. Мелкие арыки и овраги впадают в вышеуказанные, образуя между собой небольшие водоразделы.

Описываемый инженерно-геологический подрайон сложен пролювиальными лессовидными (проявленно-просадочными) породами мощностью 20—50 и местами 100—120 м; отдельные неорошаемые участки площадью 3—5 га лессовые; грунты их пока не подвергались длительной замочке, т. е. не потеряли просадочных свойств.

Лессовые породы подстилаются галечниками, каменным лессом и местами коренными породами, мощность которых измеряется несколькими десятками метров.

У грунтовых вод, приуроченных к толще пород, затрудненный сток, глубина залегания их колеблется от 10 до 20 м; питаются в основном за счет фильтрационных вод из оросителей. Расход воды незначительный (0,5—1 л/сек), местами она дренируется глубоко врезанными в лессовые породы арыками и оврагами. Общая жесткость воды доходит до 20—27 мг·экв; в некоторых местах она употребляется для питья.

Из физико-геологических явлений преобладают оврагообразование и заболачивание на пониженных участках, а также оползни и оплывины по берегам арыков и на высоких уступах древних террас, где грунтовые воды выклиниваются в виде небольших родников.

Лессовые породы в настоящее время не проседают при замочке от собственного веса (за исключением отдельных неорошаемых участков). Однако при увеличении природной нагрузки (строительство сооружений) и увлажнении они опасны, что необходимо учитывать при строительстве. Средой и основанием для любого вида сооружений являются лессовые породы.

Третий инженерно-геологический район — район развития кластических пород (галечники, гравий, щебень и пески). Охватывает территорию, расположенную в современных долинах рек,



в пределах горной области, участки конусов выносов в Ферганской котловине и территорию предгорных и межгорных равнин в северо-западной части горной области.

Район отличается однообразием литологического состава и геоморфологических черт, определяющих инженерно-геологические условия того или другого участка.

Внутри района в зависимости от наличия или отсутствия мелкоземистого покрова, крупности составляющих толщу обломков пород, генезиса материалов и их геоморфологии выделяется шесть подрайонов.

Первый подрайон — преимущественно аллювиальные галечники и пески, прикрытые мелкоземистым покровом мощностью 2—5 м; местами этот покров отсутствует. К данному подрайону относятся долины Чирчика, Ангрена, Сыр-Дарьи, Зеравшана, Кашкадарьи, Сурхандарьи и др.

Литологически подрайон представлен серыми галечниками с песком; местами встречаются участки, сложенные разнозернистыми песками с включением отдельных галек. Гальки в галечниках и песках хорошо окатанные и отсортированные, размеры их определяются удаленностью от горной зоны и изменяются в пределах 15—2 см. Галечники очень развиты в долинах Чирчика, Ангрена и Зеравшана. В долинах Сыр-Дарьи и Кашкадарьи преобладают пески с линзами и прослойками галечника и гравия.

Галечники и пески покрыты мелкоземистым покровом мощностью 0,5—3 м, имеющим местами лессовидный облик. Мощность галечниковых отложений колеблется от 10—15 до 50 м, а иногда превышает 100 м.

Грунты сильно обводнены, на большей части территории они вскрываются на глубине 3—5 м. Инженерно-геологические условия на первой и второй террасах из-за неглубокого залегания грунтовых вод для строительства неблагоприятны.

Из физико-геологических явлений на территории подрайона распространены заболачивание и засоление.

Второй подрайон — отложения конусов выносов и долин небольших рек, расположенных в Ферганской котловине, на правом берегу р. Ангрен, в долине Сурхандарьи вблизи кишл. Сары-Ассия и др.

Подрайон литологически представлен слабоокатанным рыхлым галечником и песками с включением отдельных валунов. Преобладающие размеры галек — 2—5 см. Мощность галечников небольшая, во многих случаях не превышает 10—15 м, однако встречаются участки (конус выносов р. Сох), где она достигает нескольких десятков метров.

На большей части территории мелкоземистый покров отсутствует, а там, где он имеется, мощность его не превышает 1—1,5 м.

Обводненность грунтов слабая, грунтовые воды залегают на глубине 8—10 м. Вода пресная, в некоторых местах используется для питья и орошения.

Из физико-геологических явлений распространены физическое выветривание и эоловые процессы.

Третий подрайон — серые и желтовато-серые пески, разнозернистые, местами сыпучие; развиты на территории Центральной Ферганы, западнее хр. Нуратау, северо-восточнее Кагана, вблизи Агитминской котловины, в долинах Кашкадарьи и Сурхандарьи. Встречаются главным образом на участках конуса выносов и пониженных местах. Генезис песков различный, в большинстве мест под действием эолового процесса из них образуются барханы и бугры. Местами поверхность песков закреплена травянистой растительностью.

Мощность песков — от 3 до 15 м, чаще 8—10 м.

Обводненность песков слабая (помимо участка в Центральной Фергане); изредка встречается верховодка.

Грунтовые воды залегают на глубине 10—15 м, сильно минерализованы.

В Центральной Фергане грунтовые воды местами залегают с поверхности — зона выклинивания грунтовых вод, сильно минерализованы.

Из физико-геологических явлений развито барханообразование, заболачивание и засоление, ввиду чего данный подрайон для строительства непригоден и требует специальных инженерных мероприятий.

Четвертый подрайон — территория развития обломочных пород (галечник, щебень, гравий, дресва с песком и суглинком). Сюда относятся участки, расположенные в северо-западной части горной области.

В геоморфологическом отношении участки данного подрайона представляют собой предгорья и межгорные долины, сложенные продуктами разрушения коренных горных пород.

Обломочный материал мощностью 5—10 м в предгорье и 10—15 м в межгорных долинах залегают в виде делювия и пролювия; представлен галечником, гравием, щебнем и дресвой, заполненными песком и мелкоземистым материалом. Размеры галек изменяются в пределах 2—10 см; преобладают 4—8 см. Гальки неотсортированные и плохо окатанные. Местами обломочный материал перекрыт мелкоземом и растительностью.

Обводненность грунтов слабая; грунтовые воды залегают глубоко, минерализованы, иногда встречаются линзы пресных вод, возможно трещинные.

Из физико-геологических явлений наблюдаются физическое выветривание, оврагообразование и частично эоловый процесс.

Строительство сооружений возможно там, где обломочный материал имеет мелкоземистый покров, однако и здесь требуются специальные инженерные мероприятия по улучшению несущей способности грунтов, так как обломочный материал очень рыхл.

Пятый подрайон — солончаки и участки заболачивания — находится внутри вышеописанных подрайонов; расположен в Центральной Фергане, Голодной и Каршинской степях, в предгорьях гор Кульджуктау и Аристан-Бельтау. В геоморфологическом отношении представляет собой наиболее пониженные части речных долин и предгорных равнин. Литологически участки представлены теми же материалами, что и подрайоны, в которые они входят, — огипсованными суглинками, супесями и глинами.

Рельеф поверхности солончаков ровный, изредка покрыт растительностью. Из физико-геологических явлений на солончаках фиксируется засоление почв и заболачивание, что объясняется неглубоким залеганием сильнозасоленных грунтовых вод. Эти участки исключаются из строительства.

Шестой подрайон — долины сухих саев — территория развития аллювиально-делювиальных отложений; занимает долины сухих саев и логов, развитых по всей территории горной области.

Отложения подрайона литологически представлены галечниками, щебнем, гравием, дресвой с песком и суглинком в виде чередующихся линз и прослоев. На большей площади они прикрыты мелкоземистыми материалами лессовидного облика мощностью 2—5 м.

Мощность галечникового материала во многих случаях не превышает 3—8 м. Галька размером 3—5 см, среднеокатанная, слабо отсортированная.

Водоносность отложений во многих местах слабая, однако воды пресные, с общим дебитом 1—2 л/сек.

Галечниковый материал в долинах сухих и небольших саев отличается тем, что в нем гальки сравнительно мельче, чем в других районах, и пересыпаны мелкоземом, ввиду чего коэффициент фильтрации у них меньше.

Территория данного подрайона в инженерно-геологическом отношении непригодна для строительства, так как на склонах гор и возвышенностей сильно развиты оползни, оплывины и осыпи. Однако имеются участки с более благоприятными условиями, где галечники могут служить надежным основанием для сооружений.

Равнинно-пустынная область занимает почти всю западную половину Узбекистана и частично охватывает с юго-запада Бухаро-Каршинскую депрессию.

На этой территории на основании геолого-геоморфологических условий, литологического состава развитых отложений и их физико-механических свойств, с учетом современных физико-геологических явлений, выделяется пять инженерно-геологических районов.

Первый инженерно-геологический район — останцово-горный. Хотя он и занимает незначительную площадь по сравнению с другими, однако отличается разнообразием литологического строения и геоморфологических условий.

К этому району относятся Бельтау, Султан-Уиз-Даг, Беш-тюбе и другие останцы структур вблизи названных гор. Ширина гор 5—20 км, длина 50—100 км, наибольшая абсолютная отметка не превышает 100—120 м; северные склоны круче южных. Сложены горы палеозойскими серыми сланцами, кварцитами и метаморфическими породами: мраморы, биотитовые сланцы, парагнейсы, гранитовые сланцы, кремнистые сланцы, гранатовые сланцы; верхнемеловыми песками, песчаниками, глинами и известняками; палеогеновыми зелеными глинами, глинами, переслаивающимися с песками, рыхлыми песчаниками, реже ракушняками; древнечетвертичными и плиоценовыми отложениями — пестрой по составу толщей песков, глин, различных песчаников, конгломератов и реже пористых песков общей мощностью не менее 50 м. Все эти отложения разбиты трещинами, заполненными вторичными материалами и обломочными породами.

Для описываемого района характерно физико-химическое и органическое выветривание.

В подножьях гор сильно развиты скопления эоловых песков и пролювиально-делювиальных осадков.

Поверхность гор холмистая с отдельными островерхими скалистыми возвышенностями.

Подземные воды в основном трещинные и межпластовые, но местами встречается верховодка.

Второй инженерно-геологический район — плато Устюрт — занимает сравнительно большую площадь в западной части Узбекистана. Его восточной границей является чинк высотой 15—20 м, отделяющий плато от Аральского моря и дельты Аму-Дарьи.

Поверхность района сравнительно ровная с отдельными впадинами и возвышенностями.

В инженерно-геологическом отношении грунты района на глубину до 10 м представлены мергелями с пропластками известняка, прикры-

тыми элювиально-эоловым материалом (супеси, суглинки и пески мощностью 1—6 м).

Сток грунтовых вод слабый, залегают они в зависимости от характера поверхностного рельефа на глубине от 6—7 (в понижениях) до 20 м (на плато).

По литературным данным, на Устюрте имеется два водоносных горизонта. Нижний приурочен к конским слоям, верхний — к нижне-сарматским известнякам. Воды в том и другом горизонтах во многих местах соленые. Наиболее пресные воды встречаются в повышенных частях плато в нижнесарматских отложениях.

Водоносный горизонт, заключенный в конских слоях (чередование глин и мергелей с известняком), вскрывается в естественных разрезах по восточному чинку Устюрта и колодцах в районе высохшего озера Барса-Кельмес.

Практического значения для питьевого водоснабжения этот водоносный горизонт не имеет и лишь вызывает грандиозные оползни по восточному чинку Устюрта.

Отсутствие пресных вод и проистекающие из этого климатические и инженерно-геологические условия не благоприятствуют развитию в этом районе народного хозяйства.

Третий инженерно-геологический район — пустыня Кызылкумы. Занимает сравнительно большую площадь — юго-восточную часть Каршинской степи (Узбекистан) и юг-юго-западную, входящую вместе с дельтой Аму-Дарьи в Каракалпакскую АССР.

Пустыня Кызылкумы характеризуется своеобразным устройством поверхности. Здесь встречаются обширные песчаные пространства, возникшие при разрушении слабых мергелистых песчаников третичного возраста или древних аллювиальных равнин; сюда входят такие виды пустынных образований, как такыры, шоры, древние русла и пр.

Большая часть пустыни занята грядовыми и бугристыми песками, т. е. поросшими в той или другой степени песчаной растительностью. Грядовые пески имеют значительную протяженность; между грядами — короткие перемычки. Увеличиваясь в числе, эти перемычки видоизменяют первоначальный грядовой рельеф в бугристо-ячеистый.

Существенным орографическим отличием пустыни Кызылкумы является присутствие на ее территории целого ряда горных кряжей и отдельно стоящих поднятий, сравнительно невысоких, примыкающих к северо-западной оконечности. Эти горы нами отнесены в горную область.

В инженерно-геологическом отношении пески Кызылкумов характеризуются следующим гранулометрическим составом: 62—97% песчаных фракций, 1—38% пылеватых, 0—13% глинистых. Удельный вес песков изменяется в пределах 2,62—2,75 г/см<sup>3</sup>; объемный вес при естественной влажности составляет 1,32—1,67 г/см<sup>3</sup>, пористость — от 38 до 60%. Коэффициент фильтрации, определенный лабораторным путем, имеет значения от 0,12 до 7,8 м/сутки.

Засоленность песков невелика, количество плотного остатка изменяется от 0,145% в верхней части до 0,675% на глубине 7 м.

В пределах Кызылкумов, помимо эоловых песков, сильно развиты древние аллювиальные отложения. Эти отложения, образованные, по видимому, Аму-Дарьей и Сыр-Дарьей, по составу сравнительно однородны; обычно верхняя часть толщи представлена розовато-серыми и серыми суглинками и супесями мощностью 1—2 м, нижняя — мелкозернистыми слюдистыми серыми и серовато-желтыми песками мощ-

ностью 10—15 м. В гранулометрическом составе более 75% составляют фракции размером 0,25—0,01 мм, около 25% — фракции 0,5—0,25 мм и 0,1—0,05 мм. Зерна хорошо окатанные и полуокатанные.

Кызылкумы характеризуются полным отсутствием поверхностных водотоков и глубоким залеганием подземных вод, нередко сильно минерализованных.

Четвертичные отложения, развитые в пределах пустыни, отличаются слабой обводненностью.

Грунтовые воды не имеют регионального распространения и используются очень мало. Водоносны пролювиальные, аллювиальные и эоловые отложения. Пролувиальные отложения содержат подземные воды только тогда, когда их подстилают водоупорные породы; в противном случае они практически безводны и только проводят атмосферные осадки в подстилающие отложения. Грунтовые воды в зависимости от рельефа местности вскрываются на глубине от 4—6 м (вблизи гор) до 45—50 м (в удалении от гор). Преобладают воды с повышенной минерализацией; расходы их не превышают 0,3—0,5 л/сек.

Инженерно-геологические условия для строительства неблагоприятны.

Четвертый инженерно-геологический район — аллювиально-дельтовые равнины. Сюда нами отнесены дельтовые равнины Аму-Дарьи, Зеравшана и Кашкадарьи.

Район в зависимости от геоморфологических условий и литологического строения отложений делится на два подрайона. К первому относится дельта Аму-Дарьи, ко второму — дельты Зеравшана и Кашкадарьи.

Дельта Аму-Дарьи в виде клина, примыкающего своим основанием к южному берегу Аральского моря, залегает в северо-западной части пустыни. Эта территория представляет собой слабо покатую на северо-запад (уклон около 0,0002) аккумулятивную равнину, сложенную древними аллювиальными отложениями. Абсолютные отметки колеблются от 54 м (Аральское море) до 150 (Питняк). В южной части эта равнина по отношению к реке представляет совокупность двух террас — пойменной, занятой затопляемыми так называемыми каирными землями, и надпойменной, поднятой над первой на 1—1,5 м. Однообразие поверхности террас нарушается пологоволнистыми поднятиями вдоль староречий Даудан и Дарьялык, пологими озеровидными впадинами и ложбинами старых протоков. У староречий резко очерченные берега и плоское дно. Местами эти сухие русла при глубине 2—3 м имеют ширину 200—300 м. Здесь же в области староречий наблюдаются подвижные незакрепленные пески в виде грядовых скоплений. Культурные земли занимают остальную часть равнины, включающую нередко также крупные солончаки, заболоченные понижения и мелкие озера.

Особым морфологическим элементом дельты являются возвышенности из меловых отложений — Дмужуртай, Кубетау, Кушканатау и др., поднимающиеся резко очерченными островами среди идеальной равнины. Крутые склоны возвышенностей изрезаны глубокими оврагами с россыпями щебенки.

К западу от Ходжейли низменные пространства дельты покрыты мощными тамариковыми зарослями и изрезаны многочисленными руслами, озерами и сухими протоками, по которым воды Аму-Дарьи проникали в Сарыкамышскую впадину.

В инженерно-геологическом отношении грунты дельты Аму-Дарьи на глубину до 10 м представлены в основном разнотерными серыми

песками с прослоями суглинка и супеси, прикрытыми сверху суглинком мощностью 1—3 м.

Условия залегания и движения грунтовых вод в дельтовых отложениях весьма разнообразны. Так же разнообразны характер питания подземных вод и почвенные условия, при которых происходит фильтрация воды. Из физико-геологических явлений развиты засоление и заболачивание почв в пониженных местах, накопление и переувлажнение золовых песков.

Большая часть дельтовой равнины Аму-Дарьи, представляющей большой интерес для народного хозяйства республики, еще не освоена. В случае строительства каких-либо сооружений основанием и средой послужат суглинки, супеси и пески.

Второй подрайон — дельты Зеравшана и Кашкадарьи — наиболее развитые в экономическом отношении. Большая часть его — Бухарский и Каракульский оазисы и равнина Кашкадарьи — используется под посевы хлопчатника.

В геоморфологическом отношении эти оазисы представляют собой субэаральные дельты Зеравшана и Кашкадарьи. Поверхность дельт волнистая, с мягко выраженными логами, которые в большинстве случаев служат продолжением логов, развитых на покато-волнистой равнине к северо-востоку, за пределами рассматриваемого подрайона. Следует отметить, что плоская поверхность рассматриваемой равнины иногда усложнена небольшими бессточными понижениями и бугристыми грядовыми скоплениями навейных песков. Бессточные понижения являются результатом дефляции.

Местами на поверхности равнины встречаются совершенно ровные площадки, иной раз значительных размеров.

В инженерно-геологическом отношении грунты дельты представлены аллювиальными переслаивающимися суглинками и супесями, реже песками и глинами. Этот верхний слой в большинстве мест покрыт чехлом современных «агро-ирригационных» наносов — преимущественно суглинков, содержащих примеси золы и др. Мощность наносов 2—3 м.

В северо-восточной части тонкообломочные материалы данного подрайона подстилаются галечниками, в юго-западной — песками с гравием и галькой и на периферии — песками или песчаниками Туранской свиты. Глубина залегания галечников нарастает в западном направлении от вершины дельты. В верхней части дельты глубина залегания галечников 3—5 м, на остальной территории 5—10 м. Глубина залегания песков с гравием и галькой в западных районах колеблется в пределах 5—10 м.

Благодаря большой мощности покровного слоя (5—10 м) основанием и средой для всех сооружений служат суглинки и супеси. Суглинки, получившие наиболее широкое распространение среди мелкоземов, часто имеют хорошо выраженную слоистость. По гранулометрическому составу они весьма неоднородны и изменяются от легких до тяжелых разностей. В них содержится от 3 до 43% песчаных частиц, от 48 до 73% — пылеватых и от 8,5 до 29% — глинистых. Удельный вес колеблется от 2,66 до 2,7 г/м<sup>3</sup>. Следует отметить, что суглинки, имеющие повышенный объемный вес, обычно распространены на плоских такырных равнинах; на волнистых участках объемный вес чаще находится в пределах 1,35—1,45 г/м<sup>3</sup>. Угол внутреннего трения 25—30°, сила сцепления 0,2—0,3 кг/см<sup>2</sup>.

Супеси, как и суглинки, в большинстве своем имеют серую окраску и слоистую текстуру. По гранулометрическому составу они также

неоднородны и изменяются от легких до тяжелых. Некоторые физические свойства их близки к свойствам суглинков: удельный вес колеблется от 2,66 до 2,7 г/м<sup>3</sup>, объемный вес скелета по преимуществу от 1,35 до 1,65 г/м<sup>3</sup>. Угол внутреннего трения варьирует в интервале 27—32°, сила сцепления в большинстве случаев не превосходит 0,2 кг/см<sup>2</sup>; нередко она приближается к нулю. Заметные различия между супесями и суглинками отмечаются в пластических свойствах. Например, у супесей число пластичности обычно не превосходит 6 при пределе текучести 20—26% и пределе пластичности 15—20%; нередко они совсем непластичны. У суглинков число пластичности колеблется от 6 до 15 и больше. Предел текучести — при влажности 25—35%, предел пластичности — при влажности 18—25%.

Водообильность грунтов зависит от их литологического состава. Главнейшим источником питания грунтовых вод являются ирригационные воды. По мере удаления с северо-востока на юго-запад сток грунтовых вод затрудняется. В этом же направлении меняется глубина их залегания и степень минерализации.

Глубина залегания весьма изменчива в сезонном и многолетнем разрезе времени. В годы высокого положения уровня грунтовых вод при сезонном максимуме преобладают глубины 0,5—2 м, при сезонном минимуме — 2—3 м.

В повышенных местах минерализация грунтовых вод — порядка 2—5 г/л; по составу солей воды карбонатно-сульфатные или хлоридно-сульфатные; в пониженных местах, где развиты солончаки, степень минерализации достигает 10—12, а иногда 75—100 г/л, причем в составе солей начинают преобладать хлориды.

Физико-геологические явления в пределах рассматриваемого подрайона связаны с деятельностью поверхностных и подземных вод, а также с работой ветра и некоторыми особенностями климата. Большое развитие имеет оврагообразование вблизи возвышенностей, засоление почв и соленакопление на пониженных участках, образование котловин выдувания и бугристо-рядовых песчаных скоплений.

Все вышеуказанные явления создают неблагоприятные условия для строительства, при котором потребовалась бы особая инженерная подготовка.

Пятый инженерно-геологический район — территория развития солончаков. Солончаки развиты внутри вышеописанных районов, однако, учитывая, что по инженерно-геологическим условиям они коренным образом отличаются от окружающих районов, мы объединили их в отдельный район.

Солончаки развиваются на пониженных местах и занимают главным образом громадные площади по нижним речным террасам, периферическим частям предгорных равнин конусов выносов, а также депрессии равнин озерного или речного генезиса. Солончаки представлены в основном на плато Устюрт; имеются они в Кызылкумах, в низовьях Кашкадарьи, Зеравшана и Аму-Дарьи.

Засоление почв происходит в условиях близкого (1—2 м) залегания сильноминерализованных грунтовых вод. Характерно для этих почв громадное содержание солей (от 3—15% и более) по всему профилю с максимумом вверху.

Состав солей разнообразен и тесно связан с геоморфологией и условиями подземного стока.

Все солончаковые участки при существующих климатических и гидрогеологических условиях неблагоприятны для освоения.

## Глава V

### Перспективы развития гидрогеологических исследований на территории Узбекистана

Основные вехи развития гидрогеологических исследований в республике определяются решениями XXII съезда КПСС.

В области региональных площадных гидрогеологических исследований накоплен большой фактический материал, который послужит основой для решения водохозяйственных проблем. Выявлены основные региональные закономерности формирования и размещения подземных вод в различных естественноисторических условиях.

Увеличение орошаемых земель и обводненных пастбищ происходит главным образом за счет освоения пустынных и полупустынных территорий. В первую очередь ирригационному освоению подлежат целинные земли Голодной и Каршинской степей, Центральной Ферганы. Уже сейчас начато фронтальное наступление на пустыни в целях их скорейшего освоения. Необходимо провести крупномасштабные гидрогеологические исследования с целью выявления общих и частных региональных закономерностей формирования подземных вод по условиям питания, залегания, стока, разгрузки, изменения химического состава, теплового режима, напорности, поисковых критериев, содержания минеральных веществ, микрофлоры, микроэлементов и газовых компонентов. Важно установить эксплуатационные запасы подземных вод и пути их практического использования. При гидрогеологических исследованиях в ирригационно-осваиваемых землях необходимо получить расчетные параметры подземных вод и выявить гидрогеолого-мелиоративные критерии в оценке орошаемых земель с точки зрения направленности гидрогеологических процессов и процессов ирригационного засоления или рассоления почво-грунтов.

Завершающим этапом региональных гидрогеологических исследований явится гидрогеологическое районирование с составлением специальных схем распределения грунтовых и артезианских, термальных и минеральных вод по условиям их формирования с количественными и качественными показателями подземных вод.

При выяснении расчетных параметров подземных вод и характера гидрогеологических процессов следует моделировать гидрогеологические процессы в лабораториях и на экспериментальных участках с применением гидроинтегратора, ЭГДА, различных видов лотков и счетно-аналитических машин.

При региональных гидрогеологических исследованиях освоенной глубиной бурения на воду в республике считается 500 м. В перспективе на опорных узловых гидрогеологических пунктах необходимо освоить глубину бурения до 2000 м.

Материалы региональных гидрогеологических исследований и разработанные теоретические вопросы формирования подземных вод сле-



дует рассматривать как основу планирования народного хозяйства республики в комплексном использовании водно-земельных ресурсов (Гидропроект СССР). В области изучения режима и баланса подземных вод по линии Министерства геологии и охраны недр СССР на территории республики к 1960 г. почти завершена организация площадной стационарной режимной службы в основных хлопкосеющих оазисах, причем исследуется главным образом режим верхнего яруса подземных вод. Положено начало изучению режима подземных вод различных ярусов путем закладки кустовых скважин на различные глубины.

В перспективе требуется организовать режимную службу на дополнительных, вновь осваиваемых площадях, а также усилить работы по рассмотрению режима различных глубоких водоносных горизонтов в связи с решениями задач площадной оценки динамических запасов подземных вод для целей водоснабжения, орошения, мелиорации, удовлетворения нужд отгонного животноводства и бальнеологии. Специальные стационарные исследования режима подземных вод должны быть организованы в районах шахтного, рудничного и нефте-газового хозяйств.

Предварительные итоги режимных и балансовых работ в республике обобщены в монографиях АН УзССР, а также в сводных отчетах режимных станций Узбекского гидрогеологического треста. Однако они не полностью охватывают региональные закономерности формирования сезонных и многолетних режимов подземных вод республики. Необходимо усилить обобщение накопленных материалов режима и баланса подземных вод в разрезе крупных геолого-структурных зон Узбекистана с указанием путей их искусственного регулирования.

Следует разработать методы прогноза режима подземных вод и составить региональные прогнозные карты с оценкой хозяйственной значимости тех или иных режимов подземных вод; выявить различные генетические типы режима подземных вод и произвести их картирование как основу гидрогеолого-мелиоративного районирования территории республики и планирования сельского хозяйства; усилить стационарное изучение баланса грунтовых вод на типичных участках с тем, чтобы решить методические вопросы организации балансовых исследований, позволяющих постановку вопроса в производственных масштабах и решение вопроса региональной оценки баланса грунтовых вод в различных гидрогеологических и хозяйственных условиях с их последующим целенаправленным регулированием.

Завершающим этапом режимных и балансовых исследований должно быть обобщение материалов многолетних наблюдений по оазисам республики с выявлением региональных закономерностей режима и баланса грунтовых вод, позволяющих впредь без организации дополнительных исследований решать различные народнохозяйственные задачи. При этом особое внимание должно быть уделено обобщающим картам генетических типов режима подземных вод, гидротехнических, прогнозных, регионального баланса подземных вод, построенным на базе расчета с использованием выявленных региональных закономерностей.

В области использования и регулирования подземных вод проделана большая работа по предварительной оценке запасов грунтовых и артезианских вод. На территории республики за счет подземных вод может быть использовано до  $800 \text{ м}^3/\text{сек}$ . Необходимо уточнить выявленные запасы по отдельным объектам и довести их до стадии эксплуатации, гидрогеологически обосновать мероприятия по широкому

использованию и искусственному регулированию подземных вод как естественных водохранилищ.

Использование и регулирование подземных вод республики требует дифференцированного подхода в зависимости от назначения: для питьевого и технического водоснабжения, орошения, бальнеологии, бутылочного розлива (столовая вода), добычи минерального сырья (йод, бром, молибден и т. д.), теплофикации жилых помещений, парникового хозяйства, мелкооазисного артезианского орошения, удовлетворения нужд нефте-газовых месторождений Юго-Западного Узбекистана, мелиорации площадей орошаемого земледелия, устранения и регулирования обводнения шахт, рудников, глубинных карьеров, ангаров, туннелей и устранения вредных последствий фильтрации воды из каналов, водоемов, водохранилищ, устранения вредных воздействий подземных вод на основание гидротехнических, промышленных и гражданских сооружений, железных и шоссейных дорог, жилых зданий и т. д.

Особое внимание следует уделить разработке теоретических вопросов гидрогеологии, связанных с изучением движения подземных вод к вертикальным и горизонтальным водозаборным сооружениям, с выявлением оптимальных условий эксплуатации каптажных сооружений и метода расчета ресурсов подземных вод в условиях установившегося и неуставившегося их движения.

В связи с достижениями точных наук необходимо широко внедрять в практику новейшие физические и химические методы исследования и моделирования гидрогеологических процессов. С открытием и эксплуатацией в республике уникальных месторождений природного газа (и, возможно, нефти) в юго-западной и пустынно-равнинной частях республики следует усилить комплекс работ по нефтяной гидрогеологии, радиогидрогеологии; заняться разработкой общетеоретических основ охраны подземных вод от загрязнения и истощения.

В области инженерно-геологических исследований научная мысль должна быть направлена на выявление региональных закономерностей инженерно-геологических процессов на территории республики в связи с задачами промышленного, гражданского, ирригационного, дорожного и других видов строительства.

На ближайшие годы в соответствии с требованиями народнохозяйственного строительства в республике намечается следующий комплекс работ: составление схематической карты инженерно-геологического районирования территории УзССР и отдельных территорий; изучение геодинамических явлений на территории УзССР и разработка методических приемов устранения вредных последствий их; моделирование инженерно-геологических процессов в связи с различными видами строительства и выявление расчетных инженерно-геологических показателей грунтов; разработка научно-теоретических основ грунтоведения и механики грунтов применительно к инженерно-геологическим условиям Узбекистана; изучение теоретических и прикладных вопросов четвертичной геологии на территории республики; прогноз инженерно-геологических процессов и проверка их правильности, в частности прогноз и проверка правильности инженерно-геологических процессов, возникающих в результате взаимодействия крупных гидрогеологических сооружений с окружающей природной обстановкой, и т. д.

## ЛИТЕРАТУРА

- Абдуллаев Х. М. Рудно-петрографические провинции и вопросы их классификации, Изд-во АН УзССР, 1962.
- Агеев В. Н. Гидрогеологические изыскания в Сыр-Дарьинской, Ферганской и Самаркандской областях, Ежегодник ОЗУ, ч. II, т. 7, 1917.
- Аделунг А. С. К альпийской тектонике левобережного бассейна Среднего Чаткала и Ангреного плато, Материалы по геологии Средней Азии, вып. 3, Ташкент, 1935.
- Аделунг А. С. Западная часть Чаткальского хребта, Ангреное плато и восточная оконечность Кураминских гор, Геология Узбекской ССР, т. I, ОНТИ, 1937, стр. 79—145.
- Аделунг А. С. Краткая характеристика геологического развития Чаткало-Кураминских гор, В кн. «Основные черты магматизма и металлогении Чаткало-Кураминских гор», Изд-во АН УзССР, 1958.
- Аделунг А. С., Кушнар С. А. и Чихачев П. К. Юго-Западные Кызылкумы, Геология Узбекской ССР, т. II, Л.—М., 1937.
- Акулов В. В. Кара-Калпакская степь (Центральная Фергана), «Известия Узбекского филиала географического общества СССР», Изд-во АН УзССР, 1955.
- Андрухин Ф. Л. Свойства лессовидных грунтов Приташкентского района и методы их изучения, Труды Среднеазиатского геологического треста, вып. 2, Ташкент, 1937.
- Аносов А. А. Восточная часть Нуратинского хребта и бассейн озера Туз-Кане, Джизакского округа, Ежегодник ОЗУ, т. II, 1917.
- Архангельский А. Д. Верхнемеловые отложения Туркестана, Труды Геолкома, нов. сер., вып. 151, СПб, 1916.
- Архангельский А. Д. Геологические исследования в низовьях Аму-Дарьи, Труды Главного геологоразведочного управления ВСНХ СССР, вып. 12, 1931.
- Астахова П. В., Власов Н. Г., Дронов В. И. и Сикстель Т. А. Триас, Решения совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Средней Азии, Изд-во АН УзССР, 1959.
- Атабекян А. А., Бобкова Н. Н., Винокурова Е. Г., Жукова Е. А., Ильин В. Д., Калугин Н. П., Луппов Н. П., Пояркова З. Н., Сотиряди К. А. Мел, Решения совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Средней Азии, Изд-во АН УзССР, 1959.
- Ахмедсафин У. М. Напорные воды Чу-Таласской депрессии и перспективы их использования, «Вестник АН КазССР», 1950, № 2.
- Ахмедсафин У. М., Дальян И. Б., Садыков Ж. Е. Артезианские воды Восточного Приаралья, «Известия АН КазССР», сер. геол., вып. 2/43, 1961.
- Бабаев А. Г., Лебзин Е. В. О структурно-геологическом районировании мезозойских образований Западного Узбекистана в связи с их нефтегазовостью, «Советская геология», 1960, № 6.
- Балашов Л. С. Сурхандарьинский артезианский бассейн, Труды лаборатории гидрогеологических проблем, т. XXV, М., 1960.
- Балахматова В. Т. Фараминиферы палеогена Кызыл-Кумов и их значение для стратиграфии и палеогеографии, Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. г.-м. наук, 1949.

- Бедер Б. А. Воды артезианских бассейнов Узбекистана, «Узбекский геологический журнал», 1958, № 6.
- Бедер Б. А. Артезианские воды Юго-Западного Узбекистана, Труды САИГИМС, вып. 2, 1961.
- Безобразова Н. Ф. Материалы к гидрогеологии бассейна рек Чирчик, Ангрэн и Келес, «Вестник ирригации», 1927, № 11.
- Безобразова Н. Ф. Обзорные гидрогеологические исследования северо-восточной части Ферганской котловины, Материалы по гидрогеологии Узбекистана, вып. 2, 1932.
- Белькова Л. Н., Лодонова Т. А., Кнауф В. И., Коровкин А. Б., Королев В. Г., Огнев В. Н., Яскович Б. В. Докембрий, кембрий, ордовик, Решения совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Средней Азии, Изд-во АН УзССР, 1959.
- Беляева Е. И. О находке *Elephas* в Таджикистане, Труды Палеозоологического ин-та АН СССР, т. V, М.—Л., 1938.
- Беляева Е. И. О находке мамонта в Ферганской долине, «Бюллетень комитета по изучению четвертичного периода АН СССР», № 8, 1946.
- Бенш Ф. Р., Васильковский Н. П., Левен Э. Я. Пермь, Решения совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Средней Азии, Изд-во АН УзССР, 1959.
- Богомоллов Г. В. Основы гидрогеологии, М., Госгеоллиздат, 1951.
- Борисяк А. А. О фауне юрских отложений Байсун-Тау, Труды Геологического музея им. Петра Великого Имп. Академии наук, т. III, вып. 2, 1909.
- Борнеман Б. А. Меловые отложения Юго-Востока Средней Азии, Ташкент, 1940.
- Брик М. И. Ископаемая флора из рэтских нижне- и средне-юрских отложений, Геология СССР, т. XXII, Туркменская ССР, ч. 1, 1957.
- Бродский А. А. К характеристике глубоких подземных вод рыхлообломочных и глинистых отложений Средней Азии, «За недра Средней Азии», 1934, № 4.
- Бунтов П. И., Машковцев С. Ф., Николаев В. А. Материалы к гидрогеологическому обследованию Зеравшанского района, «Вестник ирригации», 1925, № 10.
- Бурак М. Т. О результатах работ по выявлению и предварительной разведке артезианских бассейнов в Центральном и Северном Кызыл-Кумах, Труды II Узбекистанского гидрогеологического совещания, Ташкент, 1959.
- Бурачек А. Р. Третичные континентальные отложения Юго-Западного Таджикистана, Труды Таджикской комплексной экспедиции АН УзССР 1932 г., вып. IV, 1934.
- Бурачек А. Р. Третичные отложения Таджикской депрессии, Геология Узбекской ССР, т. III, Изд. Комитета наук УзССР, Л.—М., 1937.
- Быкова Н. Н. Фораминиферы верхнемеловых и палеогеновых отложений Ферганской долины, Труды Нефтяного геологоразведочного ин-та, сер. А., вып. 121, Л., 1939.
- Варенцов М. И., Суворов П. Г. Перспективы нефтегазоносности Туркмении и прилегающих областей Западного Узбекистана, «Советская геология», 1939, № 6.
- Васильевский М. М., Барсук Н. Е., Ревунова Н. А. и Шашерова Е. И. Схема основного гидрогеологического районирования Азиатской части СССР, «Советская геология», 1939, № 7.
- Васильковский Н. П. К стратиграфии четвертичных отложений Ферганы, Материалы по геологии Средней Азии, вып. 2, 1935.
- Васильковский Н. П. Тектоническое развитие Ферганской депрессии в кайнозое, Труды ин-та геологии АН УзССР, Ташкент, 1942.
- Васильковский Н. П. К возрастному расчленению четвертичных отложений Северо-Восточного Узбекистана, Труды Ин-та геологии АН УзССР, вып. 6, 1951.
- Васильковский Н. П. Стратиграфия и вулканизм верхнего палеозоя юго-западных отрогов Северного Тянь-Шаня, Изд-во АН УзССР, 1952.
- Васильковский Н. П. К схеме возрастного расчленения верхнепалеозойских вулканических и интрузивных образований юго-западных отрогов Северного Тянь-Шаня, Записки Узб. отд. ВМО, вып. X, Изд-во АН УзССР, 1956, стр. 159—168.
- Васильковский Н. П. К стратиграфии четвертичных отложений Восточного Узбекистана, Труды комиссии по изучению четвертичного периода, вып. XIII, М., Изд-во АН СССР, 1957.
- Васильковский Н. П. По поводу статьи И. П. Кушнарера и А. Б. Каждина «К стратиграфии эффузивных свит среднего и верхнего палеозоя юго-западных отрогов Северного Тянь-Шаня», «Известия АН СССР», сер. геол., вып. 9, 1959, стр. 99—103.

- Васильковский Н. П., Кнауф В. И., Овчинников С. К., Сергунькова О. И., Соловьева М. Н., Турбин Л. Н., Щукина В. Я. Карбон, Решения совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Средней Азии, Изд-во АН УзССР, 1959.
- Васильковский Н. П., Недзвецкий А. П. Сопоставления разреза верхнепалеозойских образований Восточного Карамазара с разрезами Чирчик-Ангренского бассейна, ДАН ТаджССР, № 17, 1956.
- Вахрамеев В. А., Пейве А. В., Херсаков Н. П. Мезозой Таджикистана, Юрские и нижнемеловые отложения Гиссарского хребта и Таджикской депрессии, Труды Таджикско-Памирской экспедиции АН СССР, вып. 58, М., 1936, стр. 9—190.
- Вебер В. Н. Заметка о юрских отложениях в Восточной Бухаре, Труды Геологического музея им. Петра Великого Академии наук, т. III, вып. 2, 1909.
- Вебер В. Н. Геологическая карта Средней Азии, Лист VII-6 (Исфара), северная половина, Труды ВГРО НК ТП СССР, вып. 194, 1934.
- Вебер В. Н. Южная Фергана, Геология Узбекской ССР, т. I, Л.—М., 1937.
- Винокуров А. Н., Кайков М. С., Филатов В. П. Буровые изыскания подземных вод и оборудование трубчатых колодцев, М., 1914, стр. 8.
- Винокурова Е. Г., Жукова Е. А. Материалы к стратиграфии меловых отложений Султан-Уиз-Дага, Труды Узб. геол. управления, Сб., № 1, 1959.
- Винокурова Е. Г., Жукова Е. А. К вопросу о выделении отложений датского яруса в низовьях Аму-Дарьи, «Узбекский геологический журнал», 1959а, № 4, стр. 80—81.
- Еласов Н. Г., Дронов В. И., Кузичкина Ю. М., Репман Е. А., Сикстель Т. А. Юра, Решения совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Средней Азии, Изд-во АН УзССР, 1959.
- Волкова А. А., Довжиков А. Е., Мартышев В. Р., Поярков Б. В., Сергунькова О. И. Девон, Решения совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Средней Азии, Изд-во АН УзССР, 1959.
- Вялов О. С. К стратиграфии мела и палеогена Ферганы, Труды Таджикско-Памирской экспедиции АН СССР, вып. 47, М., 1936.
- Вялов О. С. Стратиграфия палеогена Таджикской депрессии, Труды Нефтяного геологоразведочного ин-та, сер. А., вып. 129, Л., 1939.
- Вялов О. С. Схема деления меловых отложений Ферганы, ДАН СССР, т. XLIX, № 2, М., 1945.
- Вялов О. С. Опыт комплексного изучения третичных отложений Средней Азии, Труды Среднеаз. нефт. конференц., Ташкент, 1945а.
- Гафуров В. Г. Инженерно-геологическое районирование Голодной степи с целью орошения, «Узбекский геологический журнал», 1961, № 2.
- Георгиевский Б. М. Геологические и гидрогеологические исследования 1925—1935 гг., Южный Хорезм, ч. 1, Ташкент, 1937.
- Герасимов И. П., Чихачев П. К. Геологический очерк Кызыл-Кумов, Труды ГГРУ, вып. 82, М.—Л., 1931.
- Гнида Н. Г. Рельеф и четвертичные отложения северного склона Беш-Тау (Гиссарский хребет), «Известия Узбекистанского филиала Географического общества СССР», т. II, Изд-во АН УзССР, 1955.
- Гориздро-Кульчицкая З. Ф. Гидрогеологический очерк нижней части Чирчик-Келесского водораздела, «Вестник ирригации», 1925, № 12.
- Григоренко П. Г. Подземные воды Киргизии и перспективы их использования в народном хозяйстве, Первая научная сессия Академии наук Киргизской ССР, Фрунзе, 1955.
- Грамм М. Н. Остракоды неогеновых отложений Северо-Западной Ферганы, «Известия УзФАН СССР», 1940, № 6.
- Грамм М. Н. Использование остракод для биостратиграфического расчленения кайнозойских моласс в Ферганской и Южно-Таджикской депрессиях, Труды Ин-та геологии АН УзССР, вып. 4, 1949.
- Грамм М. Н. Схема деления третичных континентальных отложений Ферганской впадины, «Узбекский геологический журнал», 1959, № 6.
- Грамм М. Н., Когай Н. А., Минакова Н. Е., Солун В. С., Чихачев П. К. Палеоген, неоген, четвертичные отложения, Решения совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Средней Азии, Изд-во АН УзССР, 1959.
- Губин И. Е. К стратиграфии и угленосности юрских песчанико-сланцевых отложений Байсунского и Сарыассийского районов УзССР, Труды Таджикско-Памирской экспедиции АН СССР, вып. 4, М., 1937.
- Давлятов Ш. Д. Некоторые вопросы тектоники и нефтегазоносности мезо-кайнозойских отложений Самаркандской мегасинклинали, Изд-во АН УзССР, 1961.

- Давлятов Ш. Д. Тектоника Западного Узбекистана, В кн. «Тектоника и некоторые вопросы нефтегазоносности мезо-кайнозойских отложений Узбекистана», Изд-во АН УзССР, 1962.
- Дикенштейн Г. Е. Новые данные по геологическому строению и перспективам нефтегазоносности западной части Средней Азии, «Геология нефти и газа», 1959, № 5.
- Довженко А. К., Мартышев В. Р., Халецкая О. Н. Силур, Решения совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Средней Азии, Изд-во АН УзССР, 1959.
- Екшибаров С. В. Тектоника и некоторые вопросы нефтегазоносности мезо-кайнозойских отложений юго-западного погружения Гиссарского синклинали и Кашкадарьинской впадины, Изд-во АН УзССР, 1962.
- Жирмунский А. М. и Козырев А. А. О классификации подземных вод, Материалы по общей и прикладной геологии, вып. 98, № 4, 1928.
- Жукова Е. А. К стратиграфии отложений верхнемелового возраста районов Акрабат, Тойчисай (юго-западные отроги Гиссарского хребта) по фауне фораминифер, ДАН УзССР, 1959, № 7, стр. 21—24.
- Жукова Е. А. К стратиграфии верхнемеловых отложений Бухарской области, «Узбекский геологический журнал», 1962, № 5.
- Зайцев И. К., Толстихин Н. И. Основные черты гидрогеологии СССР, Доклады к собранию международной ассоциации гидрогеологов, М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Захаров С. А. Стратоструктуры мезо-кайнозоя Таджикской депрессии, Труды Ин-та геологии ТаджССР, т. XIV, Душанбе, 1958.
- Иванов Е. В. Гидрогеологические исследования северной части Ташкентского уезда в 1923 г., Материалы по гидрогеологии, Изд. Управления водного хозяйства Средней Азии, Ташкент, 1926.
- Игнатович Н. К. Гидрогеологические структуры — основа гидрогеологического районирования территории СССР, «Советская геология», 1947, № 19.
- Ильин С. И. Равнинные пространства Юго-Западного Узбекистана, «Геология Узбекской ССР», т. 2, Л.—М., 1937.
- Исламов А. И. Генетические типы четвертичных отложений правобережья р. Чирчик, В. сб. «Вопросы геологии Узбекистана», Изд-во АН УзССР, 1960.
- Исламов А. И. О лессах Приташкентских чулей, ДАН УзССР, 1960а, № 9.
- Исламов А. И. К вопросу об инженерно-геологических свойствах элювиальных и делювиальных разновидностей лессовых пород Приташкентского района. Ученые записки САИГИМС, вып. 4, Ташкент, 1960б.
- Калицкий К. П. Риштанское месторождение нефти, Труды Геологического комитета, нов. сер., вып. 127, 1915.
- Калицкий К. П. Нефтяные месторождения Шор-Су и Камыш-баши (Ферганская область), Труды Геологического Комитета, нов. сер., вып. 133, 1915а.
- Калицкий К. П. Нефтяные месторождения Сельрохо Ферганской области, Труды Геологического комитета, нов. сер., вып. 167, 1918.
- Каменский Г. Н., Толстихина М. М., Толстихин Н. И. Гидрогеология СССР, М., Госгеолтехиздат, 1959.
- Касымов С. М. О четвертичных отложениях Самаркандской впадины, Ученые записки САИГИМС, вып. 4, Ташкент, 1960.
- Касымов С. М. К инженерно-геологической характеристике аллювиальных лессовидных пород острова Мионкаль, ДАН УзССР, 1961, № 10.
- Келлер Г. Напорные воды, М., Гостехпроект, 1930.
- Кенесарин Н. А., Султанходжаев А. Н., Корюкин Г. П. Термальные артезианские воды каменноугольных отложений Северо-Восточной Ферганы, ДАН УзССР, 1960, № 3.
- Кенесарин Н. А., Султанходжаев А. Н. Опыт расчленения артезианских бассейнов Средней Азии, ДАН УзССР, 1960, № 10.
- Ким Р. П., Каргин И. Е. Краткие данные о разведочном на воду бурении на конусе выноса р. Ширабад-Дарья в Сурхан-Дарьинской области УзССР, Ежегодник по результатам работ Среднеазиатских организаций МГ и ОН СССР за 1956 г., вып. 6, ОНТИ, ВИМС МГ и ОН СССР, М., 1958.
- Климентов П. П. Гидрогеология, М., Гостехиздат, 1955.
- Клунников С. И. Западная часть Зеравшанского и Гиссарского хребтов, Геология Узбекской ССР, т. II, Л.—М., 1937.
- Когай Н. А. Некоторые вопросы геоморфологического анализа на примере хр. Султан-Уиз-Дага и прилегающих к нему равнинных пространств, Труды САГУ, вып. ХСІХ, Ташкент, 1957.
- Когай Н. А. Четвертичные отложения, Решения совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Средней Азии, Изд-во АН УзССР, 1959.

- Когай Н. А. К стратиграфии четвертичных отложений Узбекистана, Труды Главгеологии УзССР, сб. 2, Геохимия, М., Госгеолтехиздат, 1962.
- Корценштейн В. Н. Гидрогеология Газлинского газового месторождения и прилегающих к нему районов, Труды ВНИИГаз, вып. 15 (23), М., 1962.
- Костенко Н. П. Новейшая история юго-западного окончания Гиссарского хребта и Таджикской депрессии, Труды Всесоюзного совещания по итогам изучения четвертичного периода, Изд-во АН УзССР, 1953.
- Краснопольский А. А. Грунтовые и артезианские воды, «Горный журнал», т. 1, 1912.
- Крымгольд Г. Я. Юрская система Гаурдак-Кугитангского района, Геология СССР, ч. 1, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957.
- Кудрявцев Н. А. Заметки о распространении юрских отложений в Восточной Бухаре, «Вестник Геологического комитета», Л., 1928, № 8.
- Кушнарев И. П. и Каждин А. Б. К стратиграфии эффузивных свит среднего и верхнего палеозоя юго-западных отрогов Северного Тянь-Шаня, «Известия АН СССР», 1958, № 10.
- Ланге О. К. Глубокие подземные воды Узбекистана, Материалы по гидрогеологической инженерной геологии УзССР, вып. 2, Ташкент, 1936.
- Ланге О. К. О зональном распределении грунтовых вод на территории СССР, Очерки по региональной гидрогеологии СССР, нов. сер., вып. 8 (12), 1947.
- Ланге О. К. Подземные воды СССР, ч. 1, Изд. МГУ, 1959.
- Левецкий С. И. Кугитангское каменноугольное месторождение, Труды Таджикско-Памирской экспедиции АН СССР, М., вып. XVI, М.—Л., 1937.
- Луппов Н. П. К палеогеографии среднеазиатской части СССР в нижнемеловую эпоху, «Известия АН СССР», сер. геол., 1936, № 3.
- Луппов Н. П. Гаурдак-Кугитангский район, Геология СССР, т. 22, Туркменская ССР, ч. 1, 1957, стр. 157—163.
- Луппов Н. П. Юго-Восточный Устюрт и Сарыкамышская впадина, Геология СССР, т. 22, Туркменская ССР, ч. 1, 1957а.
- Луппов Н. П. Центральные Кара-Кумы и низовье Аму-Дарьи, Геология СССР, т. 22, Туркменская ССР, ч. 1, 1957б.
- Мавлянов Г. А. Распространение генетических типов лесса и лессовидных пород Узбекистана и их просадочность, Труды Лаборатории гидрогеологических проблем, т. 2, М., 1949.
- Мавлянов Г. А. О происхождении лесса и лессовидных пород Южных районов Средней Азии, Материалы по четвертичному периоду СССР, вып. 2, 1950.
- Мавлянов Г. А. Физико-механический состав и состав лесса и лессовидных пород Приташкентского района, Труды Всесоюзного рабочего совещания 1948 г., Изд-во АН УзССР, 1953.
- Мавлянов Г. А. Генетические типы лессов и лессовидных пород Центральной и Южной части Средней Азии и их инженерно-геологические свойства, Ташкент, 1958.
- Мавлянов Г. А., Карпов П. М. К вопросу о просадочности различных генетических типов лессов и лессовидных пород Голодной степи, Материалы по производительным силам Узбекистана, вып. 6, 1957.
- Мамедов Э. Д. К стратиграфии новейших континентальных образований Центральных Кызылкумов, Труды САГУ, вып. ХСІХ, Ташкент, 1957.
- Массон М. Е. Из исторического архива палеонтологии Средней Азии, СОНАТ, 1934, № 1—2, стр. 100.
- Марковский А. П. К стратиграфии нижнепалеозойских отложений Туркестанского хребта, Вестник Геологического Комитета, т. III, № 8, Изд. Геологического комитета, Л., 1928.
- Марковский А. П. Северо-западные предгорья Туркестанского хребта, Геология Узбекской ССР, т. 1, М.—Л., Госгеолтехиздат, 1937.
- Марковский А. П. Западная часть Туркестанского хребта, Геология Узбекской ССР, т. II, Изд-во горно-топливной и геологоразведочной лит-ры, М.—Л., 1937а.
- Марковский А. П., Мартвинцев В. Р., Григорьев А. В. Девонские отложения Центрального Таджикистана, Геология СССР, т. XXIV, Таджикская ССР, ч. 1, Геологическое описание, М., Госгеолтехиздат, 1959.
- Машковцев С. Ф. Гидрогеологические исследования в бассейне р. Зеравшан, Труды ГГРУ, вып. 21, 1931.
- Мельконовский И. М. Глубинное геологическое строение закрытой части Приташкентского района по данным геофизических исследований, Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. г.-м. наук, Ташкент, 1961.
- Минакова Н. Е. К стратиграфии меловых и третичных отложений Чулей, Изд-во УзФАН СССР, Ташкент, 1941.

- Минакова Н. Е. Стратиграфия палеогеновых отложений Ферганы и Приташкентского района по фауне фоманид, Труды Ин-та геологии АН УзССР, № 2, Ташкент, 1948.
- Минакова Н. Е. К стратиграфии палеогеновых отложений Кызыл-Кумов, «Известия АН УзССР», Ташкент, 1948а, № 2, стр. 8—17.
- Минакова Н. Е. К стратиграфии палеогеновых отложений юго-западных отрогов Гиссарского хребта, ДАН УзССР, Ташкент, 1948б, № 9.
- Минакова Н. Е. Фораминифера палеогеновых отложений Ферганы и Приташкентского района, В сб. «Стратиграфия и палеонтология», Труды Ин-та геологии АН УзССР, вып. VII, Ташкент, 1953.
- Миронова Л. В. Некоторые спорные вопросы стратиграфии низов палеогена Средней Азии, Вестник ЛГУ, сер. биол., геогр. и геол., № 10, 1953.
- Митгарц Б. Б., Толстихин Н. И. Гидрогеологическое районирование Средней Азии, Л., 1961.
- Мужчинкин Ф. Ф. О подземных водах Саватской и Хаватской волостей Мирзачульского уезда Сыр-Дарьинской области, «Вестник ирригации», 1926, № 6.
- Мушкетов И. В. Туркестан. Геологическое и орографическое описание по данным, собранным во время путешествия с 1874 по 1880 г., СПб., 1886, т. I; 1906, т. II.
- Мушкетов Д. И. Северные предгорья Туркестанского хребта (Ляйляк-Сулюктинский район), Путеводитель экскурсии III Всесоюзного съезда геологов, Ташкент, 1928.
- Мушкетов Д. И. Геологическая карта Средней Азии, Л., 1928а.
- Назаров М. З. О каменном лессе Приташкентского района, Ученые записки САИГИМС, вып. 4, Ташкент, 1960.
- Назаров М. З. Физико-механические свойства и вещественный состав каменных лессов Приташкентского района, ДАН УзССР, 1960а, № 11.
- Назаров М. З. и Касымов С. М. Вещественный состав и физико-механические свойства лесса и каменного лесса канала Тую-Тартар, ДАН УзССР, 1961, № 9.
- Наливкин Д. В. Очерки геологии Туркестана, Ташкент, Туркпечать, 1926.
- Наливкин Д. В. Палеогеография Средней Азии в палеозое, Труды III Всесоюзного съезда геологов, вып. II, Ташкент, 1928.
- Наливкин Д. В. Брахиоподы верхнего и среднего девона Туркестана, Труды геологического комитета, нов. сер., вып. 180, 1930.
- Наливкин Д. В. Краткий очерк геологии СССР, Госгеолиздат, М., 1957.
- Наследов Б. Н. Кара-Мазар, Геология Узбекской ССР, т. I, М.—Л., Госгеолтехиздат, 1937.
- Никифорова О. Н. Брахиоподы верхнего силура Среднеазиатской части СССР, В кн. «Палеонтология СССР», т. 35, вып. I, 1937.
- Николаев В. А. Гидрогеологический очерк правобережья Зеравшана, Материалы по гидрогеологии УВХ Средней Азии, вып. 8, 1926.
- Николаев В. А. О некоторых чертах строения и развития подвижных поясов земной коры, «Известия АН СССР», сер. геол., 1953, № 2.
- Обручев В. А. Предварительный отчет о геологических исследованиях в Бухаре и Зеравшанском округе осенью 1887 г., Материалы по геологии России, вып. XIII, 1889.
- Обут А. М. Расчленение ордовика и силура по формам грантолитовых колоний, В кн. «Вопросы палеонтологии», т. II, Палеонтологическая лаборатория, ЛГУ, Л., 1955.
- Обут А. М. Зональное расчленение силура СССР по грантолитам, «Советская геология», 1959, № 2.
- Овчинников А. М. Основные принципы гидрогеологического районирования, В сб. «Проблемы гидрогеологии», М., 1960.
- Огнев В. Н. Основные структурно-фациальные зоны Средней Азии, Решения совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Средней Азии, Изд-во АН УзССР, 1960.
- Окладников А. П. «Известия АН УзССР», сер. общ. наук, 1958, № 4.
- Пейве А. В. Типы и развитие палеозойских структур Урало-Тяньшаньской геосинклинальной области, «Известия АН СССР», сер. геол., 1948, № 6.
- Пейве А. В. Схема тектоники Западного Тянь-Шаня, «Известия АН СССР», 1948а № 5—6.
- Петров Н. П. Строение гаурдакской свиты в юго-западных отрогах Гиссарского хребта, ДАН УзССР, 1940, № 3.
- Петров Н. П. Соляная толща и ее тектоника в юго-западных отрогах Гиссарского хребта, ДАН УзССР, 1952, № 2.
- Петрова-Пчепенцева Г. Т. Моллюски из юрских отложений западной части Байсун-Тау, Материалы ВСЕГЕИ, Палеонтологический и стратиграфический сборник, вып. 4, 1945.



- Петрушевский Б. А. Строение третичных отложений Тянь-Шаня, Бюллетень Московского об-ва испытателей природы, Отд. геол., т. XXIII, вып. 1, М., 1948.
- Петрушевский Б. А. К истории развития Тянь-Шаня в мезозойское время и кайнозойское, Бюллетень Московского об-ва испытателей природы, Отд. геол., т. XXIII (5), М., 1948а.
- Плотников Н. И. К вопросу формирования подземных вод полупустынных зон Средней Азии, «Советская геология», 1955, № 44.
- Попов В. И. История депрессий и поднятий Западного Тянь-Шаня, Ташкент, Изд. Комитета наук УзССР, 1938.
- Попов В. И. Краткая регионально-литологическая характеристика верхнеобийских кайнозойских молассовых формаций Средней Азии, Труды Ин-та геологии АН УзССР, вып. 1, 1947.
- Попов В. И. Очерки литологии (учение о геологических формациях), Труды Ин-та геологии АН УзССР, вып. 2, 1947а.
- Попов И. В., Кац Р. С., Кориковский А. К., Лазарева В. П. Методика составления инженерно-геологических карт, М., Госгеолиздат, 1950.
- Пославская О. Ю. Геология Кашка-Дарьинской области, т. I, Природа, Труды САГУ, 1959.
- Пославская О. Ю. Новейшие тектонические движения и вопросы картирования четвертичных отложений Южного Узбекистана, Ученые записки САИГИМС, вып. 4, Ташкент, 1960.
- Преображенский И. А. К вопросу о происхождении туркестанского лесса, «Почвоведение», 1914, № 1—2.
- Пятков К. К., Бухарин А. К. Тектоническое строение территории Кызыл-Кумов, Труды Главгеологии УзССР, вып. 2, М., 1962.
- Резвой Д. П. Туркестано-Алайская горная система, Изд. Львовского ун-та, 1960.
- Репман Е. А. Некоторые данные о юрской фауне Южного Узбекистана (Яккабагский и Ширабадский районы), Геология Средней Азии, вып. 1, Изд. Геологического управления УзССР, Ташкент, 1941.
- Решения совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Средней Азии, Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1959.
- Решеткин М. М. Гидрогеологический очерк Голодной степи, Материалы по гидрогеологии Узбекистана, вып. 4, Ташкент, 1932.
- Решеткин М. М. Подземные воды Каршинской степи, Материалы по гидрогеологии и инженерной геологии Узбекской ССР, вып. 2, Изд. Комитета наук при СНК УзССР, Ташкент, 1936.
- Решения Среднеазиатского и Казахского межведомственного совещания по изучению четвертичного периода, «Советская геология», 1961, № 12.
- Рейнгард А. Л. Четвертично-геологические исследования в Восточной Фергане в 1929—30 гг., Труды ВГРО НКТП СССР, вып. 344, ОНТИ, 1934.
- Ростовцев В. Н. Подземные воды, СПб., 1914.
- Рыжков О. А. Новейшие и современные тектонические движения в Фергане, Труды комиссии по изучению четвертичного периода, т. XIII, М., Изд-во АН СССР, 1957.
- Рыжков О. А. Тектоника мезо-кайнозойских отложений Ферганской депрессии, Изд-во АН УзССР, 1960.
- Рыжков О. А. Структурно-тектоническое районирование мезо-кайнозойских отложений Узбекистана, «Узбекский геологический журнал», 1962, № 3.
- Рыжков О. А. Структурно-тектоническое районирование мезо-кайнозойских отложений Узбекистана, В кн. «Тектоника и некоторые вопросы нефтегазоносности Узбекистана», Изд-во АН УзССР, 1962а.
- Рыжков О. А. К характеристике альпийских блоковых полей Узбекистана, ДАН УзССР, 1962б, № 8.
- Рыжков О. А., Давлятов Ш. Д. К тектонике покровных отложений Западного Узбекистана, ДАН УзССР, 1959, № 12.
- Рыжков О. А., Ибрагимов Р., Юрьев А. А. Тектоника Ташкентско-Голоднотепской предгорной впадины, «Узбекский геологический журнал», 1961, № 2.
- Семихатов А. Н. Гидрогеология, М., Госгеолтехиздат, 1954.
- Сергунькова О. И. Брахиоподы нижнего карбона восточной части Тянь-Шаньской геосинклинали, Труды Ин-та геологии АН УзССР, вып. V, 1950.
- Сергунькова О. И. Каменноугольная система, Нижний отдел, Решения совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Средней Азии, табл. 7, Ташкент, 1959, стр. 52.
- Сергунькова О. И. Каменноугольные отложения Северного Таджикистана, Нижний карбон, Геология СССР, т. XXIV, Таджикская ССР, ч. I, М., 1959а.
- Симаков С. Н. К стратиграфии палеогена Ферганы и Таджикской депрессии, ДАН СССР, т. 82, М., 1952.

- Симаков С. Н. Меловые отложения Бухаро-Таджикской области, Труды ВНИГРИ, вып. 2, М.—Л., 1952а.
- Симаков С. Н. Меловые отложения Ферганы, Алайского и Заалайского хребтов, Труды ВНИГРИ, спец. сер., вып. 5, 1953.
- Синицын Н. М. Центральная часть Чаткальского хребта, Геология Узбекской ССР, т. I, Л.—М., 1937.
- Синицын Н. М. Тектоника горного обрамления Ферганы, Изд. ЛГУ, 1960.
- Скворцов Ю. А. К методике изучения четвертичных отложений в связи с геоморфологическим анализом Средней Азии и применение последнего в поисково-разведочном деле, «Вестник Союзгеоразведки», 1932, № 9—10.
- Скворцов Ю. А. Четвертичные отложения, Геология Узбекской ССР, т. III, ОНТИ НКТП, М.—Л., 1939.
- Скворцов Ю. А. Элементы новейших тектонических движений Узбекистана, Труды САГУ, нов. сер., вып. XII, Ташкент, 1949.
- Скворцов Ю. А. Юные тектонические движения Тянь-Шаня и генезис лесса Приташкентского района, Труды Всесоюзного рабочего совещания по итогам изучения четвертичного периода, Изд-во АН УзССР, 1953.
- Смирнов Н. А. Нуратинские горы, Геология Узбекской ССР, т. II, Изд. Комитета наук УзССР, М.—Л., 1937.
- Смолко А. И. О континентальных отложениях неогена Каракумов и Кызылкумов, ДАН СССР, т. 59, 1948.
- Солун В. И. О сопоставлении рихтанского яруса Ферганы и Таджикской депрессии, В «Геологическом сборнике Львовского геологического об-ва», № 2, Львов, 1954.
- Соседко А. Ф. Источник Ходжа-Ипак, «Социалистическая наука и техника», 1938, № 9—10.
- Спиридонов М. Д. Голодная степь Самаркандской области, Труды Главного ботанического сада, т. XXXV, 1921.
- Суворов А. И. Тектоническое районирование Ферганской впадины по генетическим признакам, Труды Ин-та геологических наук АН СССР, вып. 158, 1954.
- Суворов А. И. О мезо-кайнозойских складчато-глыбовых структурах Северного Тянь-Шаня, «Известия АН СССР», сер. геол., 1959, № 4.
- Султанходжаев А. Н., Сабиров К. А., Курбанов С. Я. О водоносности докембрийских и палеозойских образований Ферганской депрессии, «Узбекский геологический журнал», 1962, № 5.
- Таль-Вирский Б. Б. Результаты геофизических работ на нефть и газ в Западном Узбекистане за 1957—1958 гг. и их направленность на ближайшие годы, В сб. «Перспективы нефтегазоносности и направление геологоразведочных работ в западных районах Средней Азии», Гостоптехиздат, 1960.
- Тетюхин Г. Ф. О корреляции местных схем расчленения четвертичных отложений, Тезисы докладов к совещанию по унификации стратиграф. схем Средней Азии, Госгеолтехиздат, 1958.
- Тетюхин Г. Ф. К стратиграфии лессовых пород Приташкентского района, Ученые записки САИГИМС, вып. 3, Ташкент, 1960.
- Тетюхин Г. Ф., Уткина Н. Г. Археологические находки в бассейнах рек Кашка-Дарьи и Зеравшана, «Известия Узбекстанского филиала географического общества СССР», т. V, Ташкент, 1961.
- Тектоническая карта СССР и сопредельных стран, Под ред. Н. С. Шатского, М., Изд-во АН СССР, 1956.
- Толстихина М. М. Геологический очерк бассейна р. Санзар (западная часть Туркестанского хребта), Изд. МГУ, т. I, вып. 1—2, 1928.
- Толстихина М. М. Гидрогеологический очерк бассейна р. Санзар, Труды САГУ, серия VIIa, вып. 11, 1929.
- Труды совещания по унификации стратиграфических схем допалеозоя и палеозоя Восточного Казахстана, т. II, Изд-во АН КазССР, 1960.
- Туаев Н. П. Верхнеамударьинская впадина, «Известия АН СССР», 1960, № 5.
- Фаас А. В. К познанию фауны морских ежей из меловых отложений Русского Туркестана, Отд. Геологического комитета, нов. сер., вып. 49, 1908, стр. 1—14.
- Федорович Б. А. Древние реки в пустынях Турана, Материалы по четвертичному периоду СССР, вып. 3, М., Изд-во АН СССР, 1952.
- Халецкая О. Н. Схема стратиграфии силурийских отложений Средней Азии, Тезисы докладов к совещанию по унификации стратиграфических схем для Средней Азии, М., Госгеолтехиздат, 1958, стр. 29—33.
- Халецкая О. Н. О стратиграфии терригенных отложений силура Узбекистана, Труды Узбекского геологического управления, Геол. сб., № 1, М., Госгеолтехиздат, 1960.
- Чихачев П. К. Тектоника Юго-Западного Таджикистана, Труды Тадж. комплексной экспедиции АН СССР 1932 г., вып. 4, 1934.

- Чердынцев В. В. Проблема определения абсолютного возраста четвертичных отложений, Труды комиссии по изучению четвертичного периода, вып. XIII, М., Изд-во АН СССР, 1957.
- Чикрызов Г. С. Кштут-Зауранское месторождение ископаемых углей, В сб. «Геология Средней Азии», вып. 11—12, М., 1936.
- Чуенко П. П. К тектонике юго-западных отрогов Гиссарского хребта, Изд-во ГГРУ, т. 4, вып. 33, 1931.
- Чуенко П. П. Юго-западные отроги Гиссарского хребта, Геология Узбекской ССР, т. II, М.—Л., 1937.
- Чуенко П. П. Геологическая карта Средней Азии (юго-западные отроги Гиссарского хребта), Труды Таджикско-Памирской экспедиции, вып. 4, т. XVI, 1937а.
- Швецов М. С. Геологическое строение хребтов, примыкающих к Гиссарской долине между Каратагом и Душанбе, Бюллетень Московского об-ва испытателей природы, Отд. геол., т. 5, 1927.
- Шевченко А. И. Гидрогеологическая классификация орошаемых территорий Узбекистана, Изд-во АН УзССР, 1961.
- Щелкачев В. Н., Пыхачев Г. В. Интерференция скважин и теория пластовых водонапорных систем, Баку, АзГОНТИ, 1939.
- Шмидт М. А. Кашка-Дарьинская котловина, Геология Узбекской ССР, т. II, М.—Л., 1937.
- Шульц В. Л. Гидрография Средней Азии, Ташкент, 1958.
- Шульц С. С. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня, Записки Всесоюзного географического об-ва, нов. сер., т. 3, 1948.
- Эдельштейн Я. С. Заметка о юрских слоях в гряде Байсун-Тау (в Восточной Бухаре), Труды Геологического музея им. Петра Великого Имп. Академии наук, т. III, СПб., 1909.
- Юрьев А. А. Некоторые вопросы геологического строения и палеографии Голодной степи в четвертичное время, Материалы по производительным силам Узбекистана, вып. 15, Изд-во АН УзССР, 1960.
- Юрьев А. А. К вопросу о стратиграфии четвертичных (антропогенных) отложений Узбекистана, ДАН УзССР, вып. 8, 1961.
- Юрьев А. А. К палеогеографии р. Санзар в четвертичное время, Известия Узбекского филиала Географического об-ва СССР, т. VI, Изд-во АН УзССР, 1962.
- Ямнов А. А. О стратиграфии континентальных отложений неогена Каракумов и Кызылкумов, ДАН СССР, нов. сер., т. 72, 1950.
- Meinzer O. E. Outline of ground water hydrology with definitions U. S. Geol. Survey water supply Paper, N 494, 1923.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Октавий Константинович Ланге . . . . .	5
Значение подземных вод в народном хозяйстве Узбекистана . . . . .	9
К истории изучения гидрогеологических и инженерно-геологических условий Узбекистана . . . . .	13
Глава I. Факторы формирования подземных вод и инженерно-геологических условий . . . . .	16
Климат . . . . .	16
Рельеф . . . . .	23
Гидрография . . . . .	34
Почвы и растительный покров . . . . .	49
Хозяйственные факторы формирования подземных вод . . . . .	53
Глава II. Геологическое строение . . . . .	55
Стратиграфия . . . . .	55
Тектоника . . . . .	72
Глава III. Подземные воды . . . . .	94
Грунтовые воды . . . . .	96
Артезианские воды . . . . .	112
Глава IV. Инженерно-геологические условия . . . . .	137
Инженерно-геологические свойства грунтов . . . . .	138
Современные физико-геологические явления . . . . .	148
Инженерно-геологическое районирование . . . . .	172
Глава V. Перспективы развития гидрогеологических исследований на территории Узбекистана . . . . .	184
Литература . . . . .	187

Редактор *А. Н. Астахов*  
 Технический редактор *З. П. Горьковая*  
 Корректор *Л. А. Самсонова*

---

Р-05086 Сдано в набор 30/1-63 г. Подписано к печати 5/III-63 г. Бумага 70×108<sup>1/16</sup> =  
 печ. л. 16,78 уч-изд. л. 18,5 (6 вкл) Изд. № 722 Тираж 650 Цена 1 р. 55 к.  
 Переплет 20 к.

---

Типография Издательства АН УзССР, Ташкент, Хорезмская, 9. Зак. 166.  
 Адрес Издательства: ул. Куйбышева, 15.