Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

551.48
Б-912

НЕДРА СОВЕТСКОЙ АЗИИ

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

под редакцией
Б. К. ТЕРЛЕЦКОГО

Издательство Советская Азия
Москва — 1932

ОБЩЕСТВО ИЗУЧЕНИЯ УРАЛА, СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

551.48

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ СССР

с 11 картами и 1 рисунком

составили

БУРЕНИН С. Г., БУТОВ П. И., ВАСИЛЕВСКИЙ П. М.,
ЗЕЛЕНИН И. Г., ПРЕСНЯКОВ Е. А., СМОЛКО Г. И.,
ТЕРЛЕЦКИЙ Б. К., ТОЛСТИХИН Н. И., ЮДИН Г. Л.

Под редакцией Б. К. ТЕРЛЕЦКОГО

1362

2138

издательство „СОВЕТСКАЯ АЗИЯ“
МОСКВА 1932

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Б. К. Терлецкий. Основные задачи в области изучения подземных вод советской Азии 3
Г. И. Смолко и *П. М. Василевский.* Водные ресурсы Туркменской ССР . . 9
П. И. Бутов. Гидрогеология Узбекской ССР 20
Г. И. Смолко. Западный Таджикистан и прилегающие площади южного Узбекистана 27
Г. Л. Юдин. Автономная Горно-Бадахшанская область при Таджикской ССР (Памир) 34
Б. К. Терлецкий. Подземные воды Киргизской АССР 38
Б. К. Терлецкий. Подземные воды Казакской АССР 47
П. Г. Зеленин и *Г. С. Буренин.* Гидрогеология Уральской области 69
П. И. Бутов. Подземные воды Западно-Сибирского края 74
Е. А. Пресняков. Водные ресурсы Восточно-Сибирского края, Якутской АССР, Бурято-Монгольской АССР и Дальне-Восточного края 83
Н. И. Толстихин. Минеральные источники Восточной Сибири и Дальне-Восточного края 91

Сдано в производство 9/I — 32 г.
Подписано к печати 13/I — 32 г.
Техн. редактор С. Левитин.
Формат Б5 — 73×104
Знаков в п. листе 58.000 $^1/_{16}$ п. л.

Мособлит № 20788. 6 п. л. Тираж 4.000.

Типо-литография им. Воровского, ул. Дзержинского, 18. Н. 38.

Б. К. ТЕРЛЕЦКИЙ.

Основные задачи в области изучения подземных вод Советской Азии

Громадный размах строительства, вызванный социалистической реконструкцией народного хозяйства, решительный поворот в сторону интенсификации обобществленного сектора сельского хозяйства энергично требуют большого увеличения выплавки металлов, развития добычи минерального топлива и роста запасов минеральных удобрений. Колоссально возрастающие потребности заставляют широко поставить разведки для обнаружения новых месторождений полезных ископаемых и более точно подсчитать запасы рудных богатств в залежах, уже известных и ранее затронутых разработкой. Но ценность месторождений минерального сырья определяется не только размерами его запасов. Экономическая оценка месторождений включает в себе учет целого ряда условий. Одним из основных условий является обеспеченность месторождений водою, необходимой для удовлетворения как технических нужд производства, при последующей переработке минерального сырья, так и нужд рабочего населения в доброкачественной питьевой воде, при самой разведке месторождений и при их эксплоатации.

Этим однако далеко не исчерпывается роль воды в народном хозяйстве. Основные пути второй пятилетки — электрификация промышленности, транспорта и сельского хозяйства, механизация и химизация народного хозяйства потребуют новых исключительно мощных водных источников.

Вода как источник дешевой электроэнергии; вода как источник водоснабжения населенных мест; вода как поливной фонд при орошении засушливых областей, как решающий фактор в борьбе с пустыней и полупустыней при освоении новых целинных площадей; вода, необходимая для развития скотоводства в пастбищных районах; вода как природный раствор, позволяющий извлекать из него важные составные части (минеральные соли, иод и т. д.);

минеральная вода как база для курортного строительства, приближенного к нацреспубликам и новым рабочим центрам, — вода, и в частности подземная вода, во всем многообразии своего значения является одним из важнейших технических факторов социалистической реконструкции.

Социалистическое хозяйство, освобожденное от пут частной собственности, строящее еще невиданные в капиталистических странах комбинированные гиганты промышленности и сельского хозяйства, требует сосредоточенного в определенных площадях массового потребления воды, требует в соответствии с этим громадных сконцентрированных источников воды. Каждая тысяча тонн выплавленного

чугуна потребляет до 13.500 куб. м. воды, и, например, для такого гиганта металлургической промышленности, как Магнитострой, количество одной только воды для технических надобностей к концу текущего пятилетия должно далеко превысить 50 миллионов кубических метров в год

Социалистическая реконструкция народного хозяйства перед гидрогеологом ставит на разрешение исключительно сложные и в высшей степени увлекательные по новизне, смелости и размаху проблемы, доступные и присущие только мощному плановому хозяйству. Она выдвигает проблемы покорения пустыни, создания новых оазисов, изменения местного климата, выяснения технических водных условий, которые явились бы средством для превращения безжизненных песков и степей в культурные сельскохозяйственные и скотоводческие районы, в обширные поля риса, хлопка, кендыря и других технических культур, для превращения прежде отсталых районов в новые культурные центры с новым бытовым укладом.

Социалистическое плановое строительство дает небывалый простор для работы гидрогеолога. Сейчас оно настоятельно выдвигает как одну из первоочередных задач составление гидрогеологической карты промышленных и сельскохозяйственных районов — составление такой карты, по которой планирующие и хозяйственные работники могли бы прочесть разнообразие условий водоносности различных районов и наметить перспективы развития народного хозяйства в той части, в какой оно определяется водными богатствами края.

Гидрогеологическая карта должна явиться графическим выражением, четким графическим результатом всего гидрогеологического изучения отдельных районов. Ее составление требует сводки и обобщения всех материалов, собранных за прежние годы. Настоящая коллективная работа девяти авторов и представляет собою первую попытку дать краткую гидрогеологическую сводку для громадной территории всей Советской Азии.

Описание подземных вод приводится по отдельным административно-территориальным единицам Союза. Размеры отдельных очерков зависят от степени гидрогеологической изученности каждого данного района, от роли и значения подземных вод в местном хозяйстве и от величины описываемых административно-территориальных единиц.

Сводка показывает, что на ряду с участками, гидрогеологически уже детально изученными, — в Кузнецком бассейне, в полосе Турксиба, в хлопководческих и сельскохозяйственных районах Туркменистана, Узбекистана, Киргизии и Казакстана, — на ряду с такими участками мы имеем еще большие площади в Сибири, на Урале, в Казакстане, Таджикистане и в Киргизской АССР, которые еще не затронуты даже рекогносцировочными гидрогеологическими обследованиями. Для таких площадей мы должны свои представления о подземных водах строить пока только на догадках, основанных на общих геологических и климатических условиях, характерных для данных районов.

Советская Азия отличается большим разнообразием физико-географических особенностей, определяющих собою водный режим и водные богатства отдельных районов. Здесь гидрогеологу при своей практической работе приходится иметь дело с рядом противоположностей — от Прикаспийских низменностей, лежащих местами ниже уровня океана, до высот в 7.000 м. над уровнем моря, от полярных тундр Сибири до знойных пустынь Средней Азии. Тундра, тайга, лесостепь, полупустыня и пустыня, — каждая из этих широтно вытянутых зон таит свои особенности, отражающиеся на питании и сохранении под-

земных вод. Уже в этой естественной зональности заключены первые важнейшие элементы гидрогеологического районирования, стоящего в связи с климатическим фактором. На ряду с ним выступает не менее важный фактор, геологический, который определяет собою проникновение атмосферных вод в глубину, создает все разнообразие подземной циркуляции вод и образование в отдельных районах артезианских бассейнов. Особенности геологического состава и строения районов, особенности чередования водопроницаемых и водоупорных горных пород, их минеральный состав, — все это определяет и количество и качество подземных вод в пределах естественных гидрогеологических районов.

Несмотря на некоторую неизбежную схематичность настоящей предварительной сводки материалов о подземных водах Советской Азии, она уже намечает основные направления, по которым должно пойти здесь дальнейшее изучение подземных вод.

Прежде всего выделяется громадная территория восточной половины Советской Азии, лежащая в пределах распространения вечной мерзлоты. Существование на близкой к поверхности глубине слоя с постоянной температурой ниже 0°; наличие в связи с этим вечно мерзлых грунтов, находящихся в состоянии или сухой мерзлоты или мерзлоты ледяной; своеобразные условия для просачивания атмосферных вод в глубину и для распространения подземных вод на глубине; весьма своеобразный и пока еще мало изученный режим подземных вод в районах вечной мерзлоты, — все это накладывает особый отпечаток на всю гидрогеологию Восточно-Сибирского края, Якутской АССР, Бурято-Монгольской АССР и Дальневосточного края.

Водоснабжение «Нерцинкстроя» и «Ангаростроя», социалистических городов и новых курортов, существующих и проектируемых железных дорог и т. д., мелиорация земель, определение гидрогеологических и геологических условий для сооружения нового великого северного пути через тайгу и тундру, определение устойчивости грунта под капитальными сооружениями, определение особенностей подземной фильтрации воды из водохранилищ при гидроэлектрическом строительстве — все это должно разрешаться здесь, в области вечной мерзлоты, повидимому, иначе, чем в других районах Советской Азии, лежащих за пределами ее распространения. Самая мелиорация земли должна получить здесь особый характер и иную целевую установку. На ряду с осушением отдельных площадей, здесь встает не существующий в других районах совершенно новый вопрос о выяснении тех гидрогеологических и других условий, которые позволили бы искусственно отодвинуть границу вечной мерзлоты в глубину и дали бы возможность продвинуть дальше к северу границы земель, пригодных для развития сельского хозяйства, в целях освоения новых целинных площадей.

Все эти вопросы промышленного и сельскохозяйственного строительства требуют постоянных, неотступных наблюдений, устройства здесь сети станций для изучения как самой вечной мерзлоты, так и в ее условиях различных гидрогеологических факторов, влияющих на устойчивость грунта, на питание и на весь режим подземных вод, а в связи с этим — и на самую технику эксплоатации водных ресурсов.

Богатство Восточного Забайкалья, Приамурья, Камчатки и других районов минеральными, термальными и радиоактивными источниками, находка здесь наиболее пока радиоактивных для всей Советской Азии источников создают реальную базу для курортного строительства. Поэтому гидрогеологические исследования и разведки этих источников,

направленные к выяснению рациональных каптажных сооружений, получают первостепенное практическое значение.

Есть еще один специальный и большой гидрогеологический вопрос, связанный также со здравоохранением, это — изучение подземных вод в Бурято-Монгольской АССР и в некоторых районах Нерчинского края, пораженных своеобразной Бековской болезнью, причины которой еще точно не установлены, но тесная зависимость которой от состава местных вод весьма вероятна.

Не менее разнообразны и специальные задачи по изучению подземных вод в западной половине Советской Азии, лежащей за пределами вечной мерзлоты и простирающейся от Сев. Ледовитого океана до границ с Персией и Афганистаном. С севера на юг эта громадная территория пересекает ряд различных по своим физико-географическим особенностям широтных зон — от тундры до типичной пустыни. Подчиняясь такой зональности, здесь с севера на юг закономерно уменьшается количество проточных поверхностных вод, а в зависимости от этого в том же направлении с севера на юг возрастает роль и значение подземных вод в народном хозяйстве.

В то время, как в таежных северных районах нет недостатка в воде, на юге и особенно на юго-западе Советской Азии, в средне-азиатских республиках и в южном Казакстане недостаток воды ощущается очень остро. «Голодные» степи, песчаные пустыни, целые районы испытывают здесь, в прямом значении слова, ненасыщенную физиологическую жажду. На Урале, в Западно-Сибирском крае и в северном Казакстане вода нужна для водоснабжения и для получения гидроэлектрической энергии. В южном Казакстане, в северной Киргизии и в Туркменской, Узбекской и Таджикской республиках вода сверх того необходима еще и для о р о ш е н и я. В этом своем применении она приобретает здесь совершенно исключительное значение.

Громадные потенциальные возможности для развития полеводства, скотоводства и технических культур, заключенные в почвенно-климатических условиях Средней Азии, быстро реализуются и становятся действенным фактором народного хозяйства там, где удается добыть подземные воды или провести оросительными каналами воды из крупных речных артерий. Вслед за каждым новым оросительным каналом (арыком) ширятся зеленые новые поля, закрепляющие пески, возникают оазисы, селения и фруктовые сады, отнимаются от пустыни новые целинные площади для новой культурной жизни.

«Вода в Средней Азии — это не просто минеральное сырье, это не только средство для развития сельского хозяйства, вода — это действенный проводник культуры, это — та живая кровь, которая создает жизнь там, где ее не было, которая при умелом использовании отрицательных особенностей суровой природы заставляет их с пользой служить человеку»... Здесь «выявлением новых водных ресурсов меняется направление в развитии народного хозяйства и создается благонадежная база для развития сельского хозяйства, технических культур, а в связи с ними, и обрабатывающей промышленности» [1]).

Ряд находок, произведенных ГГРУ за последние годы, — открытие напорных пресных вод в полосе, тяготеющей к Турксибу, открытие крупного Голодностепского артезианского бассейна в низовьях р. Чу, в южном Казакстане, находка мощных подземных вод в бассейне низовий р. Теджена в Туркменистане и т. д., — все это является новыми

[1]) Т е р л е ц к и й, Б. К. — Задачи изучения подземных вод в Средней Азии и Казакстане. „Вестн. Гл. Геолог.-Разв. Упр.", 1930, № 7—8, стр. 34.

крепкими устоями для построения здесь крупного социалистического хозяйства.

Обширная работа по выявлению подземных водных богатств, впрочем, только еще развертывается. Впереди стоят крупнейшие водные проблемы. Разрешение вопроса о получении артезианских вод в северном Туркменистане и на Усть-Урте; артезианских вод в Ферганской котловине Узбекистана и в Чуйской впадине Киргизской АССР; дальнейшее изучение подземных водных запасов в толщах песчано-галечных и глинистых отложений в междугорных долинах средне-азиатских республик и Казакстана; изучение причин местного засоления грунтовых вод; отыскание технических мер борьбы с засолением; вопросы регулирования поверхностного и подземного стока; дальнейшее изучение сильно радиоактивных вод Иссык-кульского бассейна и различных минеральных вод в целях курортного строительства, — все это текущие крупные практические задачи.

Но и этим далеко не исчерпывается перечень актуальных гидрогеологических проблем, ожидающих здесь своего разрешения. Проблема добычи иода из иодосодержащих источников Нефтедага и Боядага в западном Туркменистане; проблема использования для промышленности тепловой энергии из термальных источников и нагретых ими горячих земляных масс в районе Ходжа-Оби-гарм в Таджикистане; разрешение вопроса о роли подземных вод из трещиноватых каменных пород горных кряжей и их количественном значении в общем водном балансе гидрогеологических районов; разрешение вопроса о конденсации в песчаных пустынях атмосферной влаги и получении за этот счет грунтовых вод; изучение капиллярного поднятия грунтовых вод в условиях пустыни и полупустыни и, наконец, стационарное изучение режима подземных вод в различных физико-географических условиях, — все это составляет благодарную задачу для всего коллектива советских гидрогеологов, ибо каждый новый крупный источник будет немедленно использован.

Для административно-территориальных единиц, лежащих севернее,—для Урала, Западно-Сибирского края и северного Казакстана, — для территории, где разрешается ныне единственная в мире по грандиозности промышленного и сельскохозяйственного строительства урало-кузнецкая проблема, вопрос об обеспечении водой получает совершенно особую актуальность. Чтобы дать громадные потребные здесь количества питьевой и технической воды, чтобы утолить жажду воздвигаемых заводов-гигантов, новых гидроэлектрических станций, новых железных дорог, чтобы зажечь новые домны и напоить новые растущие здесь города, — потребуется мобилизация всех водных ресурсов края. Поверхностные проточные воды, подземные глубокие и грунтовые воды и воды пресных озер должны составить здесь комбинированную водную базу для нового грандиозного социалистического строительства. Сейчас интенсивно изучаются подземные воды Урала, Кузбасса и северо-восточного Казакстана. На ряду с этим в районе Омской жел. дороги ведется подготовка к бурению скважины с ориентировочной глубиною около 1.000 м для изучения глубоких водоносных горизонтов Западно-Сибирской низменности.

Одновременно выдвигается совершенно новая проблема, требующая еще своего детального изучения, — проблема искусственного разделения озера Балхаш на два бассейна — восточный и западный — в целях опреснения западного Балхаша и, если окажется возможным, использования его для удовлетворения водных нужд металлургической про-

мышленности в северном Прибалхашье. Чтобы удовлетворить запросы строительства, работа гидрогеолога раздвигает свои границы и в глубь и в ширь.

Одновременно с отысканием источников водоснабжения для разрешения урало-кузнецкой проблемы перед коллективом советских гидрогеологов ставится здесь задача изучения шахтных (рудничных) вод, затрудняющих эксплоатацию месторождений, задача отыскания технических мер борьбы с этими водами.

Настоящая коллективная работа не претендует на разрешение всех или даже части перечисленных вопросов водного хозяйства. Она преследует более скромную цель, стремясь подвести первые итоги нашим современным знаниям о подземных водах Советской Азии. Она пробует, путем обобщения собранных фактических материалов, дать общие указания тех возможных направлений при дальнейшем изучении водных богатств, какие намечаются современным знанием местной гидрогеологии и какие должны привести к положительному разрешению водной проблемы в Советской Азии.

Г. И. СМОЛКО и П. М. ВАСИЛЕВСКИЙ.

Водные ресурсы Туркменской ССР.

Туркменская ССР занимает площадь в 491.216 кв. км. и расположена между Каспийским морем — на западе и р. Аму-Дарьей — на востоке, между Кара-бугазом и чинком (обрывом) плато Усть-Урта — на севере и Персией и Афганистаном — на юге.

Три четверти территории Туркменистана заняты пустынными пространствами; южная граница республики очерчена системой горных хребтов, объединяемых общим названием Туркмено-Хорасанских гор.

Междуречье Мургаба и Теджена представляет слабо всхолмленную местность Бадхыз; южнее, в районе Кушки, Тахта-базара и Серахса, всхолмленная равнина переходит в ряд невысоких хребтиков — отрогов горной системы Паропамиз.

От г. Серахса, вдоль линии железной дороги до ст. Казанджик, протягивается ряд параллельных хребтов, вытянутых с юго-востока на северо-запад, объединяемых под названием хребта Копет-даг. Наибольшие высоты в Копет-даге отмечены к юго-западу от Ашхабада и достигают почти 3.000 м.; к западу хребет значительно снижается (до 1.000—1.500 м.) и на участке от ст. Искандер до ст. Казанджик носит название Кюрен-дага.

Хребет Кюрен-даг к югу переходит в ряд невысоких широтных хребтиков — Узек-даг, Чаалджа, Карагёз, Аладаг, Зийрик и др., связывающих его, уже в пределах Персии, с горной системой Эльбурса. Северо-западное окончание Копет-дага представлено двумя ветвями; одна из них — Малый и Большой Балханы, Кюррянын-Кюрре и Куба-даг — тянется почти широтно, несколько уклоняясь к сев.-западу вдоль Красноводского залива; другая ветвь — Сары-баба и Туар-кыр — вытянута с юго-востока на северо-запад и образует юго-восточный берег залива Кара-бугаз.

Линия железной дороги проходит вдоль предгорий Копет-дага. Полоса предгорной равнины сравнительно богата водой речек, стекающих с северного склона хребта, и поэтому является центром культурной и хозяйственной жизни республики.

Культурная полоса связана постепенным переходом с зоной пустынь и полупустынь, лежащих к северу.

Исследователи Туркмении подразделяют зону пустынь на две резко различные части — область песчаных пустынь и область равнин.

Песчаные пустыни занимают центральную часть республики (пески Кара-кум) и восточное побережье Каспийского моря от бугра Геок-патлаук до линии железной дороги между ст. Айды и Джебел. По формам песчаных накоплений можно различить здесь холмистые, грядовые и барханные пески. Вдоль побережья Балханского залива и вдоль берега Каспийского моря от Красноводска до Кара-бугаза раз-

виты дюнные пески. Сыпучие пески встречаются или там, где нарушен растительный покров, или по окраинам песков.

В северной части Туркменистана преобладают равнины. К северу от г. Красноводска расположено Красноводское плато, к западу от залива Кара-бугаз — плато Усть-Урт, а между Хивой и Аму-Дарьей— плато Унгуза. На юге между р.р. Кушкой и Тедженом холмится песчаная равнина Бадхыз. Сюда же можно отнести Прикаспийскую равнину. Чрезвычайно интересна большая Сары-камышская котловина, расположенная к югу от чинка Усть-Урта, почти на 12 м. ниже уровня Каспийского моря и на 44,8 м. ниже уровня океана. Среди песков имеются такыры — ровные площадки, выполненные илистым материалом, и шоры — солончаки.

Климат Туркменистана пустынно-континентальный. Он отличается сухим, жарким летом и довольно холодной зимой. При средней годовой температуре + 14—16°С, максимальная температура летом часто достигает + 46°С, а почва нагревается на солнце до + 80°. В декабре и январе бывают морозы; изредка выпадает снег.

Главной особенностью климата Туркменистана являются сухость и незначительное количество атмосферных осадков. Осадки выпадают в количестве от 100 мм. до 230 мм. в год.

Климатические особенности отдельных районов ТССР хорошо характеризуются следующей табличкой:

Метеорологические станции	Средняя месячная темпер.		Годовая амплитуда температуры	Сумма годовых осадков	Количество осадков по сезонам года (мм.)				Относительная влажность			
	Июля	Января			Зима	Весна	Лето	Осень	Среднее	Январь	Минимум VII	Минимум VIII
Ашхабад	30,5	1,4	29,1	230,5	65,4	112,4	17,4	35,3	61	82	44	—
Гаудан	21,8	1,3	20,5	217,3	49,0	91,0	10,9	66,4	—	—	—	—
Кара-бугаз	25,4	2,3	23,1	110,6	27,7	34,9	25,7	22,3	70	77	—	62
Репетек	32,1	5,3	26,8	102,3	35,9	47,3	0,1	19,0	—	—	—	—
Узун-ада	29,0	0,2	28,8	104,6	31,6	58,9	2,9	11,2	65	77	—	52
Красноводск	29,1	3,0	26,1	113,8	38,4	44,6	11,9	18,9	61	73	—	46
Чикишляр	27,3	4,2	23,1	180,6	54,8	60,5	20,0	45,3	76	82	72	—
Кушка	28,4	1,8	26,6	251,4	110,4	118,6	0,0	22,4	—	—	—	—

Из этой таблицы можно заключить, что минимум осадков приходится на площади распространения песков (Репетек, Узун-ада), несколько большим количеством годовых осадков отличаются равнины (Кара-бугаз, 110,6 мм.); предгорная культурная полоса, по данным метеорологической станции в Ашхабаде, имеет 230,2 мм. осадков в год; приблизительно таково же количество осадков в горной полосе (Гаудан). Максимум осадков приходится на район Кушки, уже приближающийся по климату к субтропикам.

Распределение осадков по сезонам также сильно колеблется. Минимум почти везде, за исключением Кара-бугаза, приходится на лето. Ливневые весенние дожди обычно не играют особой роли в режиме подземных вод; они быстро стекают, не просачиваясь под землю. Обогащают подземные воды почти исключительно осадки затяжных осенних дождей; поэтому наиболее благоприятными условиями, в смысле

гидрогеологического режима, обладают горные районы и южное побережье Каспийского моря (Чикишляр), где из общей суммы осадков на долю осенних дождей приходится около 28—30%; среднее положение занимают: побережье Кара-бугаза (20%), пески (18%), предгорья (15%); в Кушке и Узун-ада — 10%.

Большое количество солнечного тепла, при отсутствии облачности почти в течение всего года, создает благоприятные условия для произрастания самых ценных сортов египетского хлопка. Недостаток влаги в воздухе, недостаток атмосферных осадков и поверхностной воды характеризует Туркменистан как самый обездоленный водой край СССР. Поэтому Туркменистан относится к тем районам, в которых вода играет главную роль в экономической жизни края, а так как поверхностных вод там мало, то уже с древних времен стали там прибегать к использованию также и подземных вод.

До сих пор в Туркменистане лежит много свободных земель, которые ждут только живительной влаги, чтобы превратиться в хлопковые поля и цветущие сады. Огромные площади, занятые песчаными пустынями, холмы лессовидных суглинков, равнины и невысокие горы могут превратиться в прекрасные пастбища, где возможно широкое развитие каракулевого овцеводства, если только будет найдено достаточное количество питьевой и поливной воды.

Сравнительный график расходов воды рек Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи.

Реки Туркмении, исключая Аму-Дарью, не отличаются многоводностью. Река Аму-Дарья берет свое начало в высоких снежных горах Дарваза и Памира, далеко за пределами Туркменской ССР, и вступает в Туркменистан около г. Келифа уже своим нижним течением. Водами Аму-Дарьи орошаются ряд мелких и два больших оазиса, расположенные по ее берегам: Керкинский и Чарджуйский. Но далеко не вся вода Аму-Дарьи используется; более 2.000 кб. метров в секунду продолжает свободно изливаться в Аральское море.

Кроме Аму-Дарьи, в Туркменистане имеются всего лишь три больших реки: Мургаб, Теджен и Атрек. Расход р. Мургаба изменяется в пределах от 10 до 300 куб. м. в секунду; многолетний средний годовой расход 41,3 куб. м. в сек. Расход р. Теджена от 9 до 360 куб. м. в сек.; многолетний средний расход — 25 куб. м. в сек. Средний расход Атрека 22 куб. м. в сек., минимальный расход падает до 2 куб. м. в секунду.

Верховья всех рек находятся в пределах Афганистана и Персии, где и разбирается главная масса их воды; в пределы Туркменистана попадают только остатки. Воды первых двух рек используются для орошения оазисов Пендинского, Мервского Сарахского и Теджeнского. Р. Атрек впадает в Каспийское море; р.р. Мургаб и Теджен и ряд небольших речек и оврагов Копет-дага слепо оканчиваются в песках. По Мургабу и Теджену возведен ряд инженерных сооружений и устроены водохранилища; самое большое из них находится около

г. Мерва, в м. Байрам-Али. Часть весенних паводочных вод стекает в пески и пропадает пока без пользы. Для бассейна р. Мургаба инж. Рудницким разработан и составлен проект многолетнего водохранилища с полным использованием вод р. Мургаба.

Кроме этих больших рек, дающих в сумме 88 кб. м. в сек., имеется еще около десятка незначительных речек-ручьев, стекающих с гор Копет-дага, с общим расходом около 80 кб. м. в сек. Все они полностью разбираются на орошение.

Указанное количество поверхностных вод слишком недостаточно для имеющейся свободной годной для посевов площади. Поэтому еще с древних времен вдоль предгорий Копет-дага и, отчасти, Больших Балханов подземные и силевые воды, стекающие с гор и теряющиеся в древних и современных рыхлых отложениях предгорной полосы, стали собираться помощью местных сооружений — кяризов. Кяриз — гидротехническое сооружение туземного типа, заимствованное из Персии; оно состоит из ряда колодцев, вырытых в линию, сверху вниз по склону, и соединенных между собой подземной галлереей; верхние колодцы и часть галлереи достигают водоносного горизонта и служат водосборной частью сооружения. Общий уклон дна галлереи берется меньший, чем склон поверхности; постепенно подземный ход с водой выводится на поверхность, где вода обычно собирается сперва в небольшом бассейне (гоудане), откуда расходуется по мере надобности.

Часть метеорной воды, попадающей на поверхность в виде дождя, снега, росы, так или иначе проникает в глубину, достигает водопроницаемых пород и распространяется в них, подчиняясь местным условиям геологического строения.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ.

Горы Туркмении сложены отложениями юрской, меловой и третичной систем.

Отроги хребта Куги-танг, в юго-восточном Туркменистане, сложены юрскими, меловыми и третичными породами. Горы Карабиль-тау и Чунчурек, на юге Туркменистана, сложены отложениями меловой и третичной систем. Хребет Копет-даг, горы Бол. и Мал. Балханы, а также горы Куба-даг (у г. Красноводска) образованы третичными, меловыми и юрскими напластованиями.

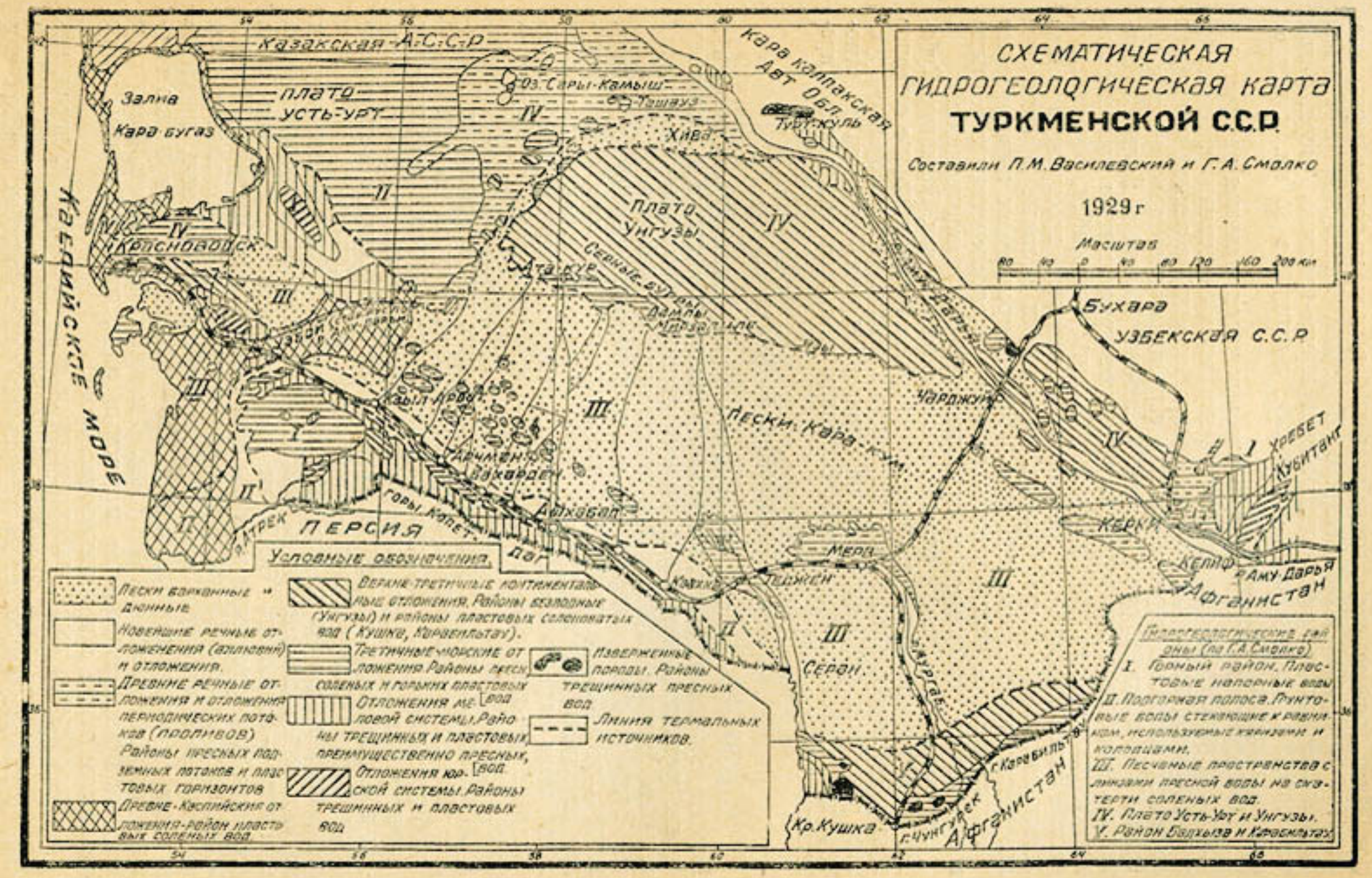
Изверженные породы (андезиты) выступают только в двух районах: вблизи Красноводска и в районе Кушки и Теджена.

Равнины в Туркменистане сложены морскими и континентальными отложениями третичного и четвертичного периодов. Красноводское плато и южная окраина плато Усть-Урта образованы верхне-третичными морскими отложениями, плато Унгуза — отложениями континентальными.

Основание песчаной пустыни Кара-кум сложено морскими верхне-третичными осадками. В холмистых песках дождевые воды вымывают мельчайшие илистые частицы и откладывают их в котловинах между песками. Так образуются ровные площади такыров. В западной части песков Кара-кум в котловинах застаиваются воды, образуя при высыхании солончаки (шоры).

Предгорья Копет-дага окаймлены полосой грубо-обмолочного материала, накопленного ежегодными выносами небольших горных речек и весенних силевых потоков.

Прикаспийская равнина покрыта мощными континентальными отложениями и прибрежными осадками четвертичных морских бассей-


СХЕМАТИЧЕСКАЯ
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
ТУРКМЕНСКОЙ С.С.Р.
Составили П.М. Василевский и Г.А. Смолко
1929 г
Масштаб
Казакская А.С.С.Р.
Плато Усть-Урт
Залив Кара-бугаз
Каспийское море
Красноводск
Оз. Сары-Камыш
Ташауз
Хива
Кара калпакская Авт. Обл.
Плато Унгузы
Сарыкамышские воды
Дамы
Пески Кара-кум
Чарджуй
Бухара
Узбекская С.С.Р.
Хребет Кубитанг
Керки
Амо-Дарья
Афганистан
Мерв
Серон
Кр. Кушка
г. Чунгурек
г. Карабильтау
Персия
Условные обозначения.
Пески барханные и дюнные
Новейшие речные отложения (аллювий) и отложения.
Древние речные отложения и отложения периодических потоков (проливов)
Районы пресных подземных потоков и пластовых горизонтов
Древне-Каспийские отложения-район пластовых соленых вод.
Верхне-третичные континентальные отложения. Районы безводные (Унгузы) и районы пластовых сероватых вод (Кушка, Карабильтау).
Третичные морские отложения. Районы пресных соленых и горьких пластовых вод
Отложения меловой системы. Районы трещинных и пластовых преимущественно пресных вод
Отложения юрской системы. Районы трещинных и пластовых вод
Изверженные породы. Районы трещинных пресных вод
Линия термальных источников.
Гидрогеологические районы (по Г.А. Смолко)
I. Горный район. Пластовые напорные воды
II. Подгорная полоса. Грунтовые воды стекающие к равнинам, используемые кяризами и колодцами.
III. Песчаные пространства с линзами пресной воды на фоне соленых вод.
IV. Плато Усть-Урт и Унгузы.
V. Район Бадхыза и Карабильтау

нов. В северной ее части, около железной дороги, из-под четвертичного покрова выступают возвышенности Нефтедаг, Монжуклы и Баядаг, сложенные прибрежными отложениями верхне-третичного моря. Такой же серией пород образован о. Челекен, лежащий в 80 км. к югу от г. Красноводска.

Все перечисленные геологические отложения, начиная от юрских и кончая морскими и, отчасти, континентальными третичными осадками, в результате ряда горообразовательных движений в земной коре были смещены из своего первоначального горизонтального положения и собраны в складки. Горные хребты Копет-даг, Малый и Большой Балханы и Красноводские горы соответствуют приподнятым частям складок (антиклиналям), междугорные долины — прогибам, опущенным частям (синклиналям). В основаниях равнинных пространств также лежат согнутые в антиклинали и синклинали меловые и третичные отложения; горные массивы здесь срезаны процессами выветривания и надвигавшимся верхне-третичным морем, а впоследствии перекрыты позднейшими четвертичными континентальными накоплениями.

Антиклинальные части складок в хребтах Копет-даг, Балханы, Кубадаг и др. не симметричны: они имеют пологое южное и крутое северное крылья. Северное крыло складки всюду в этих хребтах оборвано крупным разрывом; по нему северная, предгорная часть опущена по отношению к южной, горной полосе. Величина смещения колеблется в пределах 3.000—4.000 м.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ.

Атмосферные осадки, выпадая в горных частях Туркменистана и Персии, проникают в антиклинально смятые известняки и песчаники верхне-третичной, меловой и юрской систем, проникают по пластам вниз на большие глубины, где значительно нагреваются.

Воды распространяются по водопроницаемым пластам к северу, встречают сбросовую трещину и, под напором столба воды с юга, выходят из глубин на поверхность. Линия выходов горячих напорных источников была прослежена И. И. Никшичем вдоль всего северного склона Копет-дага. Среди них наиболее известны источники Арчмана (ныне курорт), источники Багира около Ашхабада, дающие $^1/_6$ часть всего количества воды Туркмено-Хорасанских гор, и источники Бахардена (Пантыш, Инжерова и озеро Коу) с температурой 28—35°.

Термальные воды выходят наружу также в полосе прикаспийских возвышенностей Баядаг, Монжуклы, Нефтедаг и на острове Челекен. Эти воды имеют высокую температуру (до 70°С), сильно минерализованы солями хлористо-водородной кислоты и отличаются большим содержанием иода (до 40 мгр. на 1 литр воды). В ближайшем будущем на этот район должна быть возложена задача общегосударственной важности — освободить СССР от необходимости ввозить иод из-за границы. Происхождение этих вод еще недостаточно изучено. Повидимому, воды здесь связаны с залежами нефти и представляют собой воды древнего морского бассейна верхне-третичного времени, попавшие в пласт во время его образования. Это — так называемые ископаемые или погребенные воды. В источниках Челекена, Баядага и Нефтедага выходят горючие метановые газы, происхождением своим связанные также с нефтяными залежами.

Атмосферные воды, накопляющиеся в пластах горных пород, медленно фильтрируются в толщах водопроницаемых пород, стекают по уклону пластов и выходят на поверхность или в прогибах пластов, или в тех местах, где овраг или долина вскрывают водоносные горизонты.

Юрские отложения слагают в пределах Туркменистана осевые части хребтов Бол. Балхан и Туар-кыр. Они содержат пресные железистые воды, удовлетворительные по питьевым качествам, и дают небольшое число выходов воды на поверхность; общий расход воды юрских источников незначителен.

Нижне-меловые трещиноватые известняки и сливные песчаники распространены на большой площади в Копет-даге, а также в Мал. и Бол. Балханах. Подземные воды циркулируют в известняках по трещинам. Источники бывают восходящие и нисходящие. По питьевому качеству и по общему расходу воды источники нижне-меловых отложений представляют главный водный фонд Туркменистана.

Верхне-меловые отложения заключают в себе несколько горизонтов пластовых вод, большею частью значительно засолоненных и не отличающихся большим расходом воды.

В третичных отложениях заключено несколько пластовых водоносных горизонтов, заключающих воды различного качества. Для нижне-третичных горизонтов характерны соленые воды с незначительным дебитом. В верхне-третичных горизонтах на ряду с солеными имеются солоноватые и пресные воды, а в верхне-третичных образованиях района Кушки и Теджена — воды горько-соленые и горькие.

Воды четвертичных отложений отличаются неравномерным распределением, различным химическим составом и неодинаковыми питьевыми качествами. Обычно воды, приурочённые к свите древнекаспийских отложений, сильно минерализованы и для питья не пригодны. Воды древних речных отложений и щебневой предгорной полосы и песков — хорошие. Эксплоатируются воды из четвертичных отложений системой колодцев и кяризов.

Вся территория Туркменистана может быть подразделена на пять гидрогеологических районов, по признаку преобладающего типа подземных вод, а вместе с тем и типа водопользования. Гидрогеологическое районирование должно иметь громадное практическое значение для Туркменистана, страны, бедной водой, при построении плана народного хозяйства. Поэтому необходимо дать краткую гидрогеологическую характеристику каждого района.

I. Район Туркмено-Хорасанских гор с прилегающей с севера культурной полосой (хребты Копет-даг, Кюрен-даг и Балханы). Основным источником подземных вод здесь являются пластовые воды. Район может быть подразделен на две области — горную, где происходит накопление осадков и частичное их использование жителями горных поселков, и предгорную, где пластовые воды, накопленные в горах, попадают в щебневой предгорный шлейф, извлекаются оттуда гидротехническими сооружениями (кяризы и колодцы), выводятся на поверхность и используются. В первой области преобладает таким образом накопление вод, во второй — расходование ставших подземными вод, накопленных в горах.

Для качественной и количественной характеристики вод различных водоносных горизонтов горной части и вод щебневого пояса предгорий приводятся две таблицы.

Если пересчитать цифры таблицы 1, то окажется, что воды из известняков нижнего мела составляют около 96% от общего дебита всех вод района, а из них воды, связанные с разрывом по северному крылу, — 65% от этого числа. Отсюда ясно громадное значение последнего типа вод для жизни культурной полосы. Воды, поступающие из трещины разлома, являются основным источником водоснабжения

1. Суммарный дебит воды по горизонтам в р-не Ашхабада и ст. Арчман.

Водоносная свита	Колодцы и кяризы		Источники	
	Число выходов	Дебит в секундолитрах	Число выходов	Общий дебит в секундолитр.
Четвертичные отложения предгорий.	29	186,0	29	186,0
Верхне-третичные отложения	Практически безводны			
Нижне-третичные отложения	Служат водоупорным ложем для водоносных горизонтов четвертичных отложений			
Верхне-меловые отложения	1	2,90	3	10,65
Нижне-меловые отложения:				
а) Свита песчаников	5	6,45	35	122,07
б) Свита трещиноватых известняков	8	0,1	19	3.669,96
Теплые восходящие источники, приуроченные к линии разрыва . .	72	2.284,92	98	7.766,29
	115	2.480,37	184	11.658,40

2. Химический состав вод по свитам.

Водоносная свита	В граммах на 1 литр воды						
	Сухой ост.	Жестк. в нем. градус.	$Na' + K'$	$Ca'' + Mg''$	SO_4''	Cl'	HCO_3'
I. Пластовые воды:							
1. Четвертичные Кол. Уч-кую	4,317	61°,12	0,9836	0,3194	1,7540	0,8640	0,2380
2. Верхне-третичные Казанджик	—	10°,78	0,2467	—	0,2350	0,0890	0,5050
3. Нижне-третичные Кариз Маныш . . .	—	36°,60	—	—	много	0,076	—
4. Свита кварц. песчан. Источ. Кадамга .	—	29°	—	—	следы	0,031	—
5. Верхне-меловые Казанджик	—	45°,34	0,077	—	0,436	0,151	0,276
6. Нижне-меловые							
а. Песчаники. Источ. Торонглы	3,0687	63°,03	0,5515	0,3943	1,4429	0,3661	0,3081
б. Трещиноватые известняки. Источн. около Хейразала	—	24°	—	—	следы	следы	—
7. Юрские воды Ист. Джебел	0,4640	11°,9	—	0,0704	0,1324	0,0491	—
II. Восходящие воды, приуроченные к трещине разрыва пластов:							
а. Холодные. Источ. Секиз-аб	—	24°,5	—	—	есть	есть	—
б. Горячие. Ист. Коу	2,1888	39°,2	0,3274	0,2624	0,8206	0,2607	0,1840

Местное население уже издавна знает свой основной источник водоснабжения и всегда приурочивает головные контрольные колодцы кяризных систем к линии разлома. Идея сбора воды подземными галлереями совершенно правильна, но самобытное техническое выполнение этой идеи страдает существенными недостатками. Главный из них — перпендикулярное расположение галлерей по отношению к плоскости сброса; такое расположение позволяет собирать воду в одной лишь точке — в главном колодце кяриза — и совершенно упускает междукяризные пространства. Практически нужно рекомендовать проведение горизонтальных подземных водосборных галлерей, параллельных линии сброса, соединяющих головные сооружения. Такое мероприятие значительно повысит производительность сооружений и увеличит количество собираемой ими воды.

II. Район песчаных пространств (Центральные Каракумы, северная часть прикаспийских Кизыл-кумов). Центральные Каракумы можно подразделить на три гидрогеологические подрайона.

Подрайон развития такыров, имеющий значительный уклон к югу, является непосредственным продолжением культурной подгорной полосы. Подземные воды расположены равномерно падающей к югу скатертью с уклоном 0,0005. Питание грунтовых вод происходит, повидимому, за счет просачивания вод Копет-дага и р.р. Мургаба и Теджена. Глубина залегания вод от поверхности в среднем около 20 м. По качеству воды значительно минерализованы, но для питья в общем пригодны. Твердый остаток для воды колодца Кеппеле равен 1,8 гр. на литр воды. Подземные воды этой области эксплоатируются исключительно системой колодцев. Колодцы захватывают слой воды в 1-2 м.

Подрайон песчаной пустыни. Здесь преобладают пески. Такыры находятся в подчиненном количестве. Подрайон отделен от предыдущего полосой шоров (солончаков). Грунтовые воды залегают ровной скатертью с высотной отметкой 68,9—69,3 м. над уровнем океана. Глубина залегания от дневной поверхности различна, в зависимости от местных рельефных условий.

Колодцы, расположенные на такырных поверхностях, имеют воду пригодную для питья, с сухим остатком 2,2 грамма на 1 литр (колодец Ербент — для пробы воды, взятой с поверхности водоносного слоя). Вода же из глубины водоносного слоя имеет гораздо более высокую минерализацию; так, проба воды, взятая из того же колодца Ербент с глубины 10 м., имеет сухого остатка 18 гр. на литр, т. е. вода для питья уже непригодна. Минерализация воды сильно возрастает по мере приближения к шору и на шоре (кол. Найзали-дениз) имеет сухой остаток на поверхности водоносного слоя 48,2 гр. на 1 литр воды.

Колодцы, расположенные вне такыров, в песках, отличаются сравнительно высокой минерализацией воды; минерализация, однако, не увеличивается с углублением: кол. Гучук-аджи имеет сухой остаток 15,4 гр. на 1 л. на поверхности водоносного слоя. Проба же, взятая с глубины 10,5 м. от поверхности водоносного слоя, дала сухой остаток 15,8 гр. на 1 литр. Колодцы такыров располагаются обычно в наиболее пониженной части площадки, так наз. «ой». Колодцы всегда снабжены системой дренажных канав, собирающих атмосферные воды и отводящих их в «ой»; здесь они поглощаются в глубину и переходят в подземные воды. Этот тип колодцев получил в гидрогеологической литературе название колодцев-цистерн.

Колодцы песчаных участков расположены во впадинах (понижениях) среди гряд и бугров песка. Они служат исключительно для водопоя скота. Туркмены называют их «кол-аджи». Мелкое разведочное

2138

бурение, произведенное работниками Академии Наук на такырах по маршруту Ашхабад — серные бугры, установило, что пресные грунтовые воды, эксплоатируемые колодцами-цистернами, расположены в виде линз, лежащих на соленой воде. Соленая вода имеет широкую водную скатерть, связанную со скатертью вод предгорной области. Шоры в этом подрайоне представляют пониженные, лишенные глинистого покрова площади и играют роль поглотителей. В период дождей они поглощают атмосферные осадки; в засушливый жаркий период — испаряют в воздух воду грунтового потока.

Подрайон останцовых Кара-кумов, окружающих Унгузский обрыв, имеет много сходного с предыдущим. Соленые грунтовые воды располагаются здесь во впадинах подземного рельефа, образуя замкнутые котловины, так наз. подземные озера. Водоупорным ложем подземных озер служат горизонтально лежащие верхне-третичные глины. Колодцы в останцовых Кара-кумах принадлежат исключительно к типу цистерн и берут воду из пресных линз.

В отношении практических мероприятий по использованию водных ресурсов Кара-кумского района нужно указать на следующее:

1) Воды пресных линз зачастую используются нерационально. Колодцы закладываются по окраинам водоносных линз; дно колодцев нередко уходит ниже уровня пресных грунтовых вод и, когда производится усиленная откачка, захватываются соленые горизонты воды. Чтобы избежать истощения пресных линз, необходимо перед устройством колодезных систем на такырах производить небольшие гидрогеологические изыскания. Колодцы должны быть строго приурочены к наиболее пониженной части такыра.

2) Водосборные площади для пресных линз используются не полностью. Подсчет, произведенный Лопатиным, показал, что 1 кв. км. площади водосбора дает в год до 8.700 кб. м. пресной воды. Используемое же количество пресных вод значительно меньше. До сих пор неизучены другие возможные источники питания пресных линз; в частности, неизвестна роль росы в накоплении так называемой конденсационной влаги в песках.

Юго-западная часть Прикаспийской низменности находится в аналогичных гидрогеологических условиях.

III. Районы складчатых плато (Красноводское плато, Джанак, Усть-Урт, пески Чиль-Мамед-кум) сложены меловыми и нижне-третичными отложениями, собранными в пологие складки. Сейчас эксплоатируются исключительно верхние грунтовые воды четвертичных и верхне-третичных отложений, отличающиеся незначительным дебитом и плохими питьевыми качествами.

Можно предполагать, что здесь имеются артезианские бассейны. Нижне-меловые и юрские породы Туар-Кыра и Б. Балхана собирают значительное количество атмосферных осадков, которые по пластам стекают в области прогибов на складчатых плато. Эти воды, если существование их подтвердится при разведке глубоким бурением, должны будут сыграть значительную роль в развитии Карабугазского комбината. Нужно отметить неизученность хребтов Сары-баба и Туар-Кыра, которые должны быть областями питания предполагаемых артезианских горизонтов.

IV. Заунгузское плато, образованное горизонтально лежащими породами верхне-третичного возраста, еще недостаточно изучено в гидрогеологическом отношении. Имеются лишь указания на существующие в этом районе колодцы с пресной водой. Здесь желательны гидрогеологические исследования и глубокое разведочное бурение.

V. Предгорья Паропамиза, Карабиль-тау и местность Бадхыз отличаются недостатком подземных вод. Гидрогеологическое исследование этих районов только начинается. На Карабиль-тау известны глубоко залегающие подземные воды, эксплоатируемые колодцами глубиною до 200 м.

В заключение нужно отметить, что Туркменская ССР не имеет площадей, абсолютно безнадежных в гидрогеологическом отношении; общий объем водоносных ресурсов может быть значительно увеличен путем применения мер рационального использования подзежных вод.

Роль подземных вод в крае — огромна. Возможностью получения достаточного количества удовлетворительных по качеству вод определяются здесь улучшение водоснабжения, проведение орошения и развитие скотоводства и промышленности.

Отсюда вытекает необходимость продолжения гидрогеологических исследований края. Особенно слабо изучены артезианские воды. При сооружении железной дороги были заложены буровые скважины на воду около бывш. ст. Теджен и др. Все они пока дали отрицательные результаты. На глубине до 200 м. обнаружены только горько-соленые воды, а глубокая скважина в г. Ашхабаде, глубиною до 600 м., оказалась безводной. Тем не менее вопрос об артезианской воде в Туркменистане и, в частности, в Кара-кумах и на Кара-бугазе нельзя считать окончательно решенным в отрицательном смысле. Пресные воды в большом количестве имеются в нижне-меловых известняках, которые под пустыней Кара-кум должны залегать на очень большой, но технически все же достижимой, глубине. Глубокие скважины на Кара-бугазе и в Кара-кумах, доведенные до меловых пород, на ряду с разрешением практически важного здесь вопроса об артезианской воде, выяснят попутно и геологическое строение площади Кара-кумов.

Между горами Кюрень-даг и Мал. Балханами, между горами Мал. и Бол. Балханами по геологическому строению предвидятся артезианские бассейны, но они еще также не изучены.

Полный расцвет края и широкое использование свободных земель в будущем, несомненно, связаны с использованием глубоких вод артезианских бассейнов и с более полным использованием воды реки Аму-Дарьи.

П. И. БУТОВ.

Гидрогеология Узбекской ССР.

Узбекская республика занимает площадь около 187.000 кв. км. и включает в себе районы, весьма различные в физико-географическом и культурно-экономическом отношениях.

Географическим центром республики является Самарканд, один из древнейших городов Средней Азии, административным же центром служит г. Ташкент, наиболее крупный и культурный из городов Средней Азии. Узбекистан Средне-Азиатской железной дорогой связан, с одной стороны, с г. Красноводском, с другой, — через Ташкент и Оренбург — с европейской частью СССР, и через Турксиб — с Казакстаном и Западно-Сибирским краем. От ст. Урсатьевской (на полпути между Ташкентом и Самаркандом) идет железнодорожная линия на Андижан, связывающая восточную часть республики с ее центром.

В орографическом отношении Узбекистан представляет сочетание горных хребтов с разделяющими их котловинами и обширных равнинных пространств, переходящих в степи и пустыни.

Горные хребты, принадлежащие к Тянь-шанской и Памиро-Алайской системам, имеют направление, близкое к широтному. Чаткальский и Ферганский хребты ограничивают Узбекистан на севере. Южнее расположен Алайский хребет, который, вместе с предыдущими, окаймляет широкую междугорную Ферганскую котловину, достигающую 170 км. ширины. Продолжением Алайского хребта к западу является хребет Туркестанский и его западная оконечность — Нуратинский. Два последние хребта, вместе с южнее расположенным хребтом Зеравшанским и его оконечностью Тюря-тау, ограничивают Самаркандскую котловину, достигающую на меридиане Катта-Кургана (около 70 км. к западу от Самарканда) 50 км. ширины.

Горные хребты на востоке достигают 2—2,5 тыс. м. абс. высоты. В направлении к западу они быстро снижаются, заканчиваясь в пределах правобережья р. Аму-Дарьи, и только Нуратинский хребет прослеживается в виде островных горок западнее границы Узбекистана. Ферганская котловина на востоке имеет 600—1000 м. абсол. выс., Самаркандская же на меридиане Самарканда 700—800 м., в направлении к западу снижается до 200 м. абс. выс. Обе котловины обладают плодородными почвами, орошены крупными речными системами и являются наиболее населенными районами республики. В западном направлении Самаркандская котловина постепенно понижается, расширяется и переходит в степи и пустыни — пески Кызыл-кум, окаймляющие северо-западную часть Узбекистана.

Высокие горные хребты с большим количеством осадков, с «вечными» снегами и ледниками, расположенные в Киргизии и Таджики-

стане, дают начало величайшим рекам Туркестана — Сыр-Дарье и Аму-Дарье, орошающим Узбекистан. Сыр-Дарья входит в пределы Узбекистана своим верхним течением и орошает Ферганскую котловину.

С ледников Зеравшанско-Гиссарско-Алайского горного узла (в Таджикистане), приблизительно в 300 км. восточнее Самарканда, берет начало Зеравшан, орошающий значительную часть Узбекистана. Зеравшан входит в пределы республики своим средним и нижним течением и не получает почти ни одного притока в этих пределах. Принося к восточной границе Узбекистана, в среднем, около 171 кб. м. воды в секунду, Зеравшан весь без остатка разбирается на орошение Самаркандского, Бухарского и Кара-кульского оазисов. Он теряется всего лишь в 30 км. от Аму-Дарьи, к системе которой принадлежит. Часть зеравшанской воды теряется в песках, часть достигает небольшого соленого озера Денгиз-куль. Однако в годы высокого половодья (1874 г. и 1921 г.) Зеравшан достигал Аму-Дарьи.

С южного склона Зеравшанского хребта берет начало Кашка-Дарья, орошающая площадь к востоку от Бухары. Кашка-Дарья входит в систему Аму-Дарьи, но, как и Зеравшан, далеко не доносит свои воды до Аму-Дарьи. Почти вся вода Кашка-Дарьи расходуется на орошение в пределах Бекбудинского (Каршинского) оазиса; ниже г. Бекбуди (Карши) река остается почти всегда сухой.

Аму-Дарья входит в пределы республики лишь небольшой частью своего среднего течения. Максимальный расход ее (у города Керки), определяемый на основании многолетних наблюдений, — около 4.000 кб. м. в сек. (в июле), минимальный — около 700 кб. м. (в январе).

Все речные системы с помощью сложной сети арыков (искусственных каналов) используются для орошения. Для тех же целей используются и подземные воды (источники), выходящие наружу в горах и предгорьях.

Геологическое строение Узбекистана, еще далеко не везде изученное с достаточной полнотой, отличается значительной сложностью, особенно в горных районах. Среди образований, развитых в пределах Узбекистана, наблюдаются породы разнообразного происхождения, возраста и состава. Наиболее древние отложения (от докембрийских до каменноугольных) представлены известняками, разнообразными сланцами, песчаниками и пр. породами. Они слагают горные хребты и в большей своей части изменены под влиянием горообразовательных процессов и при прорыве их изверженными породами. Условия залегания палеозойских пород (метаморфических и осадочных) отличаются сложностью: наблюдаются крутые, нередко опрокинутые антиклинальные (выпуклые) и синклинальные (вогнутые) складки, часто сопровождающиеся разрывами сплошности пород. Во многих местах те и другие прорваны изверженными породами, преимущественно гранитами. Более молодые отложения юрской, меловой и третичной систем представлены известняками, песчаниками, глинами, конгломератами, гипсами и пр. Условия залегания их менее сложны, и выступают они преимущественно по окраинам горных хребтов, а также в центральных частях котловин и на равнинных площадях. Эти отложения в пределах самих котловин образуют то удлиненные, то округленные небольшие возвышенности, выступающие островками среди более молодых четвертичных образований.

Четвертичные отложения отличаются весьма пестрым составом и заключают различные суглинки, глины, пески, галечники и т. п., накопившиеся в речных долинах, в горных ущельях и на равнинах под влиянием разных геологических причин. Здесь имеются речные и лед-

никовые отложения, отложения периодических горных потоков, а также отложения эоловые, т. е. перевеянные ветром, и т. д.

Климатические условия Узбекистана, включающего различные орографические элементы, характеризуются значительной пестротой. При ясно выраженном континентальном климате наблюдаются всевозможные переходы от жаркого климата — в равнинных областях — до умеренно-холодного — в горных.

Средняя годовая температура воздуха в Ферганской и Самаркандской котловинах достигает 10-15° С и возрастает с востока на запад. В годовом ходе температуры наблюдается плавная кривая, с максимумом в июле и минимумом в январе. В частности для Самарканда — центрального географического пункта в Узбекистане — средняя месячная для июля равна 25,4° С и для января — 0,2° С; таким образом, средняя годовая амплитуда, т. е. разность между средними месячными наиболее теплой и наиболее холодной части года равна 25,2° С.

Наивысшая средняя суточная температура за все время наблюдений достигала 40,4° С (для Самарканда), а наинизшая средняя суточная — 25,7° С (для Бухары, в январе 1883 г.).

Количество атмосферных осадков для различных районов Узбекистана колеблется в широких пределах. В соответствии с общим понижением в направлении от востока к западу как горных хребтов, так и окаймляемых ими котловин, в том же направлении идет и резкое убывание количества осадков. Так среднее годовое количество осадков для Самарканда—330,4 м., для Бухары—106 мм., а в пустыне Кызылкум оно еще менее; западная окраина Узбекистана принадлежит к числу наиболее сухих областей СССР. В горных областях количество осадков значительно выше, чем в равнинных (закон высоты), при чем, в связи с влажными ветрами преимущественно западного направления и почти широтным направлением горных хребтов, оба склона хребтов получают более или менее одинаковые количества осадков.

В пониженных частях (котловинах) осадки выпадают преимущественно в виде дождя, тогда как в горах — в виде снега. Осадки, до 85% общего годового количества, выпадают преимущественно в течение 6 зимних месяцев (с ноября по апрель), максимум осадков в апреле и минимум в летние месяцы; в июле и августе обычно осадков не бывает вовсе.

Величина относительной влажности в среднем за год даже для Самарканда не превышает 61%, а в летние месяцы она опускается здесь до 48 %, а для Бухары даже до 33%.

Большой дефицит влажности указывает и на большую возможную величину испарения, которая для Бухары, например, в 10 раз превышает выпадающее за год количество осадков.

Не боясь преувеличений, можно сказать, что почти всей влагой Ферганская и Самаркандская котловины обязаны окаймляющим их горам, превратившим обе котловины в цветущие оазисы. Там, где кончаются горы, начинаются полупустыни и пустыни.

Гидрогеологические условия Узбекистана находятся в соответствии с орографическими, геологическими и климатическими факторами и поражают поэтому своей чрезвычайной пестротой.

Горные районы, сложенные древними осадочными, изверженными и метаморфическими породами, вообще говоря, богаче водой, чем районы междугорные и равнинные пространства. Исключением из этого правила являются речные долины и площади, орошенные реками. Однако и в горных районах, в связи с общим понижением хребтов

СХЕМАТИЧЕСКАЯ
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
УЗБЕКСКОЙ С.С.Р.
1931 г.
составил П.И. Бутов по материалам
В. Иванова Д. Мушкетова
и др
ТАШКЕНТ
Сыр-Дарья
Хр. Чаткальский
Хр. Ферганский
Андижан
Коканд
Фергана
Хр. Алайский
Кур-ата
Хр. Нуратинский
Пески
Кызыл-Кум
Аму-Дарья
Бухара
Каракуль
Зеравшан
Самарканд
Хр. Туркестанский
Хр. Зеравшанский
Ярджуй
Оз. Денгиз-куль
Бек-буби
Керки
38°
МАСШТАБ
200
0
100
200 км.
Условные обозначения.
Пресные, преимущественно трещинные воды горных хребтов.
Тоже предгор
Пресные преимущественно пластовые воды.
Пестрые, преимущественно пластовые воды.
Соленые преимущественно

с востока на запад, наблюдается соответствующее общее обеднение водой, и западные оконечности, например, Зеравшанского и Нуратинского хребтов (в пределах Бухарского оазиса), очень бедны водой. Исключение составляют выходы термальных (местные термы с температурой от 20 до 28,5° С) вод, приуроченных к мраморам и известнякам вблизи контакта их с гранитами (г. Нур-ата, Карнап, Тым и др.). Расход воды в названных источниках достигает нескольких сотен литров в одну секунду и используется главным образом для орошения (Нур-атинский источник), кроме того и для купанья.

Далее необходимо также отметить, что в связи с почти широтным направлением горных хребтов и в связи с различной, вследствие этого, степенью солнечного нагрева северные склоны гор обычно богаче, чем южные, поверхностными и подземными водами.

Еще резче, даже при общей и значительной метаморфизации, выступает влияние литологического состава пород на степень обилия водой того или иного из горных районов. Среди разнообразных пород палеозойского возраста наиболее водообильными породами являются известняки (в том числе и мраморы) и граниты: первые относительно богаты водой по причине сравнительно легкой их растворимости, чему также способствует и трещиноватость их. Вода, проникающая в толщу известняков по трещинам, образует в них, за счет растворения известняков, полости, ходы и пещеры весьма неправильных очертаний (так наз. карст) и тем самым увеличивает пути возможной циркуляции подземных вод. Граниты же являются относительно водообильными вследствие обычной для них трещиноватости и присутствия в них нередко зияющих трещин. Все сколько-нибудь значительные источники среди палеозойских пород приурочены только к известнякам и, чем больше площадь развития их, т. е., иначе говоря, чем больше площадь питания, тем богаче водою источники. Расход воды источников весьма разнообразен, колеблясь для отдельных источников в пределах от 0,0001 до 0,480 кб. м./сек. (г. Ургут), изменяясь также по времени года. Необходимо также отметить, что вследствие обычных здесь в горных районах сильных нарушений в залегании пластов пород, поставивших толщи пород в вертикальное или близкое к нему положение, циркуляция подземных вод в известняках происходит по неправильным и чрезвычайно причудливым путям: по плоскостям напластования, а также по отмеченным уже трещинам, разнообразных размеров пустотам и пр. Говорить о водоносных, в обычном смысле, горизонтах в них, как это можно мыслить для полого залегающих известняков небольшой мощности, здесь почти не приходится.

Граниты, обычно сильно трещиноватые, являются прекрасным водосбором для выпадающих осадков и тающего снега. Но в условиях сильного расчленения рельефа и значительного числа водопроводящих трещин в гранитах заключенные в гранитах трещинные воды являются мало надежными в смысле постоянства. Нередко источники, выходящие из гранитов, в летнее время иссякают.

По своему качеству воды известняков и гранитов в большинстве случаев хорошие.

Более молодые отложения юрской и меловой систем, в зависимости от литологического состава пород и пр., отличаются различной водообильностью и качеством вод. Так, например, в юрских отложениях Восточной Ферганы в песчаниках, подстилаемых глинистыми сланцами угленосного горизонта, встречаются довольно обильные воды удовлетворительного качества. В нижне- и верхне-меловых отложениях сев. части Ташкентского района наблюдается несколько водоносных гори-

зонтов с водой хорошего качества, используемой не только для питьевых надобностей, но и для целей орошения. Напротив, в меловых отложениях (турон) Восточной Ферганы заключены воды, бедные по количеству и не пригодные по качеству (соленые и горькие).

По условиям залегания меловых отложений, образующих часто антиклинальные и синклинальные складки, и при условии чередования водопроницаемых и водоупорных пород во многих участках того же, например, Приташкентского района и Ферганы можно ожидать встречи напорных вод.

В Самаркандской котловине верхне-меловые отложения, представленные небольшой сравнительно толщей известняков, песчаников, глин, гипса и пр., и по условиям своего залегания, и по небольшой площади питания не отличаются ни водообильностью, ни хорошим качеством своих вод, обычно содержащих значительные количества сернокислых солей.

Третичные отложения характеризуются различными условиями водоносности и качеством воды. Воды третичных отложений, содержащих прослои и линзы гипса, а также соленосных и гипсоносных глин, отличаются в большинстве случаев горько-соленым вкусом.

При благоприятных условиях питания исключение составляют олигоценовые песчаники, в которых нередко наблюдается постоянный горизонт с водой хорошего качества (напр., в Приташкентском районе). В Восточной Фергане нижне-третичные трещиноватые известняки отличаются водообильностью и водой хорошего качества. Возможна встреча здесь и напорных вод [1]).

Соленосные и гипсоносные глины третичного возраста, залегающие нередко близко к поверхности земли, обычно влекут за собой развитие солонцов (последние, правда, развиваются часто и при других условиях).

Четвертичные образования, чрезвычайно разнообразные по своему происхождению и механическому составу, также отличаются значительной пестротой их водоносности.

Развитые в пределах Узбекистана мощные толщи лессовидных суглинков обычно содержат небольшие количества воды в линзовидных прослоях песчанистых разностей и песков, при чем вода эта часто сильно минерализована; исключение в некоторых случаях представляют лессовидные суглинки в речных отложениях широких долин.

В предгорьях, особенно в отложениях на дне логов и оврагов, встречаются очень часто удовлетворительные по качеству воды, используемые населением обычно для питьевых надобностей и для целей орошения предгорной полосы.

Что касается речных образований в долинах больших рек, как, например, Сыр-Дарьи, Зеравшана и Аму-Дарьи, то здесь, в полосе орошенных земель, обычно наблюдаются мощные потоки подземных вод, обязанные своим происхождением, несомненно, фильтрации поверхностных вод из реки, арыков и орошенных полей. По крайней мере, в Самаркандской котловине, по среднему и нижнему течению Зеравшана, это можно считать прочно установленным. Река Зеравшан на протяжении между г.г. Пянджекентом и Самаркандом во время летнего поводка теряет путем фильтрации до 1 кб. м. в секунду на расстоянии 1 км.

Близкое залегание грунтовых вод в одних случаях, слабый дренаж орошаемых участков — в других, близость к поверхности соленосных и гипсоносных пород — в третьих, на ряду с отмеченными выше

[1]) Ср. очерк, посвященный Киргизской АССР.

климатическими условиями — влекут за собою развитие солонцов и солончаков. Последние, например, особенно сильно развиты по нижнему течению Зеравшана, в пределах Бухарского и Кара-кульского оазисов (озера Денгиз-куль и другие в низовье Зеравшана). Кстати сказать, буровой скважиной, пройденной в 1928 г. у ст. Кара-куль Ср.-Аз. ж. д., было обнаружено наличие соленых вод, залегавших под пресными водами.

Вопрос о происхождении здесь соленых вод остается пока неразрешенным. Обязаны ли они проникновению промывных вод с засоленных земель, связаны ли с нахождением здесь третичных гипсоносных и засоленных пород или представляют остаточные воды ранее существовавшего обширного полупресноводного бассейна, — сказать пока невозможно. Между тем решение этого вопроса чрезвычайно важно при разрешении проблемы использования подземных вод для целей орошения. Точно так же это важно знать при проектировании так наз. калифорнийской системы вертикального дренажа грунтовых вод, путем непрерывной откачки их из скважин, с целью понижения уровня грунтовых вод в местах, заболоченных или частично засоленных под влиянием близкого залегания подземных вод.

Узбекская республика, занимающая почти центральное положение среди других средне-азиатских республик, с ее плодородными почвами, с ее громадными возможностями для земледельческой культуры настойчиво требует разрешения водной проблемы. Подземные воды в юрских, меловых и третичных отложениях здесь еще не разведаны. Воды более древних палеозойских отложений залегают глубоко. При сильной нарушенности залегания этих древних пород, при их значительной измененности (метаморфизме) и при наличии прорывов их породами изверженными, древние горные породы не дают особых надежд на получение из них при значительной глубине больших количеств подземной воды. Тем не менее возможность встречи воды в палеозойских отложениях не отрицается. Однако было бы, вероятно, более рациональным ранее заложения глубоких, дорого стоящих буровых скважин, произвести разведки геофизическими методами для выяснения местных особенностей глубокой структурной геологии. В противном случае неудачные результаты бурения могут повести к ошибочным заключениям об отсутствии подземных вод вообще.

Одновременно с разведками подземных вод необходимо разрешить вопрос о стоке поверхностных вод. За исключением Ферганской впадины, другие районы Узбекистана имеют мало проточных поверхностных вод местного происхождения. Между тем для равнинных площадей Западного Узбекистана поверхностные воды пока являются основным водным источником. Поэтому здесь одной из первоначальных задач должно стать урегулирование поверхностного стока, получаемого за счет снегов и ледников Тянь-шанской и Памиро-Алайской горных систем.

Во многих местах Восточной Ферганы и в других горных районах Узбекистана существуют благоприятные условия для создания водохранилищ и для использования поверхностных вод в качестве белого угля. Однако, при сооружении водохранилищ необходимо помнить о сейсмичности горных районов Узбекистана.

Г. И. СМОЛКО.

Западный Таджикистан и прилегающие площади южного Узбекистана.

Гидрогеологическое изучение Таджикистана находится пока в начальной своей стадии — в стадии обследования общих условий водоносности этой горной страны, пересеченной мощными хребтами, поднимающимися выше снеговой линии.

Настоящий очерк охватывает центральную часть территории б. республики Бухары (Центральная или Горная Бухара прежних исследователей), именно южную, Приаму-Дарьинскую часть Узбекской ССР и западную часть Таджикской ССР, т. е. северо-восточную часть обширного бассейна реки Аму-Дарьи. Горно-Бадахшанская область и Памиры, входящие в состав Таджикистана, выделены в особую главу (см. ниже, стр. 36).

Центральная Бухара представляет собою горную страну, пересеченную долинами рек, впадающих в Аму-Дарью. Северной ее границей служит цепь широтно вытянутых высоких хребтов: Хазрет-Султан, Гиссарский, Зеравшанский, Петра I и Каратегинский. На западной границе высоты значительно снижаются; здесь границей района служат Гузарские горы, Байсун-тау и цепь Ширабадских возвышенностей — Фемудан, Куштанг и др.; на юге р. Аму-Дарья определяет государственную границу с Афганистаном; на востоке описываемого района снеговые вершины Дарваза переходят, с одной стороны, в высочайшие горы Памира, с другой — сливаются с хребтом Кара-Тегин.

Гористая центральная площадь пересечена рядом хребтов, достигающих высоты 1,5 км. Часто эти хребты служат водораздельными грядами рек; так, хребет Баба-тау разделяет реки Кафирниган и Сурхан, хребты Гази-Малек, Ак-тау, Ранган и Сухк-Кух являются водоразделами рек Кафирнигана и Вахша и др.

Склоны гряд обычно пологи к северо-западу и западу и обрывисты к юго-востоку и востоку. Между горными грядами получают развитие широкие (до 15 км. и более) плоскодонные долины — Ширабадская долина, долина реки Сурхан, гидрографическая система Кафирнигана, р. Кызыл-су, Пянджа, нижнего течения Вахша, Яванская долина, Султан-абадская и др. В этих долинах, представляющих искусственно орошаемые площади, сосредоточено земледельческое население.

Геологическое строение. Осевые части высочайших хребтов северного и восточного Таджикистана сложены толщами плотных трещиноватых пород: известняков, глинистых и кремнистых сланцев и мраморов, прорезанных гранитами, порфирами, диабазами. По возрасту эти породы относятся к палеозойской эре (кембрий — пермь). Вдоль контактов (стыков) осадочных пород палеозойской толщи (известняков

и сланцев) с изверженными породами (гранитами) наблюдаются полосы оруденения, с которыми связан ряд месторождений сернистых металлов (мышьяка, сурьмы, железа, меди). На эти отложения налегают осадки мезозойской группы, среди которой здесь выделены отложения триасовой, юрской и меловой систем.

Отложения триасовой системы встречены в Дарвазе, по левому берегу р. Оби-Ниоу, и в долине Иол (р. Пяндж, Кулябское бекство). В основании они представлены мощными красными песчаниками; выше на них налегают серые и зеленые песчаники с растительными остатками. Свита прорезана изверженными породами (диоритами).

Юрские отложения Таджикистана подразделяются на две толщи, различные по возрасту и способу образования: нижнюю юру

Река Сурх-об (верхнее течение Вахша) около г. Гарма.

(континентальную), представленную свитой угленосных песчаников с углями, повидимому, промышленного значения, и верхнюю (морскую) юру, представленную серией темных известняков; в верхних частях серии появляются конгломераты.

Перечисленными отложениями сложены высокие хребты северного и восточного Таджикистана. В южных отрогах Гиссарского хребта эти осадки скрыты под более молодыми отложениями.

Среди осадков меловой системы Таджикистана выделены отложения нижнего и верхнего отделов. Нижне-меловые отложения (неоком) отлагались здесь в значительно обмелевшем морском бассейне. Они представлены толщей красноцветных песчаников без органических остатков. Песчаники чередуются с гипсами, глинами темного и зеленого цвета и редкими прослоями известняков. На севере Таджикистана, в верховьях р. Варзоба (р. Зиди) в нижне-меловой серии темные глины замещены темными углистыми сланцами с прослоями каменного угля. Верхне-меловые отложения на территории

Таджикистана представлены пестрой толщей чередующихся гипсов, песчаников, известняков и глин. Заканчивается вверху эта толща белыми известняками так называемого датского яруса.

На отложения мезозойской эры налегают осадки третичной системы, в составе которой различают два отдела: нижний (палеоген) и верхний (неоген). Непосредственно на известняках датского яруса лежит толща палеогеновых зеленых глин с фосфоритами. На глины налегают известняки, красные песчаники (местами гипсоносные) и глины шоколадного цвета. Толща неогена заключает розовые песчаники и конгломераты.

Наиболее поздние по времени образования современного, четвертичного периода представлены мощным покровом лессовидных глин и суглинков, покрывающих равнинные участки предгорий, и песчано-галечниковыми отложениями в устьях и долинах современных речных потоков.

Различные геологические отложения Таджикистана испытали ряд нарушений залегания. Горообразующие силы собрали их в складки, смяли, надвинули друг на друга и привели к образованию современных горных хребтов. Наиболее интенсивно такие нарушения происходили здесь в два периода, называемых периодами горообразования. Более древний период у геологов носит название герцинской революции и относится по времени к границе палеозойской и мезозойской эпох. Герцинской революцией были созданы основные черты рельефа северного и восточного Таджикистана. Отмечается герцинская складчатость в хребтах Зеравшанском, Гиссарском и Каратегинском. В Дарвазском хребте триас лежит согласно с палеозоем; здесь, видимо, герцинской складчатости не было. Более интенсивной была следующая эпоха складкообразования — альпийская, тянувшаяся с перерывами весь третичный период и не закончившаяся еще и до сих пор: отголосками подвижек пластов по линиям крупных разломов земной коры, намеченным здесь еще в неогеновую эпоху, являются землетрясения каратагское 1907 г. и файзабадское 1930 г. Альпийская складчатость привела к образованию современного рельефа.

В альпийскую эпоху мезозойские отложения скалывались и надвигались в виде чешуй по трем основным направлениям: отложения восточного Таджикистана испытали давление горообразующей силы, направленной с юго-востока на северо-запад, и от г. Куляба до Локай-Таджикской долины встречается ряд чешуйчатых надвигов мела на неоген с простиранием надвиговых линий в направлении, близком к меридиональному. Западнее Локай-Таджикской долины надвиговые чешуи надвинуты с северо-запада. В верховьях Яванской долины, у кишлака Сангпар (что значит «прыгающий камень», — название, указывающее на частые здесь землетрясения) встречаются два направления надвигов. Нижне-меловые отложения в этом узле подверглись сильному смятию, напоминающему скручивание. Севернее, в хребтах Гиссарском и Зеравшанском, альпийская складчатость выразилась в надвигании отложений мезозоя на осадки палеозоя, при чем надвиги имеют простирание, близкое к широтному.

Геологические условия района, т. е. состав слагающих горных пород и условия их залегания, в значительной степени определяют собою характер распространения в районе подземных вод. Поэтому геологии Таджикистана в очерке и отводится несколько большее место. Сложность состава и строения горных пород определяет сложность и разнообразие гидрогеологических условий Таджикистана.

Часть бассейна р. Сыр-Дарьи, описываемая в настоящем очерке, представляет чрезвычайно своеобразное сочетание климатических условий. В Таджикистане можно наблюдать все переходы от высочайших вершин с вечными снегами до слабо всхолмленного нагорья с чертами типичной пустыни.

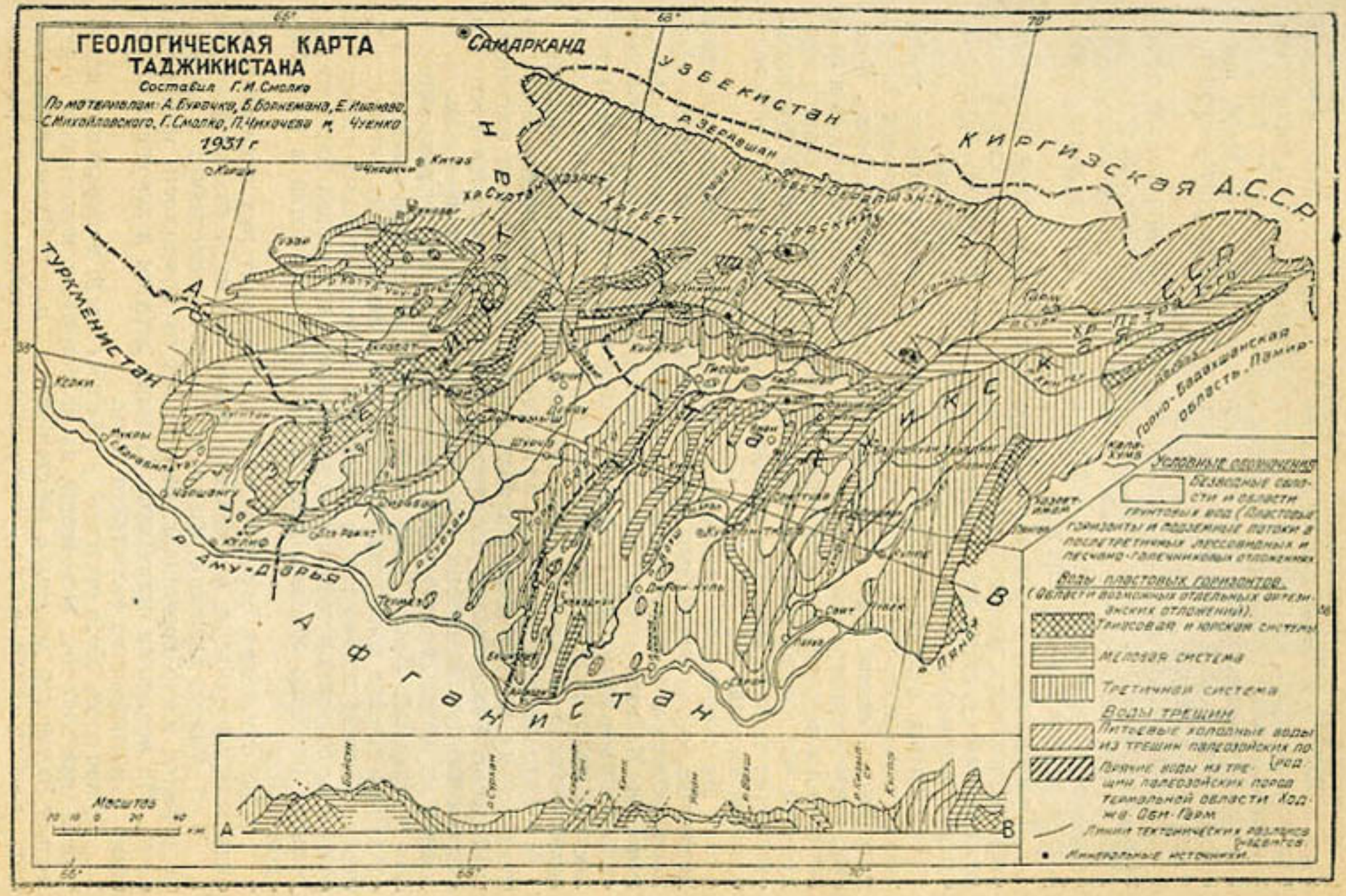
Северные и восточные хребты — Гиссарский, Зеравшанский, Дарваз, Кара-Тегин, сложенные серией плотных трещиноватых пород, на своих высочайших вершинах имеют рельеф, образованный деятельностью ледниковых масс; здесь можно встретить широкие, выпаханные ледником корытообразные долины. Следы отступавшего ледника остались в виде бесформенных грядовых нагромождений камней — морен и т. д. Спускаясь ниже, мы вступаем в область сильно рассеченного рельефа — узкие с крутыми, иногда отвесными стенами долины и острые водораздельные гребни указывают на то, что быстро текущие реки, питающиеся вечными снегами, совершают здесь исключительную по силе работу разрушения гор и сноса в нижние части своих бассейнов материала, полученного от разрушения горных пород. Высокие южные и юго-западные отроги этих хребтов сложены преимущественно рыхлыми пластовыми мезозойскими отложениями — песчаниками, гипсами, глинами и прослоями известняков. Их рельеф формируется пустынным выветриванием на основе тектоники. Здесь продукты выветривания обычно не испытывают сноса на далекие расстояния. Коренные горные породы покрываются здесь мощным чехлом элювиальных образований, т. е. продуктами разрушения самих же себя. Долины заполнены рыхлыми отложениями бурных потоков, состоящими из чередования глин, суглинков, песков и галечников. У подножия гор, на границе их с долинами, в устьях рек наблюдаются мощные конусы выносов, состоящие из тех же рыхлых отложений.

Гидрогеология. Два основных климатических типа определяют в Таджикистане и два существенно различных гидрогеологических района. В северном и восточном Таджикистане, в области развития вечных снегов и ледников, а также трещиноватых пород палеозоя, преобладают трещинные подземные воды с малой засоленностью, невысокой жесткостью (3—5° нем.) и значительным и постоянным дебитом. Здесь же местами выступают на поверхность связанные глубокими тектоническими трещинами в гранитах глубинные (ювенильные) термальные воды.

Западный и южный Таджикистан и южный Узбекистан находятся в условиях пустынного накопления подземных вод. Они накопляются здесь в значительной степени за счет больших масс воды периодических силевых вод. Благодаря развитию рыхлых пластовых осадочных отложений мезозоя, палеогена и неогена, здесь преобладают пластовые воды, часто сильно засоленные (жесткость до 30° и выше), менее постоянные и значительные по дебиту. В долинах современных рек, в отложениях речных галечников, встречаются ненапорные грунтовые воды. Однако не исключена возможность встречи и здесь напорных подземных вод.

Планомерное изучение гидрогеологии Таджикистана еще только начинается. Поэтому пока можно дать только предварительную и при том самую общую сводку имеющихся результатов.

Грунтовые (без напора) воды Таджикистана встречаются часто в галечниковых выносах, скопляющихся в нижнем течении рек, у выхода их на равнину, и в широких долинах (Гиссарская, Вахшская долина у Курган-Тюбе, Иляксская долина и др.). Часто ими обусловлено заболачивание значительных пространств (Гиссарское болото, Туган


ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
ТАДЖИКИСТАНА
Составил Г. И. Смолко
По материалам: А. Бурачка, В. Борнемана, Е. Иванова, С. Михайловского, Г. Смолко, П. Чихачева и Чуенко
1931 г
САМАРКАНД
УЗБЕКИСТАН
КИРГИЗСКАЯ А.С.С.Р.
ТУРКМЕНИСТАН
АФГАНИСТАН
Р. ЗЕРАВШАН
Р. АМУ-ДАРЬЯ
Горно-Бадахшанская область - Памир
Условные обозначения
Безводные области и области грунтовых вод (Пластовые горизонты и подземные потоки в послетретичных лессовидных и песчано-галечниковых отложениях
Воды пластовых горизонтов
(Области возможных артезианских отложений).
Триасовая и юрская системы
Меловая система
Третичная система
Воды трещин
Питьевые холодные воды из трещин палеозойских пород
Горячие воды из трещин палеозойских пород термальной области Ходжа-Оби-Гарм
Линия тектонических разломов и сбросов
Минеральные источники
Масштаб
10 10 0 20 40 км
A
B

р. Пяндж и др.). Заболачивание имеет периодический характер, и объясняется эта периодичность своеобразным явлением кальмотажа. Быстро текущие горные реки несут большое количество мелкой взвешенной мути. При выходе на равнину живая сила течения резко меняется, мелкий глинистый материал оседает в крупногалечных отложениях и создает подпор для вод подземного потока. Во время половодья потеря живой силы менее ощутительна, происходит размывание подземной плотины и «разболачивание» болот.

Большое количество грунтовых вод создается при поливе полей за счет просачивания в глубину сбросовых вод. Неглубокие грунтовые воды всегда наблюдаются вблизи открытых водоемов, мало отличаются от вод последних по своим качествам и не могут играть значительную роль в водном балансе страны.

Пластовые воды, в зависимости от того, из какой серии пластов они выходят, имеют значительные различия по качеству и количеству, поэтому здесь уместно разбить их на отдельные группы по свитам (толщам) описанных выше геологических отложений.

1. Воды из неогена. По южному склону Гиссарского хребта из-под четвертичного покрова лессовидных пород выбивают ключи, повидимому, связанные с нижележащими песчаниками неогена. Воды этих ключей сравнительно сильно засолонены, имеют жесткость в 25—80° (нем.) и не отличаются большим дебитом (обычно источники расходуют 0,2—0,5 л./сек.). В южных отрогах Баба-тага, в южном Узбекистане, отложения неогена безводны, вследствие отсутствия достаточной водосборной площади.

2. Из песчаников палеогеновой свиты часто выбивают источники, обладающие большим дебитом (отдельные источники обладают дебитом в 2—3 л./сек.) и водой сравнительно хорошего питьевого качества. На этих источниках расположен ряд кишлаков по южному склону Гиссарского хребта и в Файзабадском районе. В южном Таджикистане воды в этих отложениях отсутствуют, потому что условия геологического строения не дают достаточной водосборной площади.

3. Источники меловых отложений чрезвычайно пестры по химическому составу воды и в большинстве случаев имеют значительный дебит. Разнообразие химического состава объясняется пестротою состава пластов, в которых эти воды циркулируют. К водам, выходящим из меловых отложений, надо отнести ряд теплых источников в верховьях Локай-Таджикской долины, температура которых постоянна в течение всего года. Они связаны с линиями надвиговых разломов. К числу источников, изливающих воды из меловых отложений, относится большой источник Чашма, орошающий низовья Пишкентской долины. Особенно обильны воды из меловых отложений в Файзабадском районе.

4. Из отложений юры и триаса выходит ряд источников со значительным дебитом; в настоящее время эти воды еще не изучены.

5. В области развития палеозойских известняков и сланцев встречается много источников, выводящих на поверхность трещинные воды. Эти источники отличаются большим дебитом и хорошими питьевыми и техническими качествами воды.

Нужно здесь особо отметить углекислый минеральный источник Ходжа-Санг-хок, выходящий из палеозойских известняков в верховьях Зидинской долины, с дебитом около 2 л./сек. Нужно также указать квасцовые воды, связанные с контактной зоной развития квасцовых камней — алунитов.

Изверженные породы обычно здесь бедны водой.

Глубинные ювенильные[1]) воды ясно связаны с крупными разломами земной коры. Они обладают высокой температурой, радиоактивны и слабо минерализованы. Таковы источники Ходжа-Обигарм в верховьях р. Варзоба, с температурой + 86°, источник Обигарм на р. Оби-Яйляк, с темпер. 45°, источники Оби-Джюшь (в переводе «кипящая вода»), источник Чильор на р. Ханака, с темпер. 20°, и ряд других. Источник Ходжа-Оби-гарм выходит из серой кварцевой брекчии, сама брекчия в прилегающей к выходам вод полосе имеет тоже высокую температуру. Местные жители использовали эту даровую природную энергию и устроили здесь духовой шкаф для варки пищи.

В заключение необходимо указать на те задачи, которые ставят перед будущим исследователем-гидрогеологом развивающиеся в Таджикистане промышленность и сельское хозяйство. В первую очередь это будут вопросы ирригации и водоснабжения. Широкие междугорные Яванская, Пишкентская долины и ряд долин Кулябского бекства (Пархар, Чубек и др.) безводны и орошены только в низовьях арыками, отведенными из открытых водоемов (из р.р. Кафирнигана, Вахша, Пянджа и др.). В задачу будущих исследований должно войти изыскание подземных вод в верховьях долин для орошения всей нуждающейся в этом площади. Быстро растущие культурные центры республики (Сталинабад, Куляб, Гарм и др.) в настоящее время питаются водами рек, что ведет к частым массовым заболеваниям. Поэтому настоятельною необходимостью является изыскание здоровых подземных вод для водоснабжения городов и селений. Не менее важны в настоящий момент и вопросы энергетического строительства. Здесь можно указать на мощные энергетические ресурсы рек Вахша, Варзоба и др. Необходимо также изучить вопрос о возможности использования тепловой энергии горячих масс отдельных участков земной коры. Наиболее благоприятным местом для изучения этого рода тепловых энергетических возможностей должен явиться термальный район Ходжа-Обигарма. Наконец, в связи с курортным строительством, необходимо подвергнуть систематическому изучению местные минеральные источники. На территории Таджикистана имеется не мало источников и радиоактивных грязей, которые могут, повидимому, явиться базой для курортов. К числу их мы относим углекислый источник Зидя, радиоактивные ключи Оби-гарм, палеогеновые сероводородные источники Кара-тагского района и др.

[1]) Ювенильные воды—воды глубинного происхождения, впервые появляющиеся на поверхности земли и образовавшиеся не за счет атмосферных осадков. (Ред.).

Г. Л. ЮДИН

Автономная Горно-Бадахшанская область при Таджикской ССР (Памир).

По особенностям своей орографии Памир разделяется на Восточный и Западный.

Восточный Памир представляет собою плоскогорье с высотами более 3.500 м. над уровнем моря. С северной, восточной и южной сторон он ограничен высокими горными хребтами, и только на западе горы постепенно понижаются и переходят в плодородные и богатые долины Каратегина, Бальджуана и т. д. Сообразно с этим все речные системы Памира имеют широтное простирание и реки текут с востока на запад. Горные хребты, ограничивающие Памир, играют роль заслонов, и на их долю приходится наибольшая часть атмосферных осадков. Сами же Памиры считаются одной из самых сухих по климату областей, с весьма малым количеством атмосферных осадков, не превышающим 100 мм. в год.

На севере естественной границей является Заалайский хребет строго широтного простирания, постепенно понижающийся с востока на запад. Отдельные вершины его выше 7.000 м. над уровнем моря, а средняя высота около 6.000 м. Он покрыт вечными снегами и мощными ледниками.

На востоке естественная граница совпадает с государственной (с Китаем), так же как и с юга (Индия и Афганистан). Почти под прямым углом к Заалайскому хребту тянется еще более высокий горный массив Мустаг-ата (в переводе «отец ледяных гор») с отдельными вершинами около 8.000 м. над ур. моря.

Южная граница Памира на протяжении нескольких сот километров проходит вдоль одного из самых мощных в Азии хребтов, Гиндукуша.

Бегущие со снежных полей и ледников Гиндукуша многочисленные речки собираются в общий поток, реку Пяндж, являющуюся одной из самых больших на Памире. Река Пяндж на протяжении более 2.000 км. служит границей с Афганистаном. Пяндж (в переводе с таджикского значит «пятиречье») собирает все воды с Восточных и Западных Памиров и названа так по следующим большим пяти речным системам: Вахан-Дарья, Гунт, Бартанг, Ванч и Вахш. В нижнем течении, начиная от Кулай-хумба, р. Пяндж называется Аму-Дарьей и принадлежит к Аральскому бассейну.

Восточный Памир, в противоположность Западному, отличается резко рассеченным рельефом, имеет мягкие сглаженные очертания гор. Широкие долины почти всегда носят следы ледникового

режима и обладают характерным корытообразным поперечным сечением, соответствующим ложу древнего ледника. На бортах долин часты прекрасно выраженные заплечики, отмечавшие высоту стояния ледника (иначе — толщину его).

В минувший, последний, ледниковый период Восточный Памир был под почти сплошным покровом льда, предохранившим его от разрушительного действия проточных вод. В настоящее время снеговая линия находится выше 4.000 м.

В пределах Восточного Памира имеется много бессточных впадин с образовавшимися в них более или менее значительными озерами ледникового происхождения. Местность нередко напоминает пустыню с безжизненным серым песчаным ландшафтом. Почвенный покров крайне незначителен. Растительность скудная и редкая. Во многих долинах на глубине нескольких метров часто обнаруживается вечная мерзлота, и обычно там залегает подпочвенный лед, поражающий своей чистотой.

Вследствие сухого и резко-континентального климата и большой высоты местности над уровнем моря (обычно выше 2.500 м.), Восточный Памир не имеет больших перспектив на развитие сельского хозяйства. Поэтому и подземные воды, как поливной фонд при богатстве края поверхностными водами, отступают на второй план. Соответственно с этим гидрогеологические исследования могут итти здесь в направлении обследования многочисленных минеральных источников. Для водопользования кочевников имеются многочисленные поверхностные воды, очень хорошего качества.

В то время, как Восточный Памир в минувшую ледниковую эпоху находился под покровом льда, предохранившим его от разрушения поверхностными проточными водами, Западный Памир представлял область, свободную от ледяного покрова, по которой стекали обильные многоводные реки. Это был единственный путь для стока вод, образовавшихся от таяния льда и снега. Насколько значительна и сильна была деятельность этих вод, мы можем судить в настоящее время по рельефу Западного Памира. Последний справедливо считается одним из самых расчлененных горных районов СССР.

Имея те же высотные отметки, что и соседняя восточная половина, Западный Памир заключает большое количество горных долин, очень узких и глубоких, иногда типичных каньонов [1]), с относительным превышением водораздельных гребней над современным дном долины иногда на 3.500—4.000 м. Долины настолько узки, что часто река вплотную подходит к крутым, почти отвесным склонам, выше переходящим в водораздельный гребень. Ровных площадок земли, годных для земледелия, почти нет. Склоны гор настолько круты, что не благоприятствуют образованию почвенного слоя, а потому они каменисты и лишены растительного покрова. Только в устьях боковых притоков больших речных систем образуются конусы выносов, представляющие единственно удобные места для занятий сельским хозяйством. Все селения горных таджиков и приурочены к таким конусам выносов, но поверхность их обычно небольшая — 1-2-3 кв. км.

В экономике края исключительное значение имеют поверхностные проточные воды, которыми Западный Памир еще более обеспечен, чем Восточный. Воды обычно хорошего качества.

Подземные воды Памира пока не изучались.

---

[1]) „Каньон" — глубокое речное ложе с крутыми, часто отвесными стенами речной долины.

Группа источников	Абсол. высота над ур. моря	Температура по Цельсию	Состав воды
1. Лянгарская группа. На правом берегу р. Пяндж, в 6 км. от поста Лянгар. Всего пять ключей. Выходят среди гнейсов и кристаллических сланцев. . .	2635—2780	51,5°	Углекислые, с запахом сероводорода. Приспособлены для купанья.
2. Источники на правом берегу р. Пяндж. В 10 км. севернее селения Мульводж выступает несколько ключей среди гнейсово-сланцевой полосатой свиты.	2216—2219	29°—34°	Не газированы
3. Источники Гарм-чашма („горячие ключи") на правом берегу р. Гарм-чашма (прав. приток р. Пяндж). Здесь вытекают 6 крупных и 7 малых источников. Они отлагают при выходе конусы известнякового туфа до 8 м. высотой	2325	до 63°	Углекислые, отлагают гороховый камень. Сильно газированы, с сильным запахом сероводорода.
4. Шах-даринский источник в 2 км. от скалы Агунгур, по р. Шахдара. Дебит достигает 7,5 л./сек. Используется для орошения посевов селения Ваба-абдал	2835	32,9°	Источник углекислый, с едва ощутимым запахом сероводорода. Отлагает известков. туф.
5. Источники на берегу р. Токулбулак в 7 км. выше устья последней. Два ключа среди обширного поля гранитов	3177	65°	Сернистые, газированы, с сильным запахом сероводорода.
6. Источники на берегу оз. Яшиль-куль, у устья р. Чатырташ, близ развалин китайской кумирни. Группа из 8 источников с общим дебитом около 8 л./сек., вытекает по трещине среди гранитов	3280	31°—67°	Сернистые
7. Источники в Кызыл-рабатском районе.			
а) группа источников Бахмыр вытекает по трещинам пород	4100	до 38°	Газированные, углекислые, при выходе источников накопляются мощные отложения известк. туфа.
б) Источник на р. Ак-су вытекает из галечниковых отложений на острове среди р. Ак-су.	—	38°	Углекислый источник
в) Две группы небольших источников у гор. Ах-таш и по речке Хан-Юлы . . .	—	24—25°	Слабо минерализованы

МИНЕРАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПАМИРА.

Мощные горообразовательные процессы, в недавний альпийский период поднявшие здесь земную кору на предельную высоту горных цепей Азии — до 8.000 м., сопровождались большими разломами в земной коре. По особо глубоким трещинам из недр земной коры поднималась расплавленная магма. Обнажившиеся части массивов застывшей магмы иногда достигают теперь очень больших размеров. Так, нередки гранитные поля площадью во много сотен кв. км., и даже по 2—3 тыс. кв. км.

К периферии массивов изверженных пород и к глубоким разломам земной коры приурочены многочисленные минеральные источники, часто горячие и весьма разнообразные по составу. Некоторые из них используются местными жителями как целебные.

Минеральные воды Памира изучены пока весьма мало и неполно. Краткие сведения о минеральных источниках, основанные на предварительных полевых данных, помещены в таблице на стр. 36.

Б. К. ТЕРЛЕЦКИЙ

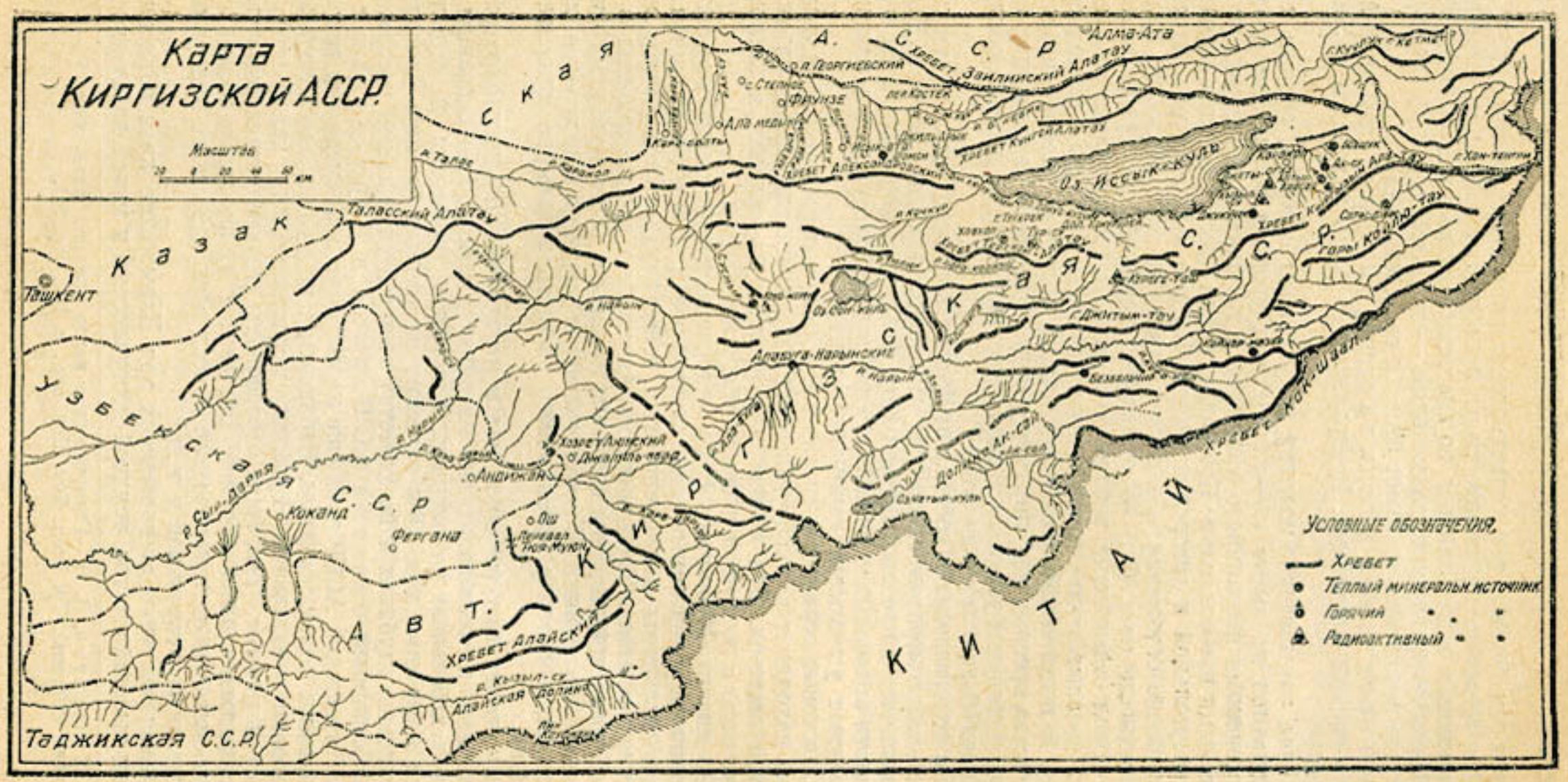
Подземные воды Киргизской АССР.

Киргизская АССР расположена в пределах центрального и западного Тянь-Шаня, представляющего собою сложную систему горных хребтов, расходящихся веером к западу. От хребта Хан-Тенгри (с высотами до 7.200 м.), поднимающегося на востоке республики, Тянь-Шань медленно понижается в западном направлении до 2 км. на границе с Узбекистаном. На севере возвышаются хр. Кунгей-Ала-тау, западные отроги Заилийского Ала-тау, Александровский хребет и Таласский Ала-тау. На юге границей Киргизской АССР служат хребты Хан-Тенгри, Кок-шаал и примыкающий к ним на западе Заалайский хребет с пиком Кауфмана, высотою до 7.000 м.

Горная система Тянь-Шаня принадлежит к числу высочайших на земном шаре. Большинство входящих в нее хребтов поднимается выше снеговой линии, расположенной на севере на высоте 3.400—2.600 м. и на юге — около 4.000 м. Здесь имеются обширные снежные поля и ледники. Тянь-Шань является громадным конденсатором атмосферной влаги и служит источником питания многочисленных рек, берущих начало в высокогорных ледниковых областях.

Реки собирают густую сеть притоков и уносят свои воды в разных направлениях в соседние республики. Поэтому реки Киргизии принадлежат к различным бассейнам. На северо-востоке много мелких речек стекает в замкнутый бассейн озера Иссык-куля. Реки Чу и Талас текут на сев.-запад, и, перейдя северную границу республики, теряются в бесточной впадине Голодной степи и песков Муюн-кум в Южном Казакстане. Реки Кара-Дарья и Нарын текут на запад в Ферганскую впадину Узбекистана и, сливаясь, образуют р. Сыр-Дарью, принадлежащую к бассейну Аральского моря. Нарын является наиболее мощной рекой в Киргизской АССР; своим бассейном, густой сетью притоков он охватывает всю центрально-восточную ее часть. Главные правые притоки Нарына: Он-арча, Сусамыр (с притоком Джумгол), Узун-Ахмат и Кара-су; главные левые притоки — Каракол, Ат-баш и Алабута. К югу от бассейна Нарына в широкой Алайской впадине, заключенной между Алайским хребтом (на севере) и Заалайским—Ала-тау (на юге), течет р. Кызыл-су, также принадлежащая к бассейну Аральского моря; она уходит на юго-запад в Таджикистан и впадает в р. Пяндж (верхнее течение р. Аму-Дарьи). Наконец, на юго-востоке Киргизии берет начало р. Ак-сай, которая течет на восток и уже в пределах Китая (Кашгарии) впадает в р. Яркенд-Дарью.

Речные воды, легко доступные для практического использования их в целях водоснабжения и орошения, обеспечивают потребность в воде различных частей республики в разной степени. Поэтому значение подземных вод в местном хозяйстве здесь не одинаково. Оно в отдельных


Карта
Киргизской АССР.
Масштаб
Условные обозначения.
Хребет
Теплый минеральн. источник
Горячий
Радиоактивный
Алма-Ата
Хребет Заилийский Алатау
Хребет Кунгей-Алатау
Хребет Александровский
Оз. Иссык-Куль
Талассский Алатау
Ташкент
Казак
Узбекская
С. С. Р.
Фергана
Ош
Хребет Алайский
Алайская долина
Таджикская С.С.Р.
Алавуга-Нарынские
Хребет Ферганский
Андижан
Коканд
Хребет Кок-Шаал
Горы Кокшаал-тау
Горы Джитым-тау
Китай

районах тем больше, чем меньше имеется там поверхностных вод. Наибольшее значение подземные воды приобретают сейчас и несомненно будут иметь и в дальнейшем во впадинах, орошаемых рр. Чу и Талас, и в Ферганской впадине; наименьшее — в бассейне р. Нарына. Промежуточное положение занимает бассейн оз. Иссык-куль.

1. Ферганская впадина входит в пределы Киргизской АССР только своими окраинами. Центральная ее часть находится в Узбекистане.

Горы, замыкающие впадину полукольцом с севера, востока и юга, поднимаются до высот 1,5—2,2 км. над уровнем моря. Они сложены палеозойскими песчаниково-сланцевыми толщами и мощными, нередко карстовыми известняками. Преобладающими здесь являются отложения каменноугольной и девонской систем. На юге и юго-востоке встречены силурийские отложения, а в районе Тюя-муюнского радиевого рудника (к юго-западу от г. Ош) — отложения кембрийские. Среди палеозойских пород отдельными небольшими островками на юго-востоке котловины показываются изверженные породы (граниты, гранодиориты и др.). В песчаниково-сланцевых толщах палеозоя имеются небольшие количества пресных вод, циркулирующих по трещинам и дающих источники в долинах и ущельях. В карстовых известняках нередки обильные пресные, обычно жесткие воды.

На водоразделах к востоку от Ферганской впадины залегают песчаниково-конгломератово-глинистые отложения юрской системы. Небольшие количества пресных, повидимому, пластовых вод заключены в нижней части аркозовых песчаников этой толщи. Водоупорным ложем для них служат угленосные глинистые сланцы.

Пластовые горизонты соленых и горько-соленых вод (с малым дебитом) находятся в толще гипсоносных песчано-глинистых отложений меловой системы. Эти отложения залегают на склонах в котловину, окаймляя ее с восточной и северо-восточной сторон.

По мнению Мушкетова [1]), лучшие по качеству и наиболее богатые по количеству подземные воды, пригодные для водоснабжения и орошения, заключены в трещиноватых известняках «ферганского» яруса третичной системы. Третичные осадки широко распространены в пределах Ферганской впадины и обычно прикрыты более молодыми четвертичными отложениями. В восточной части впадины они нередко смяты в складки, и поэтому здесь можно ожидать небольшие артезианские бассейны.

В четвертичных (лессовидных и песчано-галечно-конгломератовых) отложениях, покрывающих дно впадины и заполняющих долины рек, имеются небольшие по площади пластовые горизонты и отдельные потоки подземных вод. Они залегают на разных (обычно близких от поверхности) глубинах и по качеству отличаются большой пестротой.

2. Обширный бассейн рр. Нарына и Кара-Дарьи в пределах Киргизской АССР пока еще не затронут планомерными гидрогеологическими исследованиями. Наблюдения коснулись здесь подземных вод только в отдельных пунктах, представлявших какой-либо специальный интерес. Так, были обследованы гидрогеологические условия для сооружения проектируемой Нарынской гидроэлектрической станции; произведен систематический объезд всех известных минеральных и термальных источников и т. д.

Малая изученность подземных вод Нарынского края объясняется отчасти высотой его гор, трудной доступностью и малой населенностью.

[1]) Мушкетов, Д. И.—Геологическая карта Средней Азии, лист VI—7 и VII (Восточная Фергана). Тр. Геол. Ком. Нов. сер., в. 169, стр. 211.

Однако главная причина, пожалуй, заключается в том, что край не ощущает в них особой нужды, ибо достаточно богат многоводными речками. Многие из них получают питание из ледников и снежных полей, поэтому имеют постоянный в течение года мощный поток. Самая крупная река в крае — Нарын в зимние месяцы уже в пределах Ферганской впадины расходует до 90 куб. м. воды в секунду. Река Кара-Дарья расходует около половины этого количества. Во время же весенних и летних паводков расход рек во много раз повышается [2]).

Край обеспечен хорошими по качеству поверхностными водами, которые удовлетворяют потребности местного водоснабжения и орошения. Поэтому подземные воды, уже известные здесь на отдельных участках (трещинные воды в палеозойских породах и пластовые — в третичных отложениях долины р. Алабуги), а также воды возможных подземных потоков в речных отложениях крупных долин отступают на второй план. В последнее время, однако, на отдельных пастбищных участках сыртов (широких междуторных долин, имеющих степной характер) выявилась потребность использования подземных вод для устройства колодцев в связи с развитием скотоводства.

3. Бассейн оз. Иссык-куль охватывает площадь до 20.850 кв. км. и занимает северо-восточную часть Киргизской АССР. Само озеро расположено между двумя мощными горными хребтами. На севере поднимается хр. Кунгей-Ала-тау с отдельными высотами до 4.261 м. (вершина Кой-су) и со средней высотою около 2.700 м.; на юге возвышается хр. Терскей-Ала-тау с вершинами до 4.200 м. и со средней высотою до 3.500 м. над уровнем моря. Озеро Иссык-куль вытянуто в виде неправильного овала с запада на восток и достигает в длину 180 км., при наибольшей ширине около 58 км. Имея площадь зеркала до 5.180 кв. км. и высоту уровня около 1.550 м. над ур. моря, Иссык-куль принадлежит к числу самых больших на земном шаре горных озер.

Кунгей-Ала-тау вплотную круто подходит к озеру и отделен от него узкой полоской приозерной равнины, на которой раскинулись селения. Терскей-Ала-тау отделен от озера обычно двумя параллельными полосами хребтов (Тегерек и др.). Они ступенями понижаются к озеру и разделены друг от друга и от Терскея продольными долинами (Конур-улен, Донус-кудук и др.). Некоторые из них (например, широкая долина Конур-улен), представляют хорошие горные пастбища и имеют большое киргизское население.

Центральные части главных хребтов Иссык-кульского района и значительные участки в передовых хребтах сложены из гранитов, порфиров и других массивных изверженных пород. В передовых хребтах и по восточной части южного склона Кунгея выступают различные палеозойские породы: известняки, песчаники, кварциты, разнообразные сланцы и пр. В прибрежной полосе вокруг озера залегают более молодые глинисто-песчаные и лессовидные отложения.

Снеговая линия расположена здесь на высоте 3.400—3.600 м. Поэтому главные хребты покрыты вечными снегами и заключают ледники. Водами, получающимися при таянии горных снегов и льдов, питаются многие горные речки бассейна. Реки, имеющие ледниковое питание, обычно весьма полноводны и в течение лета переживают несколько паводков. Для них в летние месяцы характерны правильные суточные колебания расхода, стоящие в связи с интенсивным таянием льдов в горах в середине дня; поэтому речки, утром представляющие небольшие спокойные ручейки, ко второй половине дня разрастаются в мощные

[2]) Массальский В. И.—Туркестанский край. Спб., 1913, стр. 133.

бурные потоки, несущиеся со скоростью 0,8 — 3 м. в секунду. Достигая наибольшей величины к 3-4 часам дня, расход речных потоков начинает постепенно уменьшаться и приходит к минимуму на утро следующего дня. На ряду с речками, имеющими ледниковое питание, здесь известно много ручьев и речек, питающихся водами ключей. Всего в Иссык-куль впадает до 80 речек. Вода в них пресная. В самом же озере вода солоноватая, не пригодная для питья.

Пресные подземные воды имеются в районе в различных условиях залегания. В горных областях известны воды трещин в палеозойских и слоистых породах. Воды, получающиеся при таянии горных снегов и ледников, просачиваются в глубину и по сложной системе трещин в породах движутся подземными путями от окраин бассейна к его внутренней части. Они частично выступают наружу ключами в склонах продольных долин Терскея и в поперечных ущельях Терскея и Кунгея. Особенно часты пресные ключи из трещин в юго-восточной окраине бассейна.

В угленосной юрской толще красноцветных песчаников, конгломератов и глинистых сланцев, дающей, по сравнению с гранитами, меньшее количество источников, подземные воды имеют, повидимому, пластовый характер залегания. Красноцветная толща распространена в передовых рядах Терскей-Ала-тау, вдоль южного побережья Иссык-куля. Для юго-восточной части бассейна (Каракольский район) в них можно предполагать присутствие местами напорных вод. Северные крутые склоны бассейна (Кунгей), сложенные преимущественно изверженными породами, не представляют геологических условий, благоприятных для образования артезианских вод [3]).

В полосе приозерной равнины, понижающейся к озеру, распространены: 1) лессовидные глины и суглинки с прослоями песка, 2) крупные слоистые галечники, 3) переслаивающиеся пески и глины и 4) рыхлые, мало сортированные песчано-галечные отложения конусов выноса. В песчаных прослоях среди лессовидных пород и в песчано-галечниковых толщах, лежащих под ними, находятся обычно пресные воды, залегающие на глубинах от 1 до 10 м. На юго-восточном побережье Иссык-куля, в урочище Карабулун буровыми скважинами встречены в этих отложениях напорные воды на глубине 11-12 м. и 17 м. Подземные воды в новейших рыхлых отложениях, покрывающих приозерную равнину, залегают небольшими по площади пластовыми горизонтами и отдельными потоками. Как отмечает Мельников, один из сотрудников экспедиции Кассина, в Каракольском районе пластовые подземные воды имеют «гнездовое» залегание, соответствующее характеру залегания песчано-галечных водопроницаемых прослоек, и обладают небольшими запасами воды. В колодцах, получающих воду из таких «гнездовых» горизонтов с глубины 1-6 м., иногда зимою воды нехватает для нескольких дворов.

Вероятно, такой же гнездовый характер залегания имеют горизонты воды и в больших междуторных продольных долинах (Конур-улен, Донус-кудук и др.). В колодцах, сооружаемых здесь кочующими киргизами, вода встречается на глубине 6-10 м.

Вдоль подножья гор, на границе конусов выноса и приозерной равнины, выступают источники, которые обуславливают образование мочежин, заболоченных площадок и лужаек свежей травы («сазы»). В речных отложениях поперечных долин и ущелий имеются подземные потоки пресной воды, залегающие редко глубже 4 м.

---

[3]) Кассин, Н. Г.—Гидрогеологические исследования, произведенные в бассейн озера Иссык-куль в 1914 г. Изд. отд. зем. улучш. 1915.

Подземные воды являются здесь минерализованными, но обычно в пределах питьевых норм. Наиболее чистые воды дают источники из трещин гранита в горных районах. Они содержат нередко только следы хлористых и сернокислых солей. По мере приближения к центральной озерной впадине, воды постепенно увеличивают свою минерализацию за счет выщелачивания растворимых составных частей из горных пород. В особую группу выделяются имеющиеся в районе термальные и минеральные источники, — они описаны ниже.

Бассейн Иссык-куля, на ряду с горными богатствами (каменный уголь и др.), заключает в себе большие курортно-санаторные возможности, еще в значительной мере потенциальные. Здесь сочетаются мягкий климат, чистый горный воздух, величественная красота мощных, частью снежных хребтов, рассеченных живописными ущельями, спокойна красота самого озера, поражающего своими размерами и густой синевой поверхности и, наконец, реальная база для создания курортов, в виде термо-минеральных источников, обладающих высокой радиоактивностью, минерализацией и температурой. Иссык-куль ждет удобных и дешевых путей сообщения, чтобы широко развернуть свои экономические и культурные возможности и стать здравницей союзного значения.

4. Чуйская впадина занимает северную полосу Киргизской АССР и является ее частью, наиболее населенной и наиболее нуждающейся в воде. Долина р. Чу прижата к северной окраине впадины и на протяжении более 100 км. проходит вдоль границы между Казакстаном и Киргизией.

Р. Чу начинается в центральном Тянь-Шане, между озерами Иссык-куль и Сон-куль. После слияния двух речек, Кара-Коджур и Тюлюк, получающих питание из ледников южного склона Терскей-Ала-тау, Чу течет сначала на северо-восток и прорезает в хребте Терскей-Ала-тау глубокое мрачное ущелье. Далее она проходит через западную окраину Иссык-кульского бассейна и, получая северо-западное направление, пересекает второй мощный хребет Кунгей-Ала-тау, прокладывая в нем живописное Буамское ущелье, длиною более 120 км. Оно местами имеет характер глубокого каньона. Выйдя из Буамского ущелья, р. Чу вступает в Чуйскую впадину и у ст. Джиль-Арык, после впадения р. Кебин, имеет средний за год расход около 40 куб. м. в секунду. При дальнейшем течении р. Чу усиливается речками и ключами и наибольшего среднего расхода (до 66 куб. м. в сек.) достигает на меридиане г. Фрунзе, у сел. Георгиевского. Воды р. Чу усиленно разбираются на орошение, поэтому количество воды в ней к западу уменьшается.

Впадина в западном направлении постепенно расширяется. Она ограничена на севере Заилийским хребтом и Кандыктасскими горами, а на юге — Александровским хребтом, имеющим в восточной его трети ледники и снежные поля. Большое количество речек вытекает из горных ущелий во впадину. Наиболее крупные из них имеют средний расход, выражающийся такими цифрами (в куб. м. в сек.): Б. Кебин — 20,0, р. Бурана — 1,33, Иссыгаты — 20,0, Наурус — 1,63, Аламедин — 2,1, Ала-арча — 3,8, Аргайты — 0,7, Ак-су — 6,0 и Кара-балты—11,0 [4]). Часть речек доносит свои воды до р. Чу; однако большинство из них после выхода из гор быстро фильтруется в рыхлые галечниковые и песчано-глинистые отложения предгорной полосы и теряется в них.

---

[4]) Для р. р. Науруса и Бурана здесь указан средний расход за вегетационный период, для остальных—средний расход за год (см. Лебедев П. Н. —Краткий гидрографический очерк Казакстана. Изд. Ак. Наук СССР. Мат. Ком. Эксп. Иссл., Сер. Казакстанская, вып. 4, стр. 22 и 90—91).

Подземные воды имеют здесь большое хозяйственное значение, так как поверхностных вод недостаточно для водоснабжения и, главным образом, для орошения обширных равнинных площадей Чуйской впадины, пригодной для развития сельскохозяйственных и технических культур и для скотоводства.

В пределах горных хребтов подземные воды распространяются по трещинам различных палеозойских слоистых пород (песчаников, кварцитов, известняков и др.) и по трещинам пород изверженных (гранитов, сиенитов, порфиров, порфиритов и др.[5]). Подземные воды питаются здесь частью за счет ледников и снежных полей, частью же непосредственно за счет выпадающих атмосферных осадков. Они движутся по направлению к впадине, давая по пути ключи в ущельях и долинах. Вероятно, весьма значительная часть вод, не выступая на поверхность, фильтруется в рыхлые отложения конусов выноса, охватывающие широкой полосою подножия горных хребтов. Полоса конусов выноса лишена выходов подземных вод и бедна поверхностными водами, которые здесь тоже просачиваются в глубину.

Подземные воды образуют в этой полосе отдельные потоки, идущие, по мнению Левиной, на глубине 25—50 м. Севернее галечной полосы конусов выноса располагается, по данным Левиной, полоса крупно обломочных отложений с прослоями и линзами песка и суглинка. Колодцами селений, расположенных в этой полосе, подземные воды встречены на глубине 3—12½ м. Колодцы дают воды около 0,02 куб. м. в сек. питьевых вод. Содержание плотного остатка в колодезной воде колеблется в пределах от 0,3 до 0,67 грамма на литр воды[6]).

Севернее располагается суглинистая степная равнина, вдоль границы которой подземные воды выступают на поверхность (выклиниваются) и дают здесь много ключей, мочежин, зеленых лужаек, по местному, «сазов».

За счет выклинивающихся подземных вод возникают ручьи и целые речки. Так, напр., у г. Токмак исключительно сазными водами питается значительная речка Кызыл-су (Красная), имеющая максимальный расход 3,83 км. в сек. и минимальный 1,36 км. в сек. Но, конечно, только часть подземных вод выступает на поверхность в пределах сазной полосы. Весьма большие количества их распространяются на глубине и образуют там частью водоносные горизонты, частью отдельные подземные потоки, медленно фильтрующиеся к средней части впадины в водопроницаемых прослоях. О том, что подземные воды здесь имеются и что они обладают нередко весьма большим напором, можно судить по скважинам, пробуренным в пределах Чуйской впадины. Так, у кожевенного завода в г. Фрунзе сильно напорные воды были встречены на глубине около 70 м.; в с. Степном (к западу от г. Фрунзе) — на глубинах 3,2 м., 8 м. и 21 м. и, наконец, у ст. Луговой — на глубине около 80 м. В последнем пункте была получена самоизливающаяся вода.

Подземные воды Чуйской впадины выступают ключами в обрывах над долиной р. Чу, частью же, не выступая на поверхность, должны просачиваться в речные отложения этой долины.

В широкой Чуйской долине существуют водоносные горизонты в речных отложениях. Они питаются водою, идущей от гор в толще отложений впадины, и водою, просачивающейся из самой реки.

---

[5]) Гатальский М. А.— Гидрогеологические исследования 1927 г. в районе города Фрунзе (рукопись).

[6]) Левина Е. Ф.— Гидрогеологический очерк Фрунзенского района (осень 1929 г., рукопись).

Подземные воды, проходя длинный путь от Кандыктасского и Александровского хребтов к Чуйской долине, постепенно увеличивают свою минерализацию. Однако качество воды ключей в разных участках впадины редко выходит за пределы питьевых норм.

Для увеличения запасов воды, нужной в Чуйской впадине для орошения и водоснабжения, необходимо использовать подземные воды. Общие гидрогеологические условия впадины к настоящему времени уже в значительной степени обследованы. Сейчас на очереди стоит разведочное бурение для изучения глубоких подземных вод, и это бурение необходимо осуществить в ближайшие годы.

5. Таласская впадина, расположенная между Александровским хребтом (на севере) и Таласским Ала-тау (на юге), орошается р. Таласом, имеющим при выходе из гор средний годовой расход 32 куб. м. в сек. и максимальный расход, достигающий в вегетационный период 138 куб. м. в сек. [7]). Общие орографические, гидрологические и гидрогеологические условия здесь сходны или аналогичны условиям Чуйской впадины. Поэтому особого описания Таласской впадины не приводится.

6. Киргизская АССР богата термальными и минеральными водами [8]). Здесь известно уже не менее 20 групп источников. Из них 4 группы выходят на поверхность по северному склону Александровского хребта, 11 — по северному склону хребта Терскей-Ала-тау (в Иссык-кульском бассейне), 4 — по северному склону хребта Кок-шаал и один — на северной окраине Ферганской впадины, вблизи Джелал-абада. Наибольший интерес как по количеству даваемой воды и ее высокой температуре, так и по радиоактивности и т. д. представляют источники юго-восточной части Иссык-кульского бассейна (источники Кызыл-су, Джеты-огуз и Алтын-арасан), источники Иссык-атинские в Александровском хребте и некоторые более южные источники (Безбельчир, Хазрет-аюбские у Джелал-абада).

К термальным источникам обычно относят такие, в которых температура воды является постоянной и более высокой, чем средняя годовая температура района. Прокопенко, давший наиболее новую и полную сводку по термальным источникам Тянь-Шаня, определяет среднюю годовую температуру района в 12-15°С. Температура же источников Киргизии колеблется в пределах от 14-16° (Улахол) до 48° (Иссык-атинские и Алтын-арасанские).

Только меньшая часть источников, обладающих температурой выше 40°С, может быть названа источниками термальными. К числу их относятся Иссык-атинские, Коко-мерен, Кереге-таш и часть источников из группы Кызыл-су, Джеты-огуз, Ак-су, Алтын-арасан и Хазрет-аюб. Остальные должны быть отнесены к числу теплых источников. Наибольшим количеством горячих источников отличается Каракольский район, на юго-востоке Иссык-кульского бассейна.

Количество воды, даваемое этими источниками, сравнительно невелико. Наибольшим дебитом обладали: Иссык-атинская группа источников, где 23 грифона расходовали до 13,6 литра в секунду, и Хазрет-аюбская группа.

Вода большинства источников обладает некоторой радиоактивностью. Наибольшей и весьма высокой радиоактивностью (207—248 единиц, по Mache) отличаются источники Джеты-огузской группы.

---

[7]) Лебедев П. Н., цит. выше изд., стр. 24 и 90—91.

[8]) Глава о минеральных и термальных источниках написана по материалам работы П. М. Прокопенко: Термальные источники Центрального и Северного Тянь-Шаня. Изд. Акад. Наук СССР. Ленгр. 1930.

Степень минерализации источников для большинства невысокая и выражается на 1 литр воды обычно величиною сухого остатка от 0,22—0,36 гр. (Иссык-ата) до 0,31—0,46 (Ак-су). Значительное число источников имеет сухой остаток не более 1 грамма на литр воды и относится поэтому к типу индиферентных терм (Кара-Балта, Ала-медин., Иссык-ата, Улахол, Тур-су, Кереге-таш, Кызыл-су, Алтын-арасан и Ак-су). Значительной величиною сухого остатка (от 9,46 до 13,71 гр. на 1 литр воды) отличаются источники Джеты-огуз.

Собственно минеральные источники (содержащие сухого остатка более 1 гр. на литр воды) относятся по характеру минерализации к различным типам; известны источники щелочно-галоидно-сульфатные (Алабуга-Нарынские), галоидно-известково-сульфатные (Безбельчир-арасан), галоидно-сульфатные (Джеты-огуз), щелочные (Хазрет-аюб) и т. д. Многие источники выделяют сероводород (Иссык-ата, Коко-Мерен, Улахол, Кереге-таш, Джукучак, Кызыл-су, Джеты-огуз и др.). Интересно отметить, что расположенные на юге Нарынского края ключи Безбельчир-арасан, содержащие твердого остатка 2,782 грамма и обладающие температурой 16-17° С, изливают газированную воду, напоминающую своим вкусом столовую воду углекислых источников типа кавказского Нарзана. Эти источники на большой площади (около 3-4 кв. км.) отлагают слои известкового туфа.

Многие источники используются местным населением в лечебном отношении. Курорты имеются только на Иссык-атинских, Джеты-огузских, Ак-суйских и Джелал-абадских источниках, при чем Иссык-атинский с 1927 г. признан курортом союзного значения.

В случае проведения удобных путей сообщения может приобрести такое же значение и Джеты-огузский курорт, расположенный в Каракольском районе. Вероятно, при этом возникнут курорты и на соседних группах источников Иссык-кульского бассейна (Алтын-арасан и др.).

Б. И. ТЕРЛЕЦКИЙ.

Подземные воды Казакской АССР.

1. ОБЩИЙ ОБЗОР.

Орография. Казакстан расположен в пределах Атлантической покатости Евразиатского материка. Вдоль восточной границы Казакстана поднимается барьер мощных горных хребтов. Здесь возвышается до 7 тыс. м. система Тянь-Шаня. Севернее расположена сложная горная система Джунгарского Ала-тау с отдельными высотами до 5 тыс. метров. Далее к северу поднимается хребет Тарбагатай с высотами до 2,4 тыс. м., и, наконец, в северо-восточный угол Казакстана, к востоку от Семипалатинска, входят отроги рудного Алтая. От снежных вершин и ледников, окаймляющих Казакстан с востока, поверхность Казакстана неуклонно понижается в западном направлении, и на юго-восточных берегах Каспийского моря она опускается до 25,6 м. ниже уровня океана.

В северной половине Казакстана, от Тарбагатая через хребет Акчатау и Чингиз и еще дальше — через Карагандинские и Акмолинские высоты до южных отрогов Уральского хребта, протягивается водораздел, разделяющий Атлантическую покатость на два крупных бассейна. К северу располагается бассейн Сев. Ледовитого океана. Степные равнины б.б. Павлодарского, Акмолинского и Петропавловского округов, лежащие в этом бассейне, сливаются с Западно-Сибирской низменностью. К югу от водораздела располагается ряд внутренних бассейнов бессточных озер Казакстана. В направлении с востока на запад на поверхности Казакстана можно выделить пять основных внутренних бассейнов. Самым восточным является бассейн оз. Балхаша, имеющего в последние годы средний уровень около 345 м. над ур. океана. В пределах этого внутреннего бассейна можно выделить еще ряд мелких бессточных бассейнов, а именно: оз. Уялы, Сасык-куль, Ала-куль и др. Только в редкие годы, отличающиеся полноводием, эти более мелкие озера сливаются друг с другом и образуют временный общий внутренний бессточный бассейн.

К северу и северо-западу от Балхаша располагаются меньшие по размерам бассейны озер Кара-сор и Денгиз. Еще западнее находится бассейн Аральского моря, имеющий среднюю высоту около 53 м. над уровнем океана и около 70 м. над уровнем Каспийского моря. По орографическим условиям нужно было бы Аральское море включить в бассейн Каспийского. Однако то обстоятельство, что Аральское море не отдает в бассейн Каспийского — путем поверхностного стока — ни одной капли воды, позволяет Аральское море считать самостоятельным бассейном.

Уровень Каспийского моря располагается на 25,6 м. ниже уровня океана. Однако эти высоты не являются предельно низкими в Казакстане. Так, например, к юго-востоку от Аральского моря, на границе с Туркменистаном и Каракалпакской автономной областью, в местности

Сары-камыш имеются впадины, дно которых, по Л. С. Бергу, находится на 44,8 м. ниже уровня Каспийского моря. Отдельные впадины заполнены здесь озерами, и уровни некоторых из них находятся на 12,2 м. ниже уровня Каспийского моря.

Гидрография. Такой крупный размах в колебании высот, достигающий 7 тыс. м., создает в Казакстане чрезвычайное разнообразие физико-географических условий. Наивысшие точки расположены вдоль восточных и юго-восточных границ Казакстана; это вызывает возникновение наиболее густой речной сети именно в этой полосе. На ряду с участками, в которых длина речной сети превышает 18 км. на 100 кв. км. площади, имеются в Казакстане обширные участки, совершенно лишенные поверхностных вод. К числу последних принадлежат отдельные площади в пределах Балхаш-Алакульской впадины, в северном и южном Прибалхашье, а также значительные участки в Голодной степи и в песках Муюн-кум. Почти совсем лишены постоянных поверхностных вод площади к северо-востоку от Аральского моря, занятые приаральскими песками Кара-кум, Больш. и Мал. Барсуки и др. Однако наибольшие площади, лишенные поверхностных вод, находятся на юге Казакстана, там, где лежат пески Кызыл-кум, и в пространстве между Аральским и Каспийским морями, на плато, носящем название Усть-Урт.

Наиболее крупные речные артерии Казакстана — реки Иртыш, Или и Сыр-Дарья. Однако все они только частью своей входят в пределы Казакстана. Иртыш протекает вдоль северо-восточной границы республики. Р. Или орошает юго-восточный Казакстан. Сыр-Дарья протекает по пустынной низменности южного Казакстана. На Иртыше и Сыр-Дарье существует пароходство, а на Или в плессе, расположенном между Турксибом и Балхашем, с 1928 г. начал курсировать один буксирный пароход.

Река Или имеет большие колебания расхода воды. Так, за многолетний период наблюдений на илийском гидрометрическом посту установлено, что максимальный расход выражался цифрой в 1.272,3 куб. м. в сек., а минимальный — опускался до 115,4 куб. м. в сек. Среднее количество воды, расходуемое рекой Или, колеблется в пределах 500—600 куб. м. в сек.

Наиболее крупные реки из числа тех, которые целиком расположены в пределах Казакстана, имеют расход воды значительно меньший. Так, например, Каратал, берущий начало с ледников западных отрогов Джунгарского Ала-тау и впадающий в оз. Балхаш, обладает максимальным расходом 286,5 куб. м., а минимальным — 42,9 куб. м. в сек. Река Тентек, питающаяся за счет ледников северного склона Джунгарского Ала-тау и впадающая в оз. Сасык-куль, имела максимальный расход в 202 куб. м., а минимальный около 35 куб. м. в сек.

Наиболее густая гидрографическая сеть приурочена к юго-восточной и восточной окраинам Казакстана, а также к северной трети его территории. Интересно отметить явление так называемой бифуркации, т. е. временного смыкания бассейна Северного Ледовитого океана с бассейном внутренних бессточных озер. Лебедев указывает, что р. Нура, впадающая в оз. Денгиз, временами отдает часть своих вод в Ишим, т. е. в бассейн Сев. Ледов. океана. Такое же явление предполагается и для бассейна р. Тобола, принадлежащего к бассейну Северного Ледовитого океана, и р. Тургая, принадлежащей к бассейну Аральского моря [1]).

[1]) Лебедев. Б. Н.—Краткий гидрографический очерк Казакстана. Изд. Академии Наук СССР, Мат. Ком. Эксп. Исс., серия Казакстанская.вып. 4, стр. 9.

Наиболее густое оседлое земледельческое население располагается вдоль юго-восточной и восточной границ Казакстана и в пределах северной его трети. Центральный, южный и западный Казакстан имеет редкое кочевое и оседлое население. Такое распределение населения по территории стоит в зависимости от физико-географических условий и, в частности, от распределения поверхностных и подземных вод. Для завоевания и освоения громадных полупустынных и пустынных пространств Казакстана требуются большие количества питьевых и поливных вод. Запасы имеющихся здесь поверхностных вод не могут покрыть непрерывно возрастающей потребности в воде. Поэтому на ближайшей очереди стоит вопрос о выявлении запасов подземных вод, достаточно мощных по количеству и достаточно удовлетворительных по качеству.

2. ОБЩИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КАЗАКСТАНА.

Степень обеспеченности Казакстана подземными водами не одинакова для различных его частей и стоит в зависимости от количества и качества подземных вод в пределах естественных гидрогеологических районов. Количество же и качество определяются общими условиями питания и распространения подземных вод, т. е. климатом и геологическим строением отдельных гидрогеологических районов. Большое значение имеют условия стока и поглощения поверхностных вод, зависящие от рельефа и водопроницаемости покровных пород. На качестве подземных вод сильно отражается минеральный состав горных пород, имеющих преимущественное распространение в отдельных районах.

На площади Казакстана, не считая его высокогорных районов, занимающих полосу вдоль восточной и юго-восточной границ республики, можно выделить четыре климатических зоны. Они вытянуты широтными полосами и сменяют одна другую в направлении с севера на юг в таком порядке: 1) лесостепь, 2) степь, 3) полупустыня и 4) пустыня. Каждая из них отличается своими общими физико-географическими особенностями.

1. Лесостепная зона занимает северную окраину Казакстана и располагается в пределах бассейна Сев. Ледовитого океана. Условная южная граница лесостепи проходит приблизительно через города Троицк и Кустанай, а далее протягивается к северу от оз. Селеты-Денгиз и оз. Кулундинского. Рельеф этой полосы представляет равнину, несущую на своей поверхности множество замкнутых впадин с болотами и постоянными и временными озерами. Впадины разделены гривами северо-восточного направления. Эта полоса пересечена бассейнами р.р. Ишима и Тобола и их притоками. Она отличается относительным для Казакстана богатством поверхностных вод, что является следствием сравнительно большого количества атмосферных осадков, наибольшего в Казакстане и достигающего здесь 300 мм. в год. Густота постоянной речной сети вблизи основных водных артерий достигает длины 6—8 км. на 100 кв. км. площади. На междуречных пространствах длина сети падает до 2 и менее км.

Обычная густота временной речной сети близка к 2 км. Только на отдельных небольших участках она поднимается до 4—6 км. на 100 кв. км. площади. Поверхность покрыта степными травами и небольшими рощами («колки») березы и др. лиственных пород.

По качеству поверхностные воды лесостепной полосы Казакстана принадлежат к пресным. Исключение представляют засоленные

воды бассейна р. Абугана, являющегося правым притоком р. Тобола, и соленые и солоноватые воды речной сети внутренних бассейнов оз. Денгиз и др.

Эта полоса, имеющая центрами своего тяготения города Петропавловск, Троицк, Кустанай и Кокчетав, принадлежит к числу наиболее густо населенных в Казакстане. По своим естественно-историческим условиям весь район является земледельческо-скотоводческим. Земледелие развивается здесь без орошения. Поэтому как поверхностные, так и подземные воды здесь необходимы для целей водоснабжения.

2. Зона сухих полынно-злаковых степей протягивается полосой в широтном направлении и захватывает части бассейнов рек Урала, Тобола, Ишима и Иртыша ,а также верховья речек Иргиза и Тургая и два замкнутых бассейна: оз. Селеты-Денгиз с речкой Селеты и южное оз. Денгиз с речкой Нурой. Южную границу степной зоны условно проводят к югу от Уральска и Семипалатинска, через города Темир, Тургай и Каркаралинск.

Преобладающей формой рельефа является здесь степная равнина. Между городами Темиром и Актюбинском, с одной стороны, и р. Иргизом, с другой, поднимаются Мугоджарские горы, вытянутые почти в меридиональном направлении. В восточной трети степной полосы поднимаются изолированные гряды мелкосопочника (горы Улюты. Орда, Баян-аул, Калмак-Кырган, Чадра, Куу-чоку, Карагайлы, Кызылтау, Эндрей и многие другие).

Густота постоянной речной сети обычно определяется здесь в 2—6 км. на 100 кв. км. площади. На сев.-западе, в районе Уральска, Илецка и Актюбинска, а также на востоке степной зоны длина постоянной сети достигает на отдельных участках 8—12 км. на 100 кв. км. площади. Иные цифры характеризуют здесь временную речную сеть, обычная длина которой колеблется в пределах от 2 до 8 км. на 100 кв. км. площади, а наибольшую величину (местами до 16 км.) временная сеть получает в районах Актюбинска и Атбасара. Поверхностные воды в большинстве пресные. Однако значительные по площади участки отличаются преобладанием солоноватых и даже соленых поверхностных вод. Так, по западной половине степной полосы солоноватые поверхностные воды весьма часты по правобережью р. Урала и на пространстве между верховьями р.р. Иргиза и Тургая. То же явление характерно и для впадины оз. Денгиза (южного) и низовий р. Нуры. Наиболее широкое распространение солоноватые (и соленые) проточные воды получают на широкой полосе левобережья р. Иртыша.

Обычная сумма годовых осадков — 250—300 мм. К югу количество осадков убывает. Главное количество их выпадает в зимнюю половину года. Бывают годы, когда в летние месяцы осадков почти нет.

Вся полоса степей отличается густым травяным покровом. На сухих каштановых почвах развивается ковыль (ковыльная степь). Южнее начинается на отдельных пятнах степи засолонение почвы. На слабо засолоненных почвах развивается преимущественно полынь (полынная степь), а на солонцах — типчак (типчаковая степь).

В степной полосе имеется сравнительно густое кочевое и оседлое население. Район скотоводческо-земледельческий. Земледелие развивается обычно без орошения, хотя на отдельных небольших участках орошение желательно. Воды рек и озер, а также подземные воды здесь необходимы, как источники водоснабжения.

3. К югу от степной полосы располагается зона полупустынь. Условная южная граница ее проходит от устья р. Эмбы к устью

р. Аягуза через северные побережья Аральского моря и оз. Балхаша. Преобладающей формой рельефа является здесь степная равнина. Наиболее возвышенные участки, в пределах полупустыни, приурочены к Тургайской столовой стране и к широкой площади северного Прибалхашья, где на значительных участках господствует горно-сопочный рельеф. В Тургайской столовой стране, занимающей северный сектор побережий Аральского моря, получают развитие отложения третичной системы (глины с гипсом, пески, рыхлые песчаники и тонкие прослои мергелистых известняков), залегающие почти горизонтально. Пестрая перемежаемость этих пород, различно сопротивляющихся механическому разрушению, создает условия для возникновения своеобразного рельефа. Значительные толщи третичных пород раздуты ветрами, и поверхность степи понизилась. В настоящее время на слабо-волнистой поверхности глинистой или песчаной степи сохранились отдельные столовые горы с ровной, нередко горизонтальной водораздельной площадкой и крутыми склонами. Эти останцы или остаточные горы (геологические свидетели) имеют высоту 100—200 и редко больше метров. Они сложены из третичных слоев, которые на прилегающих равнинных участках уже нацело развеяны ветром.

Количество поверхностных (речных и озерных) вод здесь резко уменьшается, число озер сокращается, и взамен появляется много плоских впадин с обогащенным минеральными солями слоем на дне, — впадин, наполняющихся водою только в весеннее время и к началу лета высыхающих. Большие участки полупустынь (около 40% всей площади) лишены поверхностных вод. Сюда относятся пространства между Каспийским и Аральским морями, пески Кара-кум, значительные участки между р. Сары-су и Балхашем. Постоянная речная сеть на остальной площади полупустынь достигает иногда длины 6 км. на 100 кв. км. площади. Длина временной речной сети на отдельных участках (южные отроги Мугоджар, левобережье в верховьях р. Сары-су и Каркаралинский район) поднимается до 6—10 км. на 100 кв. км. площади. Многие реки к лету теряют непрерывное течение и превращаются в цепочки плесов, соединяющихся обычно только подземным течением. Воды озер, рек и близких к поверхности подземных горизонтов заметно минерализованы. Здесь часты солоноватые и соленые воды. Количество источников к югу уменьшается.

Климат континентальный. Количество осадков обычно меньше 250 мм. в год, а в Прибалхашье оно опускается до 150—110 мм. в год. Главная масса осадков на севере полупустынной зоны выпадает в июне—июле. К югу максимум выпадания осадков перемещается на май. Наименьшее количество осадков здесь приходится на июль и август, т. е. на то время, когда испарение достигает наибольшей силы.

Почвенный покров представлен бурыми суглинками и светлокаштановыми почвами. Широкое развитие получают солонцы и солончаки. Травяной покров редкий; преобладают однолетние растения (типчаковая степь, полынная степь).

В полупустыне редкое, преимущественно кочевое население. Главное его занятие — скотоводство. Земледелие без искусственного орошения развиваться здесь не может.

4. К югу от зоны полупустынь располагаются пустыни. Они занимают весь южный Казакстан. Сюда входят Усть-Урт, Туркестанская низменность, Голодная степь (Бет-пак-дала), пески Муюн-кум, пески Курманын-кум и пустыня Сары-иших-отрау, в южном Прибалхашье.

Полоса пустынь представляет собой равнину и распадается на несколько обширных, весьма пологих, замкнутых котловин. Каждая из

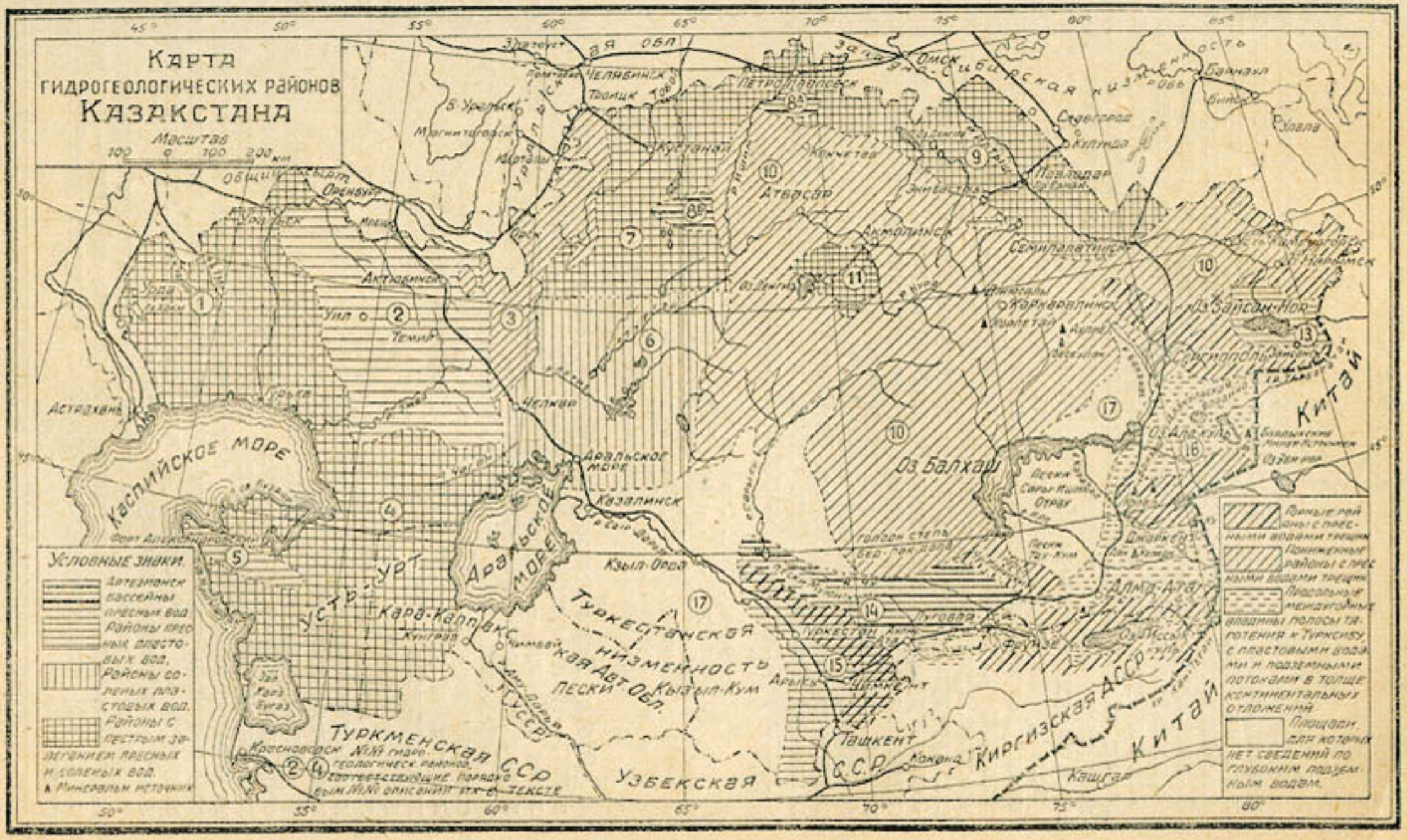
них представляет собою область, лишенную стока. По существу здесь нет собственной речной сети. Те речные потоки, которые проникают в пустыню, начинаются далеко за ее пределами или в горной области на юго-востоке Казакстана (р.р. Чу, Или, Каратал, Лепса, Аягуз и др.) или же приносят свои воды весною из степной полосы (р.р. Эмба, Сары-су и др.). Реки притекают сюда и уже к началу лета, обессиленные испарением и быстрой фильтрацией воды в рыхлые покровные породы, иссякают, оставляя после себя сухие русла. Ни одна капля воды путем поверхностного стока не выходит за пределы пустынь. Здесь происходит накопление механических осадков, транспортируемых речными потоками. Здесь же в центральных частях пустынь увеличиваются количества минеральных солей, приносимых водами с окраин пустыни. Здесь господствует солончак. Почвенный покров представлен сероземами. Травяной покров редкий; однолетние жесткие травы растут отдельными кустиками, а между ними располагаются участки обнаженной почвы, растрескавшейся от солнечного нагрева. Климат резко континентальный.

Население или отсутствует на больших площадях, или крайне редкое. Не только земледелие требует здесь искусственного орошения, но и скотоводство, из-за отсутствия открытых водоемов, нуждается в создании опорных колодцев для водопоя скота.

Краткий обзор климатических зон Казакстана приводит к таким выводам:

1. Значение подземных вод в Казакстане увеличивается в направлении с севера на юг. В лесостепной и степной зонах подземные воды, на ряду с поверхностными, важны как источники водоснабжения. На отдельных участках степной зоны уже желательно орошение. В зонах полупустыни, т. е. на площади приблизительно двух южных третей Казакстана, значение подземных вод сильно возрастает, так как, по мере приближения к южной границе республики, уменьшается количество поверхностных (озерных и речных) вод и одновременно резко возрастает потребность в искусственном орошении. В зонах полупустыни и пустыни подземные воды получают значение решающего экономического фактора. Они необходимы здесь как источники водоснабжения и орошения. Подземные воды в южном Казакстане являются основным фактором при разрешении проблемы освоения и колонизации новых скотоводческих районов, могучим орудием для покорения пустыни.

2. Условия питания подземных вод находятся в Казакстане в зависимости от географического положения отдельных районов. В связи с увеличением испарения и уменьшением количества атмосферных осадков, условия питания подземных вод в направлении с севера на юг ухудшаются. Этот вывод об ухудшении условий пополнения запасов подземных вод остается верным, если принимать во внимание только местные гидрометеорологические условия, господствующие непосредственно в полосе пустынь и полупустынь. Если же вспомнить, что с юго-востока Казакстан окаймлен барьером мощных горных массивов, являющихся громадными собирателями атмосферных вод, то следует признать, что пустыни юго-восточного и частью южного Казакстана находятся в своеобразных и выгодных условиях питания подземных вод. Большие количества воды, вытекающие с хребтов Кара-тау, Таласского Ала-тау, Тянь-Шаня, Джунгарского Ала-тау и Тарбагатая в виде поверхностных и, главным образом, подземных потоков, проникают в область пустынь, образуют здесь большие запасы вод, а в отдельных гидрогеологических


Карта
гидрогеологических районов
Казакстана
Масштаб
100 0 100 200 км
Условные знаки.
Артезианск бассейны пресных вод.
Районы пресных пластовых вод.
Районы соленых пластовых вод.
Районы с пестрым залеганием пресных и соленых вод.
Минеральные источники
№№ гидрогеологических районов соответствующие порядковым №№ описаний их в тексте
Линные районы с пресными водами трещин
Пониженные районы с пресными водами трещин
Предгорные и межгорные впадины полосы притяжения к Туркестану с пластовыми водами и подземными потоками в толще континентальных отложений
Площади для которых нет сведений по глубоким подземным водам.
Каспийское море
Аральское море
Оз. Балхаш
Оз. Зайсан-Нор
Оз. Алаколь
Оз. Иссык
Туркестанская низменность
Кызыл-Кум
Пески Бет-Пак-Дала
Пески Сары-Ишикотрау
Пески Таш-Кум
Алма-Ата
Ташкент
Киргизская АССР
Узбекская ССР
Туркменская ССР
Китай
Уральск
Оренбург
Актюбинск
Кустанай
Петропавловск
Омск
Барнаул
Семипалатинск
Акмолинск
Атбасар
Кокчетав
Павлодар
Карсакпай
Кзыл-Орда
Казалинск
Чимкент
Ленинабад
Фрунзе
Пржевальск
Кашгар
Красноводск
Астрахань
Форт Александровск
Уральск
Магнитогорск
Челябинск
Тобольск
Тюмень
Ташкент
Ленинск
Зайсан
Семипалатинск
Бийск
Новосибирск
Кемерово
Томск
Барнаул
Ульяновск
Саратов
Самара
Уфа
Пермь
Свердлов

районах (напр., в низовьях р. Чу и в бассейне р. Или) создают и крупные артезианские бассейны.

Питание подземных вод зависит не только от географического положения района. В пределах одного и того же района условия питания изменяются во времени и переживают периодические колебания, связанные с общими периодическими колебаниями климата. Об этом интересном явлении для Казакстана можно судить пока только по косвенным признакам. Одним из таких признаков являются колебания уровня воды в озерах. Факт изменчивости уровня в озерах общеизвестен. Правильные систематические наблюдения этого явления начаты в последние десятилетия и при том на наиболее крупных озерных бассейнах (Балхаш, Аральское море и др.). Для характеристики явления за прежнее время необходимо пользоваться указаниями местного населения, случайными сведениями из общих географических работ, из материалов статистических описаний земельных участков, прилегающих к озерным бассейнам, и т. д. Л. С. Берг произвел крупную работу по выборке таких указаний и дал сводку их за большой промежуток времени. Из этой сводки видно, что на ряду с ежегодными колебаниями уровня в озерах, зависящими от сезонных явлений года, от таяния снега и выпадения осадков в пределах озерных бассейнов, существуют еще колебания более длительные, охватывающие периоды около 35 лет. По Бергу [2]), «эпохи прибывания и убывания для Туркестана, Зап. Сибири и оз. Гокчи (на Кавказе) в XIX столетии приходятся на следующие годы:

Максимум	начало 40-х годов.
Минимум	около 1854.
Прибывание	1854—60 (Сибирь), около 1860 (Туркестан).
Убывание	60-е и 70-е годы.
Минимум	начало 80-х годов.
Прибывание	80-е, 90-е и 900-е годы.

Сводку Берга можно расширить указанием, что Балхаш, пережив в 1915—16 гг. состояние высокого уровня и в конце третьего десятилетия XX века — состояние уровня минимального, снова вступает в период постепенного прибывания в нем воды и повышения уровня.

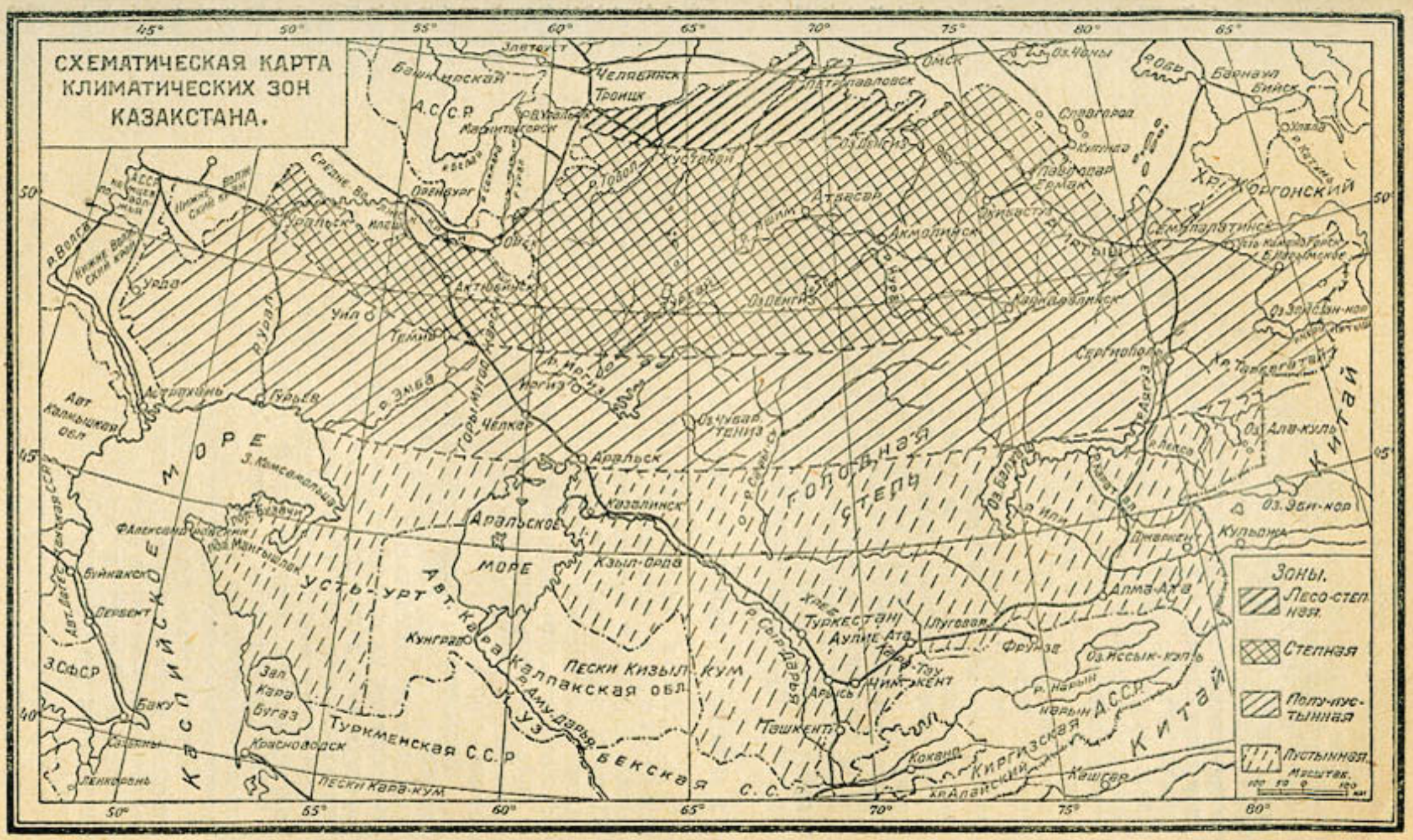
Наблюдения показывают, что максимум и минимум уровня даже в соседних озерных бассейнах не всегда совпадают по годам. Так, наиболее высокий уровень в соседних с Балхашем озерах Сасык-куль и Алакуль наступил в 1917—19 гг., т. е. позднее, чем в самом Балхаше. Это явление некоторой разновременности одноименных фаз уровня в различных озерах надо ставить в зависимость от местных климатических и оро-гидрогеологических условий, господствующих в пределах данного замкнутого озерного бассейна.

Отсюда следует обратный вывод о том, что степень наполнения озерных бассейнов, определяемая состоянием их уровня, может служить косвенным указателем на общие климатические и, в частности, гидрометеорологические условия, переживаемые отдельными районами, а, следовательно, и на периодические колебания влажности климата и на зависящие от этого общие условия питания подземных вод в пределах данного замкнутого бассейна.

Таким образом, к числу факторов, определяющих гидрогеологическое районирование Казакстана, прибавляется еще один — местный климат, господствующий в пределах замкнутых бассейнов Казакстана.

---

[2]) Берг Л. С.—Климат и жизнь. Госиздат. Москва, 1922, стр. 140.


СХЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТА КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН КАЗАКСТАНА.
Зоны.
Лесо-степная.
Степная
Полу-пустынная
Пустынная.
Масштаб.
Каспийское море
Аральское море
Голодная степь
Усть-Урт
Пески Кизыл-кум
Пески Кара-кум
Туркменская С.С.Р.
Узбекская С.С.Р.
Киргизская А.С.С.Р.
Хр. Каратау
Хр. Алатау
Хр. Моинтау
Хр. Тарбагатай
Хр. Саур
Хр. Ирбит
Хр. Мугодж.
Горы Мугодж.
Хр. Ермак
Хр. Коргонский
Китай
Монгольская Н.Р.
Башкирская А.С.С.Р.
Киргизская А.С.С.Р.
Алтайский край
Новосибирск
Барнаул
Бийск
Омск
Тобольск
Тюмень
Челябинск
Троицк
Магнитогорск
Оренбург
Уральск
Актюбинск
Гурьев
Астрахань
Уральск
Уфа
Самара
Саратов
Ташкент
Фрунзе
Алма-Ата
Семипалатинск
Павлодар
Ермак
Акмолинск
Кустанай
Аральское море
Кзыл-Орда
Казалинск
Чимкент
Аулие-Ата
Джамбул
Кокчетав
Петропавловск
Сергиополь
Кульджа
Оз. Зайсан-нор
Оз. Алаг-куль
Оз. Эби-нор
Оз. Иссык-куль
Оз. Балхаш
Оз. Чаны
Оз. Чебак-Тенгиз
Оз. Тенгиз
Оз. Ханка
Р. Волга
Р. Урал
Р. Эмба
Р. Тобол
Р. Иртыш
Р. Обь
Р. Сыр-Дарья
Р. Аму-Дарья
Р. Или
Р. Нарын
Р. Чу
Р. Кара-Бугаз
Зал. Кара-Бугаз
Бакуриани
Ленкорань
Баку
Дербент
Буйнакск
Красноводск
Кунград
Мангышлак
Флеровский
Гурьев
Бухара
Ташкент
Коканд
Кашгар
Хорог
Ош
Джаркент
Кульджа
Алма-Ата
Фрунзе
Семипалатинск
Сергиополь
Акмолинск
Кустанай
Тобольск
Тюмень
Челябинск
Троицк
Магнитогорск
Оренбург
Уральск
Актюбинск
Гурьев
Астрахань
Уфа
Самара
Саратов
Ташкент
Фрунзе
Алма-Ата
Семипалатинск
Павлодар
Ермак

При районировании такой обширной территории, как Казакстан, нами принимались во внимание только глубокие подземные воды и выделялись в гидрогеологические районы лишь такие площади, для которых выявился тот или иной основной водный источник, общий для всей площади, например, пресные напорные воды меловой системы для района (№ 2) между р. Уралом и Мугоджарскими горами, или воды трещинного типа палеозойской толщи для района (№ 10) северо-восточного Казакстана. Грунтовые же воды, заключенные в толще покровных четвертичных пород, имеющие узкоместное значение и отличающиеся пестротою условий залегания, качества и количества, при выделении районов во внимание не принимались. Они могут явиться в дальнейшем одним из признаков для более дробного районирования отдельных крупных, выделенных нами, гидрогеологических районов.

Как всякая сводка, и эта попытка районирования подземных вод Казакстана соответствует степени современной его изученности в данном направлении. Как одна из первых попыток, это районирование не может претендовать на окончательность выводов. Оно стремится лишь выявить основную гидрогеологическую идею для каждого района и тем самым дать практикам и будущим исследователям рабочую гипотезу, могущую оказаться полезной при дальнейших гидрогеологических планомерных исследованиях и при практических поисках глубоких водных источников. Несомненно, дальнейшие исследования внесут в эту сводку исправления и дополнения.

3. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЙОНОВ КАЗАКСТАНА.

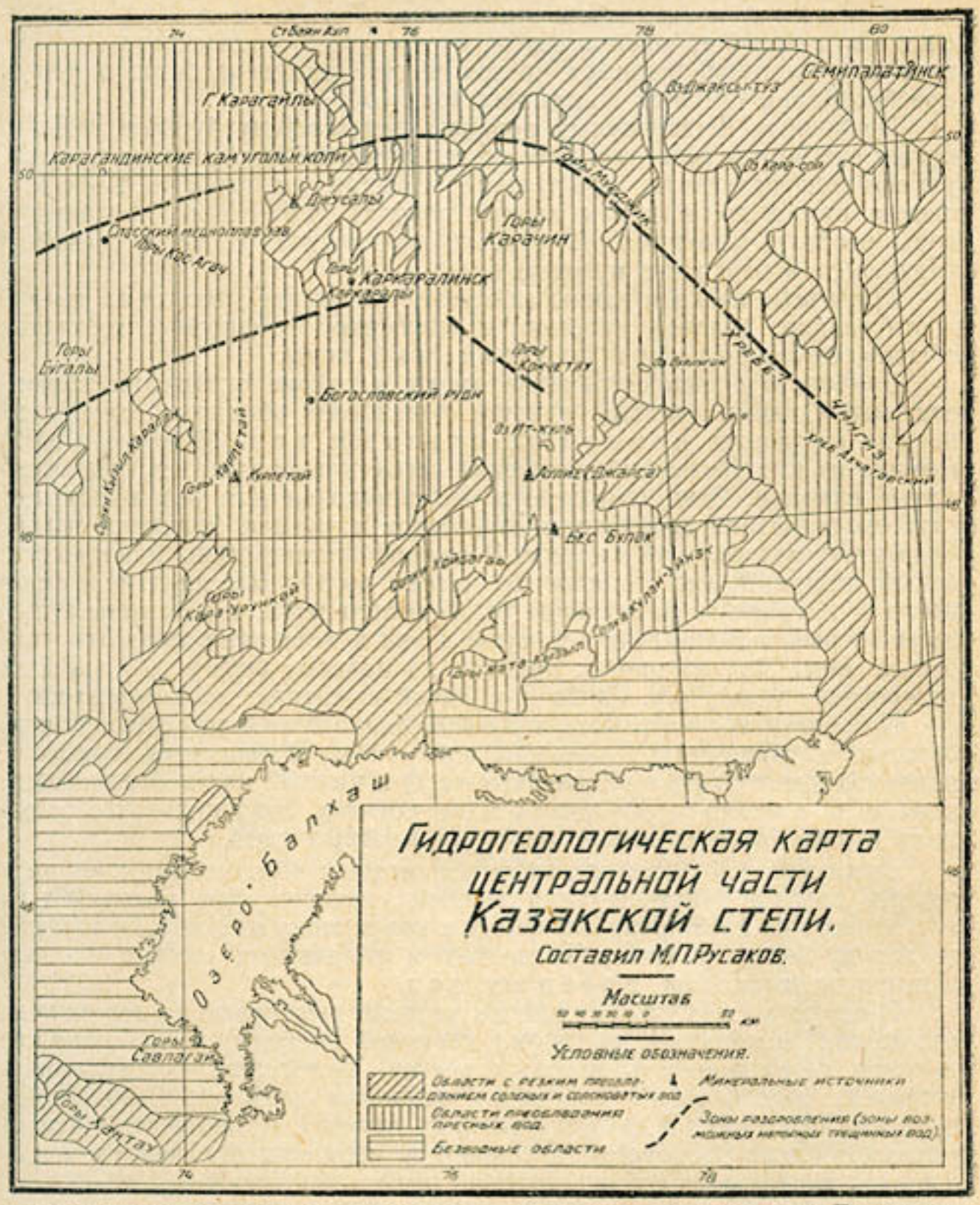
1. Район между северо-западной границей Казакстана и нижним течением р. Эмбы представляет слабо волнистую низменность, понижающуюся к Каспийскому морю. Плоские водораздельные высоты поднимаются обычно до 50—60 м.; широкие котловины иногда имеют отметки дна ниже уровня моря. В северо-западном углу район захватывает крайние отроги Общего Сырта; местность повышается и становится полого-волнистой. В южной половине значительные площади занимают всхолмленные подвижные пески.

Большинство речек (Горькая, Бол. и Мал. Узени, Уил, Сагыз и др.), не доходя до моря или Волги, впадает во внутренние озера; они имеют солоноватую, соленую или горько-соленую воду. Летом многие из них распадаются на отдельные плесы. Из крупных рек только Урал имеет пресную воду и доходит до моря. На площади района много соленых и горько-соленых озер. Некоторые из них известны как самосадочные (озера Индерское, Б. и М. Кардуанское, Томанчи и др.). Мелкие озера, высыхая летом, оставляют после себя соленые грязи (хаки).

Весь район сложен, главным образом, мощной толщей отложений древне-четвертичного Арало-Каспийского бассейна. Они представляют пеструю перемежаемость глин (часто мергелистых или гипсоносных), песчанистых глин, песков разной величины зерна, глинистых песков, рыхлых песчаников и т. д. Отдельные прослои часто выклиниваются: водопроницаемые слои в горизонтальном направлении сменяются водоупорными. Поэтому в арало-каспийской толще нет обширных по площади постоянных водоносных горизонтов.

Подземные воды отличаются здесь крайней пестротой как по глубине залегания, по площади водоносных горизонтов и мощно-

сти водосодержащих слоев, так и по напору, количеству и качеству самой воды. Горизонты пресной воды, чередуясь с горизонтами сильно минерализованных вод (до соленых включительно), находятся на глубинах преимущественно от 25 до 100 м. Глубже, как показывают буровые



скважины (в Астрахани — глубиной в 542 м., в урочище Бляули — 355 м.), воды исключительно соленые. Интересно отметить, что скважина в ур. Бляули (в 120 км. к северо-востоку от г. Гурьева) пересекла 10 водоносных горизонтов. Из них только верхний горизонт (на глубине 54,6—56,5 м.) дал пресную воду, остальные горизонты (на глубинах от 72,3 м. до 206,4 м.) содержали воду соленую [3]).

[3]) Козырев А. А. — Краткий гидрогеологический очерк Казакстана. Изд. Акад. Наук СССР, 1927 г. Мат. Ос. Ком. по иссл. Союза и Авт. Респ. Сер. Казакстанская, в. 4, табл. 1, стр. 12.

На севере района в толще сыртовых глин, лежащих на поверхности арало-каспийских отложений, имеется постоянный горизонт подземных вод в слюдистых песках, подчиненных нижней части сыртовых глин. Вода этого горизонта по своему качеству пестрая.

2. Район, лежащий между р. Уралом и Мугоджарскими горами, отличается от предыдущего разнообразным геологическим составом, большим числом водоносных горизонтов и резким преобладанием пресных подземных вод.

Покровные четвертичные породы представлены бурыми песчанистыми глинами и реже песками, одевающими чехлом равнины и мягкие увалы водораздельных пространств. Обычно на глубине 4—10 м. в песках или в песчанистых глинах находят пресные ненапорные воды местного значения. В речных отложениях также встречаются близкие от поверхности пресные воды.

Третичные пески и глины занимают небольшие участки на поверхности осадков меловой системы и заключают водоносные горизонты обычно солоноватой или соленой воды.

Наибольшее распространение имеют в районе отложения меловой системы. С ними связаны лучшие и наиболее обильные здесь водоносные горизонты напорных пресных вод. Меловые и налегающие на них третичные отложения согнуты в пологие широтно-вытянутые складки. Этим объясняется неодинаковая для различных мест глубина залегания водоносных горизонтов и разная величина напора подземных вод меловой системы. В составе системы принимают участие белый пишущий мел (мощностью иногда до 100 м.), желтые и серые пески и песчаники, залегающие выше белого мела, и перемежающиеся зелено-серые и синие глины и серые пески и песчаники, лежащие ниже белого мела. Мел во многих пунктах по правому берегу р. Уила и на водоразделе между р.р. Сагизом и Эмбой выступает на поверхности.

В средней полосе района и на западе его белый мел находится на большой глубине, часто превышающей 50 м. Водоносные горизонты, подчиненные этой системе, заключены 1) в нижней части самого белого мела и 2) в желто-серых песках и песчаниках, лежащих выше белого мела и заключенных между пластами плотных глин.

Ниже меловой системы находятся серые и черные глины, серые и желтые пески и белые мергели юрской системы. Они выступают на поверхность на небольших площадях к юго-востоку от Илецкого городка, по левому берегу р. Илека. В песках и песчаниках юрской системы заключены горизонты пресных вод.

В северо-восточном углу района местами выступают на поверхность отложения (мощностью до 100 м.) пермской системы, представляющие пеструю перемежаемость красных песков, песчаников, известняков и мергелей, подстилаемых красными жирными глинами. Водоносность пермских отложений в данном районе не изучена. По аналогии с близко расположенным Оренбургским районом в пермских отложениях можно ожидать напорные воды, значительно минерализованные.

3. Мугоджарские горы и крайние юго-восточные отроги Урала. Мугоджарские горы представляют собою вытянутую в направлении с ю.-юго-запада на с.-северо-восток полосу, занятую холмами и группами холмов, разделенных по окраинам полосы поперечными долинами и продольными — в центральной части. В долинах вдоль ручейков развит густой травяной (луговой) покров. На западном склоне нередки заросли лиственных деревьев (березы, осины и др.). Горы сложены древними изверженными породами (гранитами, диоритами, порфиритами, диабазами, порфирами и др.), а также породами

метаморфическими (гнейсами, кристаллическими сланцами, яшмами и др.). Все эти породы разбиты многочисленными трещинами, и преобладающим в районе водным источником являются подземные воды трещинного типа, дающие много пресных ключей. В долинах имеются обычно пресные неглубокие подземные воды в речных отложениях.

Естественным продолжением этого гидрогеологического района на север служит полоса по левому берегу р. Тобола, вытянутая вдоль северо-западной границы Казакстана. Крайние юго-восточные отроги Урала имеют вид увалов мягких очертаний. Они сложены известняками, песчаниками, сланцами и т. д. каменноугольной и девонской систем. Слои имеют сильно нарушенное залегание. На ряду с осадочными, здесь выступают и породы изверженные; среди последних преобладают граниты. Все эти породы рассечены густой сетью мелких трещин и заключают в себе обычно пресные воды трещин, вытекающие ключами в склонах холмов и в долинах.

4. Пространство между Каспийским и Аральским морями представляет район с преобладанием пластовых подземных вод среди отложений третичной и меловой систем — вод с пестрым химическим составом.

В северной трети района, от р. Эмбы до р. Чаган, преобладает слегка волнистая степь, медленно понижающаяся к югу. Отдельными островами выступают здесь на поверхность осадки меловой системы (белый мел и меловой мергель), прикрытые иногда взбугренными и частично перевеваемыми песками. Среди степной равнины возвышаются столовые горы (останцы) с плоскими водораздельными вершинами и крутыми склонами. Они сложены из цветных глин и песков третичной системы.

Непосредственно к югу от долины р. Чаган поднимается платообразная возвышенность Усть-Урт. Она отделена от степи, лежащей к северу, крутым обрывом (чинком), имеющим местами высоту 150—175 м. Равнинно-степная поверхность Усть-Урта, имея, по определениям Вялова [4]), общий уклон около 0,0008, медленно понижается к югу. В северном уступе Усть-Урта выступают третичные отложения: в верхней части залегают известняки и мергели белого, светлозеленого и розового цветов; в нижней части преобладают цветные (зеленые, серые, бурые и пр.) глины, среди которых находятся прослои песков и рыхлых песчаников. Слои меловой и третичной систем залегают почти горизонтально.

На всем пространстве между Каспийским и Аральским морями нет рек с постоянным течением. Уже к началу лета реки Эмба и Чаган превращаются в цепочки плесов с солоноватой или соленой водой. Большие площади здесь совершенно лишены речных и вообще поверхностных вод. Немногочисленные озера содержат заметно минерализованную (иногда соленую) воду; мелкие озера в течение лета пересыхают и обращаются в плоские впадины с соленой грязью (хаки).

Поверхностных вод крайне недостаточно, поэтому подземные воды имеют здесь большое значение. Наиболее близкие к поверхности воды заключены в речных песчано-глинистых отложениях сухих долин и в устьях логов (саев). Кочевники-казаки достают воду мелкими копаными колодцами (кудуками), дающими незначительное количество воды, едва хватающее на 1—5 кибиток (юрт). Еще меньшее количество воды, недо-

[4]) Вялов О. С. — Гидрогеологические исследования степной полосы к югу от р. Эмбы и северной части Усть-Урта (работы 1929 г.). Печат. в изд. Гл. Геол.-Разв. Упр.

статочное обычно даже для одной кибитки, собирают мелкие копанки среди новейших перевеянных песков.

5. Северная часть полуострова Мангышлак (Карачанский полуостров) охватывает горы Ак-тау и Кара-тау, вытянутые с северо-запада на юго-восток. Они сложены пластами известняков, мергелей, сланцеватых глин и песков третичной системы, пластами меловых мергелей, песков, песчаников и глин меловой системы и песчано-глинистыми отложениями юрской системы. Все слои согнуты в антиклинальную складку, свод которой простирается с северо-запада на юго-восток. В ядре складки выступают глинистые сланцы и песчаники триасовой и, может-быть, частично пермской системы. Крылья антиклинали пересечены глубокими сбросовыми трещинами.

По исследованиям Авчинникова [5]), основным водным источником района является пластовый водоносный горизонт, заключенный в известняках и мергелях, подстилаемых нижне-сарматскими глинами (верхне-третичные отложения). Водами этого горизонта питается большинство источников и колодцев района в предгорной части. Отдельные источники расходуют от 0,5 до 3—4 литров воды в секунду. Вода пресная, но обладает значительной жесткостью.

В горной области имеются воды трещин в триасовых (и пермских?) отложениях. Отдельные источники дают до 4 литров в секунду мало минерализованной пресной воды.

По мнению Авчинникова, в равнинной части не исключена возможность получения буровыми скважинами, с глубины 100—200 м., напорных вод из отложений меловой системы.

6. Тургайско-Иргизский район представляет равнину, среди которой поднимаются остаточные столовые горы. Это — область развития третичных и, преимущественно, нижне-третичных песчано-глинистых отложений (олигоцен и эоцен). Нередко, как, напр., в районе г. Тургая, на небольших участках они не прикрыты даже четвертичными образованиями. В нижне-третичной толще, обогащенной различными легко растворимыми минеральными солями, содержится не менее двух горизонтов соленых и даже горько-соленых напорных вод. Буреньями устанавливается различная глубина залегания этих вод, от 20,1-31,1 м. в урочище Тюмели (в 105-110 км. от г. Тургая) до 305,1-320,1 м. в самом г. Тургае [6]).

В лессовидных суглинках и глинах, покрывающих междуречные пространства, пресные воды залегают небольшими пластовыми гнездами. Пресные воды имеются также и в речных отложениях долин. К югу эти воды становятся более минерализованными и жесткими, но для питья обычно все же пригодными. Для района г. Тургая Н. Кассин указывает, что лессовидные суглинки нередко бывают водоносными и что «на склонах долин, а также оврагов, ложбин, озер и впадин можно найти в этих отложениях то или другое количество вполне годной для питья воды на небольшой глубине (до 2-х саж. [7]). Далее Кассин сообщает, что «на слабо-волнистой поверхности возвышенности находится множество бидаяков (неглубоких ложбин, впадин с пресной водой и густой зеленой травой); весной они наполняются снеговой пресной водой, а иногда также питаются и почвенной

[5]) Авчинников Н. В. — Отчет гидрогеологических исследований на полуострове Мангышлак в 1928 г. (Рукопись в архиве Инст. Гидрог. и Инж. Геол. ГГРУ).

[6]) См. Козырев А. А. в цит. месте, табл. II, разрезы бур. скв. №№ 13, 14, 15, 17 и 18.

[7]) Н. Кассин.—Гидрогеологические исследования, произведенные в центральной части Тургайского уезда в 1912 г. Изд. Отд. Зем. Улучш. СПБ, 1913. стр. 103.

водой, и, смотря по глубине и величине бидаяка, вода в них иногда сохраняется до самой осени. Бидаяки на возвышенности играют весьма большую роль, являясь почти единственным источником воды, а высыхая, образуют луг с хорошей и обильной травой, представляя на возвышенности лучшие естественные луга».

На площадях, занятых здесь барханами и бугристыми песками, по наблюдениям Козырева и нашим личным, небольшие количества обычно пресных вод можно встретить в песках на глубине 2-5 м.

7. Район степи и лесостепи в бассейнах р.р. Ишима и Тобола представляет область развития третичных отложений. Залегающие в ней на разных глубинах пластовые подземные воды различны как по напору, так и по количеству и качеству — от пресных до горько-соленых.

Третичные осадки лежат здесь почти горизонтально*) и уходят на север в Уральскую область. В верхней части залегают плотные серые и зеленые глины с прослоями песков и гипсом и мергелистыми стяжениями (миоцен). В них заключены два (на отдельных участках—один) водоносных горизонта. Верхний залегает на глубине 12-15 м. Водосодержащей породой является тонкозернистый глинистый песок («плывун»). Вода, приблизительно в половине случаев встречи данного горизонта, — пресная, в остальной половине (особенно на юге) — солоноватая или соленая.

Второй водоносный горизонт той же толщи находится на глубине 18-25 м. (ст. Зырянка, Омской жел. дороги) и заключен в мелкозернистых, реже крупнозернистых, песках, подстилаемых плотной глиной. Вода — пресная с гидростатическим напором и большим притоком. Так, на той же ст. Зырянка 8 скважин вместе давали 221,4 кб. м. воды в сутки, при чем расход отдельных скважин определялся от 5,4 до 54,5 кб. м. воды в сутки.

Ниже следует толща плотных светло-серых песков, подстилаемых и перестилаемых плотными серыми и синими глинами с гипсом (олигоцен). В песках находится горизонт подземной воды, залегающей на глубине 90-120 м. Вода обладает большим гидростатическим напором и непостоянством качества. Как показывает, например, скважина в сел. Дмитриевском (около 190 км. к юго-западу от Петропавловска), в одних прослоях, прорезанных скважиной, вода была пресная (рыхлые песчаники на глубинах 89,6-93,3 м. и 100,6-101,2 м.), а в других — соленая (песчаник на глубине 98,5-98,9 м.).

В полосе Омской жел. дороги ниже всех перечисленных осадков, на глубинах 150—400 м., встречена буровыми скважинами наиболее древняя часть местного разреза третичных отложений. Она представлена толщей серых и зеленых кремнистых глин (мощностью от 40 до 80 м.) и залегающих под ними рыхлых песчаников и песков с галькой (эоцен). В песках заключен водоносный горизонт с сильно напорной (иногда самоизливающейся) водой, соленой и потому не имеющей практического значения.

Наиболее молодые в районе покровные четвертичные отложения представлены лессовидными суглинками, содержащими прослои песка. В них залегают первые от поверхности горизонты подземной воды, имеющие местное значение. Вода, обычно пресная, находится на глубине от 3 до 10 м. Колодцы, питающиеся четвертичными водоносными горизонтами, дают от 200 до 1000 ведер в сутки. В широких плоских озерных котловинах вода первого горизонта нередко сильно минерали-

*) Общее падение слоев третичной системы Козырев определяет в 0,0001 к северу (А. А. Козырев, там же, стр. 71).

зована, а на востоке, в районе озер Бол. Чаглы, Денгиз и др., она солоноватая и даже местами соленая. Широкие речные долины заполнены рыхлыми песчано-глинистыми отложениями. В них на глубине 2-6 м. тоже встречаются воды различного качества не только в соседних долинах, но нередко даже в отдельных участках одной и той же долины (рек Убагана, Тобола).

8. В пределах предыдущего гидрогеологического района обособляются два бассейна пресных напорных и часто самоизливающихся вод, лежащих в верхне-третичной (миоценовой) толще.

а) В центральной части южной половины лесостепной полосы этот горизонт воды образует небольшой артезианский бассейн и залегает на небольшой глубине. Так, скважины у пикета Джамантузского прошли его на глубине 44,3-49,5 м., а в урочище Ольджибай — на глубине 55,5-61,9 м. и, наконец, вблизи оз. Кумлы-куль — на глубине 46,0-50,0 м. Во всех случаях водосодержащей породой является зеленовато-серый песок, постелью горизонта служит плотная серая глина, а кровлей — зеленые и пестрые суглинки и глины.

б) Вторая площадь, где преимущественно развит тот же горизонт, находится на водоразделе между р. Ишимом и р. Убаганом (правым притоком р. Тобола). Так, скважина, пробуренная в верховьях р. Убагана, к югу от оз. Убаган-денгиз, на глубине от 15 до 25 м. прошла напорный водоносный горизонт в белых и серых песках, залегавших среди пластов серой глины.

Оба эти бассейна пока только нащупаны; ближайшей задачей является их исследование и оконтуривание.

9. Район бассейна Иртыша, между Семипалатинском и северной границей Казакстана, представляет область широкого распространения третичных отложений.

Пестрое чередование водоупорных и водопроницаемых пород — глин и песков, — залегающих иногда небольшими линзами и обычно богатых сернокислыми, углекислыми и хлористыми солями, создает здесь гидрогеологические условия, сходные с условиями района № 1. Подземные воды отличаются крайним разнообразием по глубине залегания, по величине гидростатического напора, а также по своему качеству и количеству. В верхне-третичных отложениях имеются небольшие по площади горизонты подземных вод, залегающие обычно в тонкозернистых песках (плывунах). «Подземные воды этих горизонтов непостоянны по притоку воды, по глубине залегания (от 0 до 70 м.) и нередко засолонены и жестки» [9]).

В толще глубже расположенных олигоценовых глин имеется в песчаных прослоях весьма постоянный горизонт пресных, местами напорных, вод. На юге района он залегает на глубинах до 100 м., на севере в степной части, где водами этого горизонта питаются многие колодцы и скважины, он находится гораздо ближе к поверхности и в пониженных участках иногда, как сообщает Кассин, залегает на глубине уже 5 м.

В нижне-третичных отложениях имеются два яруса подземных вод. В верхней (палеогеновой) части заключены воды сильно засолоненные и непригодные к употреблению; нижний ярус подземных вод приурочен к песчаным прослоям эоценовой толщи. Воды в нем, по словам Кассина, «часто бывают пресные, иногда значительно жесткие, но также

[9]) Кассин Н. Г. — Очерк гидрогеологии северо-восточной части Казакстана и прилегающих к нему частей Сибирского края. Изд. Геол. Ком. 1929, стр. 31.

встречаются и соленые; воды этого горизонта напорные. Глубина его в Павлодар-Кулундинском районе значительна (90-180 м., 10-30 м. абс. выс.)».

10. Район распространения палеозойских горных пород («Киргизская горная страна», «Киргизская складчатая страна» прежних авторов) охватывает обширную площадь в северо-восточном Казакстане. Он тянется от р. Ишима до южного Прибалхашья и от оз. Чубар-тениз до Семипалатинска, и далее на восток до хребта Тарбагатая и южного Алтая. Преобладающей формой рельефа является равнина, среди которой возвышаются отдельные холмы, группы холмов и даже значительные хребты, например, хр. Чингиз и г. Улу-тау.

По правому берегу р. Ишима, в Кокчетавско-Атбасарском районе, распространены, главным образом, отложения девонской системы (песчаники, кварциты, известняки, конгломераты и глинистые сланцы). Меньшее значение имеют здесь отложения каменноугольной системы (известковистые песчаники, глинистые пески, известняки, бурые глины, углистые сланцы, иногда пласты каменного угля). На востоке и юго-востоке района выступают на поверхность на небольших участках также и более древние системы: силурийская и кембрийская. В состав различных систем входят разнообразные песчаники (известковистые, мергелистые, глинистые, слюдистые, окварцованные, туфовые), кварциты, яшмы, известняки (особенно мощные, до 350 м., в составе каменноугольной и девонской систем), мергели, глинистые и углекислые сланцы, разнообразные лавы (образующие иногда комплексы до 1 км. мощности) и туфо-лавовые породы (туфы, брекчии, конгломераты и т. п.). Все породы согнуты в складки и образуют нередко крутые углы с горизонтом. Во многих местах породы пересечены глубокими (тектоническими) трещинами, по которым произошли вертикальные и горизонтальные перемещения отдельных участков земной коры.

Древние слоистые породы прорезаны во многих местах разнообразными изверженными породами; наибольшее распространение имеют граниты и порфиры.

Все эти породы разбиты многими системами параллельных трещин, и, будучи сами водоупорными, они вместе с тем являются нередко водоносными. Воды в них распространяются по трещинам. Подземные воды трещинного типа являются преобладающими в районе. «В палеозойской толще, исключая разве самую верхнюю угленосную свиту, нет водоносных горизонтов, приуроченных к отдельным пластам или свитам, так как все породы палеозоя являются плотными, сцементированными и для вод проницаемыми только по трещинам... В угленосной же толще, повидимому, можно говорить о водоносных горизонтах; углистые сланцы, песчаники иногда здесь настолько рыхлы и пористы, что по ним нередко воды просачиваются и дают определенные горизонты, накопляясь на глинах или глинистых сланцах; воды их обычно жестки и нередко непригодны для питья» (И. Г. Кассин).

Наиболее влагоемкими, благодаря большому количеству трещин, являются граниты. Подземные воды, выступающие из трещин, обычно пресные, пригодные для питья и отличаются небольшой жесткостью. Значительно меньшей трещиноватостью и, соответственно, влагоемкостью отличаются песчаники, порфиры, порфириты и особенно различные сланцы. Количество ключей, выходящих из них, меньше, чем из гранитов. Замедленная в них циркуляция вод сказывается и на качестве их. Обычно воды, выходящие из песчаников, порфиритов и т. д., минерализованы. Весьма большой влагоемкостью отличаются известняки,

дающие обычно много ключей питьевой воды, но обычно более жесткой, чем воды из гранитов.

Подземные воды трещиноватых пород питаются за счет атмосферных осадков. По наблюдениям Русакова [10]), они тем менее минерализованы, чем выше по склонам возвышенностей выходят ключи, т. е. чем ближе расположены ключи к области питания.

Воды трещинного типа обычно пресные и пригодны для питья. Близость третичных отложений, обогащенных сернокислыми, углекислыми и хлористыми солями, сказывается на качестве подземных вод в палеозойских породах. Воды, просачивающиеся из третичной толщи в палеозойские породы, смешиваясь с водами последних, делают их, в свою очередь, сильно минерализованными. Точно так же и покровные послетретичные породы обогащают фильтрующиеся через их толщу атмосферные осадки растворимыми минеральными солями и повышают таким образом минерализацию трещинных вод в палеозойской толще. Особенно сказывается этот процесс в зонах полупустыни и пустыни, где покровные породы вообще засолонены в бо́льшей степени, чем на севере Казакстана, в зонах степи и лесостепи.

Количество воды, даваемой отдельными источниками для северного Прибалхашья, т. е. для зоны полупустыни, Русаков определяет величиною от 300 до 5.000 литров в час. Проникновение подземных вод в глубину имеет свои пределы. «Несмотря на незначительную ширину трещин в палеозойских и кристаллических породах, — говорит Кассин, — к тому же с глубиной, как это показывает рудничная практика, еще более суживающихся, все же воды на небольших (100-200 м.) глубинах в них имеются и циркулируют; на это указывают многие скважины, проведенные в описываемом районе за последнее время среди палеозойских пород».

Воды третичных отложений, залегающих небольшими пятнами на поверхности палеозойских пород вдоль окраин района, находятся на разной глубине и по своему качеству отличаются большой пестротой (от пресных до горько-соленых).

Покровные после-третичные породы, представленные в районе лессовидными глинами и суглинками и подстилающими их песками с прослойками желтых глин, содержат неглубокие (3-10 м.) подземные воды. Они часто залегают гнездами и отличаются обычно отсутствием напора и пестротой по качеству (от пресных до соленых). То же относится и к подземным водам из речных отложений района.

11. Район (южного) оз. Денгиз и низовья Нуры представляет собою, повидимому, обширную впадину на поверхности палеозойских пород. Она заполнена песчано-глинистыми третичными отложениями. В ней заключены горизонты то пресных, то соленых вод, залегающих к северу от оз. Денгиз на глубинах 50-60 м. и более и иногда обладающих напором. В юго-восточной половине района глубокие подземные воды пока не изучены.

12. К северу от Баян-аульских гор, в районе оз. Майкюбен, в широтно вытянутой котловине (длина около 65 км. и шир. до 15 км.), на поверхности палеозойских пород в последние годы обнаружены осадки юрской системы. Они состоят вверху из перемежающихся глин, песков, песчано-глинистых сланцев, углистых сланцев, прослоев угля и т. д. (мощностью до 100 м.) и лежащих ниже конгломератов и песчаников (мощностью до 50 м.). В нижней толще нахо-

[10]) Русаков М. П.—Гидрогеологический очерк центральной части Киргизской степи. Рукопись, печ. в изд. Гл. Геол.-Разв. Управления.

дится несколько сообщающихся друг с другом горизонтов напорных пресных вод (по Кассину).

13. Зайсанская впадина заключена между хребтом Тарбагатай — на юге, горной системой Алтая — на севере и Коктектинскими и другими горами — на западе. По окраинам района в палеозойских породах (различных песчаниках, кварцитах, известняках) и в изверженных породах (гранитах, порфирах и др.) имеются пресные воды, распространяющиеся по трещинам. Наибольшее количество родников выступает из трещин гранитов и известняков. В предгорьях развиты местами более молодые отложения: песчаники, конгломераты, глинистые сланцы, известняки, повидимому, юрской системы. В пределах же самой Зайсанской котловины встречаются различные окрашенные плотные песчанистые, нередко гипсоносные, глины третичной системы. Они заключают прослои водоносных песков. Воды глубоких горизонтов здесь пока неизвестны. Близкие же к поверхности подземные воды были встречены до глубины 15-30 м. во многих пунктах впадины, при чем чаще встречаются пресные воды, реже — солоноватые и соленые.

14. Пресный артезианский бассейн низовьев р. Чу занимает обширную площадь к западу от Турк.-Сиб. ж. д. Район непосредственно связан с Чуйской впадиной, лежащей в северной части Киргизской АССР. Строение бассейна определяется окружающими его горами. На юге поднимается Александровский хребет и Таласский Ала-тау, на юго-западе — горы Кара-тау. На севере возвышаются платообразные Кандыктасские и Чу-Илийские горы. Все они сложены палеозойскими осадочными, метаморфическими и изверженными породами. В западном направлении горы постепенно понижаются и скрываются под толщей рыхлых четвертичных отложений. Выходы палеозойских отложений прослежены и дальше на запад от Чу-Илийских гор, в пределах южной окраины Голодной степи. Таким образом, барьер из трещиноватых пород, водоносных только в верхней своей части, охватывает здесь большую площадь, вытянутую в виде овала в широтном направлении. Впадина, заключенная в пределах палеозойского барьера, заполнена нижне-третичными и верхне-меловыми цветными глинами, песками и рыхлыми песчаниками. Они залегают почти горизонтально, обнаруживая слабый уклон от периферии к центру впадины, к низовьям р. Чу. Вся эта площадь, хотя и лежит в пределах зоны пустынь, тем не менее находится в благоприятных условиях для питания глубоких горизонтов подземных вод. Горные массивы с большим количеством выпадающих в них атмосферных осадков отдают свои водные запасы пониженным участкам района Чуйской впадины. Подземными и поверхностными путями воды из горных участков стекают во впадину, фильтруются в рыхлые отложения и движутся на разных глубинах Чуйской впадины к западу, где создают вековые накопления подземных вод. На западной окраине уже исследованной площади бассейна имеются две скважины глубиною до 212 м. Одна из них заложена в урочище Чулак-Эспе, вторая у оз. Анци-куль. Обе встретили водоносный крупно-зернистый песок, который залегал в первой скважине на глубине 200-211,7 м., а у оз. Анци-куль на глубине 200,9-205,7 м. Обе дали самоизливающуюся струю, при чем в скважине у озера Анци-куль вода поднялась по трубам на 7,4 м. над поверхностью земли. Расход воды на уровне земли из этой скважины был 17 литров в сек. Кроме этих искусственных выходов глубоких пресных вод, в районе оз. Камкалы-куль и у высот Кескен-Терек в 1928—30 г. открыто много восходящих источников («тма», «тума»), изливающих на поверхность в отдельных случаях до 3 литров в секунду пресной воды.

15. Туркестанско-Чимкентский район, лежащий между р. Сыр-Дарьей и г. Кара-тау, в гидрогеологическом отношении весьма разнообразен. В горном участке, окружающем район с восточной стороны (горы Кара-тау и др.), выступают девонские и каменноугольные жесткие породы (песчаники, известняки и т. д.), в которых заключены лучшие в районе пресные воды, распространяющиеся по трещинам. В известняках, на ряду с трещинными, имеются обильные карстовые воды.

В предгорной полосе и в пределах бассейнов р.р. Арыси, Бадама и Сайрама выступают юрские, меловые и третичные отложения, в которых перемежаются песчаники, конгломераты, глинистые сланцы, углистые сланцы и глины. В них находятся пластовые, обычно жесткие, воды, а в третичных осадках — воды иногда солоноватые. Эти отложения смяты в пологие складки, и здесь можно ожидать встретить небольшие артезианские бассейны.

Четвертичные отложения состоят из древне-четвертичных конгломератов, песков и лессовидных пород (глин и суглинков с песчаными прослоями). В них содержатся пресные пластовые воды. Наиболее интересны в гидрогеологическом отношении древне-четвертичные конгломераты. Общий дебит источников, выступающих из них в равнинной части одного только Чимкентского района (на площади около 2.000 км.) определяется в 5.000 литров в секунду [11]).

Воды четвертичных отложений, как показывают работы Толстихина [12]), имеют общее направление потока к западу. Дренирующим каналом для них является р. Сыр-Дарья. Неглубокие пресные воды четвертичной толщи, по мере продвижения их на запад, повышают свою минерализацию и в пределах пустыни становятся жесткими и солоноватыми.

Северо-восточный Казакстан богат крупными месторождениями цветных металлов, железа, каменного угля (Караганды) и других полезных ископаемых. Эта часть Казакстана, на ряду с Уралом и Кузбассом, явится основной минерально-сырьевой базой при разрешении урало-кузнецкой проблемы. Мощные промышленные комбинаты потребуют здесь гигантских источников воды для технических целей и удовлетворения потребностей населения в питьевой воде. Такие источники сейчас ищет Главное Геолого-Разведочное Управление среди близких к поверхности и глубоких подземных вод. Распределение грунтовых вод дано на карте Русакова, приложенной к его «Гидрогеологическому очерку центральной части Казакстана».

16. Полоса тяготения к Турксибу представляет собою широкую полосу в юго-восточном Казакстане и в северной части Киргизской АССР, в пределах которой горные участки чередуются с междугорными широкими впадинами.

Некоторые горные хребты (Александровский хребет, Заилийский Ала-тау и Джунгарский Ала-тау) поднимаются выше снеговой линии. В пределах гор наблюдаются вертикальные климатические и почвенно-растительные зоны. В горах выпадают большие количества атмосферных осадков, и поэтому высокогорные области являются главными областями питания водою всей полосы Турксиба. Преобладающими здесь будут воды, распространяющиеся по трещинам разнообразных палеозойских, осадочных, метаморфизованных и изверженных пород.

[11]) Иванов Е. В. и Огнев В. Н.—Отчет о работах Чимкентской партии 1928 г. Рукопись. Архив Инст. Гидр. и Инж. Геол. ГГРУ.

[12]) Толстихин Н. И.—Гидрогеологические исследования в Чирчик-Ангренском районе (рукопись).

Междугорные продольные впадины (Чуйская, Илийская и Балхаш-Алакульская) лежат в области пустынь и полупустынь и представляют собою равнины с резко выраженным континентальным климатом. Впадины заполнены молодыми геологическими отложениями. Юрские отложения встречены в Илийской впадине, меловые — в Чуйской и Балхаш-Алакульской, а третичные и четвертичные — во всех этих впадинах.

В толще молодых геологических образований имеются пластовые пресные воды, некоторые с большим напором, иногда самоизливающиеся на поверхность. Так, пресные самоизливающиеся воды встречены на ст. Луговой, Турк.-Сиб. жел. дороги (буровой скважиной с глубины около 80 м.), в урочище Бултрук-кулага, в 12-10 км. к северо-западу от ст. Эспе (группа источников, с общим расходом около 51 литра в секунду), в Копинской впадине, вблизи ст. Отар (бур. скваж. с глубины ок. 175 м., первоначальный расход скважины около 5.000 ведер в сутки), у ст. Кос-кудук (бур. скваж. с глубины 15-25 м.). Сильно напорные (но не самоизливающиеся) воды обнаружены буровыми скважинами в западной трети Балхаш-Алакульской впадины. Напорные воды, повидимому, должны находиться и в пределах Илийской впадины [13]).

Практический интерес для орошения и водоснабжения междугорных впадин должны представить, повидимому, воды из мощной толщи континентальных четвертичных отложений. Воды залегают здесь на разных глубинах в песчано-галечных прослоях, среди глинистых пород, и образуют или небольшие по площади пластовые горизонты, или подземные потоки («пролювиальные» воды [14]). Стекающие поверхностными и подземными путями из горных участков района большие массы воды непосредственно при выходе из гор фильтруются в рыхлые, песчано-галечные и щебенистые отложения конусов выноса. Конусы выносов образуют здесь предгорный шлейф, понижающийся к равнине и достигающий в ширину 3-10 и более километров вдоль подножья всех горных массивов. Обычно эта полоса лишена выходов подземной воды на поверхность. На границе же конусов выноса и равнинной части впадин происходит массовое выклинивание подземных вод в виде многочисленных ключей, мочежин, лужаек свежей травы и т. д. Местное население называет такие места «сазами». Здесь возникают ручейки и речки, а в мелких впадинах накопляются озерки пресной воды. Полоса «сазов» окантовывает подножья всех горных массивов и являются наиболее населенной полосою в пределах впадин. Удаляясь от «сазной» полосы в центральные части впадин, ручьи и речки вскоре поглощаются рыхлыми отложениями и фильтруются в глубину, где питают подземные воды.

17. Относительно площадей, занятых Кара-Калпакской авт. областью, пустынями Туркестанской низменности и Голодной степи в южном Казакстане, песками Сары-ишик-отрау и Тау-кум в южном Прибалхашье, как и относительно значительной площади в северо-восточном Прибалхашье, пока нет точных сведений о возможных там глубоких подземных водах. Близкие же к поверхности подземные воды четвертичных отложений имеют на этих площадях почти повсеместное спорадическое распространение и, как показывают имеющиеся колодцы, залегают обычно на глубинах 5-15 м.

---

[13]) М. Г. Кассин.—Гидрогеологический очерк Илийского бассейна. Изд. Главн. Геол.-Разв. Упр., 1930.

[14]) Терлецкий Б. К. - Водная проблема полосы тяготения к Турксибу. Рукопись, печатается в Тр. I-го Краев. Казакст. Съезда.

Минеральные источники Казакстана сосредоточены преимущественно в полосе тяготения к Турксибу. Здесь известны сернистые теплые и холодные воды (Алма-атинские, Тургенские, Кошальские, Копало-арсанские, Барлыкские и др.) и углекислые (Аяк-калканские и др.). На Барлыкских и Копало-арсанских источниках существуют курорты местного значения. Некоторые источники изливают воду с температурой до 45° С.

В северном Прибалхашье Русаковым найдены углекислые и железистые холодные источники.

В северном и северо-западном Казакстане и в южном Прибалхашье существует много озер с сильно минерализованной, соленой и горько-соленой водой.

П. Г. ЗЕЛЕНИН и Г. С. БУРЕНИН.

Гидрогеология Уральской области.

Уральский хребет вытянут в меридиональном направлении более чем на 2.000 км. Ширина его в северной и средней частях около 150 км., в южной же части достигает 300 км. Уральские горы представляют собою несколько рядов параллельных кряжей. Число кряжей в Северном и Среднем Урале — 4-5, тогда как в Южном их насчитывается до 12. Между кряжами располагаются параллельные продольные впадины. Абсолютные высоты кряжей в редких случаях превышают 1,5 км., обычно же они колеблются в пределах 0,8-1 км. Абсолютные высоты дна впадин колеблются в пределах 0,4-0,6 км.

Главным водораздельным кряжем является самый восточный. Он отличается наибольшей длиной и постоянством. К нему приурочены все самые высокие точки Урала. Правда, параллельные западные кряжи часто превосходят высотой главный кряж, но они прерывисты, во многих местах размыты и, постепенно понижаясь к западу, переходят в Русскую равнину. Главный кряж круто опускается к востоку, и здесь с восточной стороны параллельно главному кряжу протягивается полоса предгорий, состоящих из рассеянных отдельных возвышенностей и прерывистых гряд и увалов. Абсолютная высота предгорий около 0,5 км. Предгория весьма медленно понижаются к востоку и сливаются с великой Западно-Сибирской низменностью.

Главный кряж сложен кристаллическими и метаморфическими сланцами. Западные кряжи сложены толщами осадочных пород девонской и каменноугольной систем, тогда как восточная полоса предгорий сложена преимущественно изверженными породами, среди которых отдельными полосами и пятнами зажаты осадочные девонские и каменноугольные горные породы. Восточная полоса предгорий является самой древней частью Уральского хребта, размытого и обнаженного до наиболее глубоких своих корней. К ней относятся Ильменские горы и Урало-Тобольский водораздельный увал, сложенные гранитами и гнейсами. По всему Уралу большое распространение имеют речные отложения, слагающие долины рек, и рыхлые песчано-галечно-глинистые накопления, окутывающие подошвы склонов. На восточном склоне к ним присоединяются озерные отложения. По самому восточному склону Урала залегают третичные отложения.

В климатическом отношении Урал, как и всякая горная страна, является мощным конденсатором влаги. Располагаясь на границе Европы и Азии, Урал по климату является переходной областью, зависящей от умеренно-влажных атлантических циклонов и сухих холодных сибирских антициклонов. Этим объясняется разница в климате западного склона Урала, более влажного, и восточного, более сухого. Особенно эта разница заметна в Южном Урале, где преобладают ветры

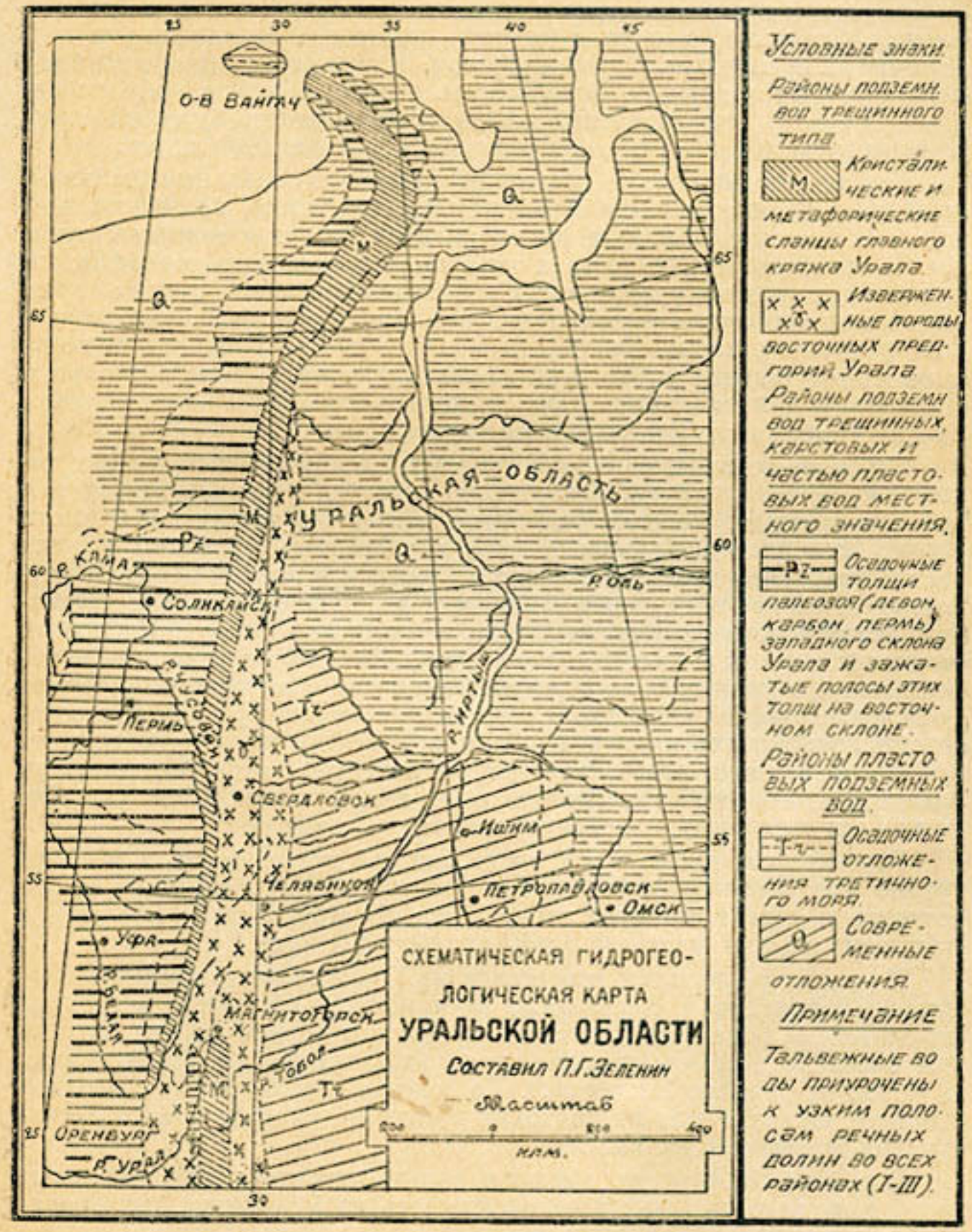
западных румбов и где атлантические циклоны и ветры отдают осадки. В Южном Урале на западном склоне выпадает осадков, в среднем, около 650 мм., тогда как на восточном — не более 400 мм. (минимумы опускаются до 200 мм.) Наибольшее количество осадков выпадает летом. Снеговой покров появляется на западном склоне на 2 недели раньше, чем на восточном. Засушливые годы для восточного склона повторяются чаще, чем для западного. Влияние Уральского хребта сказывается на климате прилегающих площадей на несколько десятков километров к западу и на несколько сот километров к востоку. В общем климат западного склона является умеренным, а климат восточного — холодным. Сравнительно небольшие высоты Уральского хребта обусловливают отсутствие современных ледников, но есть несомненные следы существования древних ледников даже в Южном Урале.

Поверхностные воды на Урале питаются, главным образом, за счет местных атмосферных осадков. Уральский хребет является водоразделом для рек Русской и Сибирской равнин. Большие речные стволы находятся далеко за пределами Урала. Зато ветвистые верховья крупных и мелких их притоков глубоко врезываются в Уральский хребет и бороздят его по всевозможным направлениям. Небольшая ширина Уральского хребта обусловливает рассеянность и недостаточность поверхностных вод. Большое падение рек в верховьях определяет собою быстрый сток поверхностных вод. Западный склон Урала более изрезан и дренирован вследствие меньшей твердости слагающих пород, большего количества осадков и большего падения рек. Наоборот, восточный склон и полоса его предгорий носят все черты молодого рельефа. На восточном склоне Урала насчитывается больше 200 озер, на западном же их нет совсем. На восточном склоне особенно развиты заболоченные низины и впадины, так наз. «согры». Многие из озер обладают размерами в несколько десятков кв. км. (оз. Маян имеет 187 кв. км.). Эти озера занимают первичные впадины в рельефе. Современные процессы разрушения гор, связанные с текучей водой, являются недостаточными для прорезывания и дренирования этих впадин.

Вода озер в большинстве случаев пресная. Так, группа озер, расположенных в предгорной полосе в районе Магнитогорска — Банное, Сабакты, Карабалык, Чебар-куль, — имеет жесткость не более 10 нем. градусов. Но есть много озер с минерализованной водой. Последние располагаются по самому восточному склону Урала и особенным распространением пользуются в Западно-Сибирской равнине.

Наибольший расход реки имеют весной, в результате таяния снега. Р. Урал у г. Магнитогорска весной проносит воды до 200 $м^3$ в сек., а летом и зимой — всего около 1 $м^3$ в сек., р. Белая у г. Белорецка — весной 30 $м^3$ в сек., а летом и зимой — около 1 $м^3$ в сек. Нужно сказать, что как Белорецк, так и Магнитогорск находятся в сравнительно лучших условиях, благодаря большой водосборной площади, расположенной выше этих заводов. Другие же уральские заводы и поселения, расположенные ближе к осевой части хребта, недалеко от истоков рек, не имеют и таких количеств проточных вод. Поэтому издавна, со времени Петра I, на Урале прибегали к устройству водохранилищ. Правда, тогда это делали с целью использования водной силы, как механической энергии. Теперь об использовании водной энергии в таких мелких количествах, — порядка сотен киловатт, — какая обеспечивается ранее построенными водохранилищами, говорить не приходится. Теперь, при расширении и усложнении производства, в существующих водохранилищах на многих уральских заводах воды едва хватает для нужд одного только снабжения питьевой водой. В связи с ростом населения, а также

вследствие загрязнения существующих водохранилищ сточными техническими и канализационными водами, во многих уральских заводах и городах остро встал вопрос об обеспечении населения здоровой питьевой водой.



Для устройства водохранилищ более благоприятные условия представляет восточный склон, сложенный водоупорными кристаллическими породами. На западном склоне, сложенном осадочными породами, сужения долин часто приходятся на местах выходов известняков, через которые легко происходит фильтрация воды.

Из подземных вод на Урале заслуживают особенного внимания аллювиальные (тальвежные) воды, т. е. те, которые образуют подземные потоки среди рыхлых речных отложений в долинах рек, озер и заболоченных впадин. Этими водами богаты долины рек как западного, так и восточного склонов Урала. Обычно они залегают неглубоко среди песков разной крупности зерна и галечников. Часто в широких долинах имеется несколько горизонтов (этажей) подземных аллювиальных вод. Питание их происходит, главным образом, за счет фильтрации в глубину поверхностных водотоков. Использовать эти воды лучше всего колодцами. Более глубокие горизонты можно эксплоатировать буровыми скважинами большого диаметра, с опусканием в скважины фильтров.

Для восточной полосы предгорий Урала аллювиальные (тальвежные) воды являются почти единственным источником подземных вод, и на них основано снабжение питьевой водой многих населенных пунктов. В кристаллических породах этой части Урала вода содержится в трещинах, в верхних разрушенных выветриванием зонах горных пород. Кроме того, она может распространяться также и по большим и глубоким трещинам разлома. Некоторые заводы в районе Свердловска получают воду буровыми скважинами из таких трещин разлома в диоритах. Трещины и аллювиальные воды часто обусловливают обводнение, а иногда и затопление рудников этой части Урала.

Глубокие водоносные горизонты имеются в осадочных толщах девонской, каменноугольной и пермской систем на западном склоне и в зажатых местами полосах осадочных пород — в центральной части Урала. Повидимому, подземные воды и в древних осадочных толщах распространяются преимущественно по трещинам горных пород. Несомненные пластовые воды заключены в песчано-глинистых третичных отложениях на восточном склоне, по границе с Западно-Сибирской равниной. Наибольшего внимания заслуживают области, сложенные известняками, особенно, если через такие полосы известняков протекают реки, фильтрующие часть своей воды в известняки. При наклоне водосодержащих пластов к горизонту или при смятии их в складки вода, заключенная в них, приобретает гидростатический напор. Местами, при благоприятных геологических условиях и при пониженном рельефе, можно получить воду, самоизливающуюся на поверхность.

Глубокие пластовые воды могут явиться крупнейшим, а местами трудно преодолимым препятствием при разработке каменноугольных, соляных и других месторождений Урала. Поэтому вопрос о борьбе с шахтными водами получает здесь крупное значение.

Из минеральных источников на Урале можно упомянуть Сергинские сернистые и Курьинские железистые. Сергинские источники находятся на западном склоне в Уфалейском горном округе. Вода в них холодная. Курьинские источники находятся на восточном склоне, в 17 км. от станции Богданович. По содержанию железа и свободной угольной кислоты вода их подходит к воде из источника № 17 Ессентукских источников на Кавказе.

В районе Соликамска имеются сильно засоленные подземные воды, даже рассолы, выщелачивающие соль из богатейших здесь соляных и, в частности, калийных залежей.

Для Западно-Сибирской равнины, входящей в состав Уральской области, весьма важными подземными водами являются также аллювиальные (тальвежные) воды среди рыхлых отложений рек, озер и болот. В северных частях Западно-Сибирской равнины, севернее устья р. Иртыша, имеются обширные заболоченные пространства. Экономиче-

ское значение этой части края пока невелико, и вопрос об обнаружении здесь подземных вод не является пока актуальным.

В южной черноземной полосе Западно-Сибирской равнины имеются глубокие водоносные горизонты. В новейших отложениях —один, реже два горизонта, на глубинах не более 20 м. В слоях третичных отложений, значительно распространенных в пределах б. б. Петропавловского и Омского округов, содержится до 6 водоносных горизонтов, при чем пресные водоносные горизонты чередуются с солеными. Наиболее постоянным является самый нижний, — на глубинах около 150 м., — горизонт в эоценовых отложениях третичной системы, содержащий пресную воду с большой жесткостью. Так, буровая скважина на ст. Зырянка Сибирской жел. дороги, в 230 км. к востоку от Челябинска, встретила в третичных слоях пресную воду на глубине 155 м.; вода обладала большим напором и поднялась на 15 м. над поверхностью земли.

Крупное промышленное значение Урала ставит большие задачи для начатых уже гидрогеологических исследований. Объем исследований в ближайшие годы должен расшириться. Эти задачи мы формулируем следующим образом.

1. Изучение глубоких пластовых водоносных горизонтов в отношении качества и количества воды в них, условий питания, глубины и характера залегания и возможных способов эксплоатации. Для шахтных районов выяснение зависимости так наз. «шахтных» или рудничных вод от глубоких пластовых вод.

2. Изучение озер восточного склона Урала в отношении их влияния на подземные воды, возможности их непосредственного использования для питьевых, технических и курортных целей и для регулирования поверхностного стока; гидро-химическое изучение состава воды озер.

3. Исследование аллювиальных (тальвежных) вод в отношении их качества, дебита, условий каптажа, определения зоны санитарной охраны и т. д. Для рудничных районов — выяснение зависимости обводнения рудников от аллювиальных и озерных вод.

4. Изучение шахтных вод в отношении их качества, дебита, области питания, глубины и направления подземного течения и выяснения возможных местных технических мер борьбы с обводнением рудников и шахт.

5. Изучение гидро- и инженерно-технических условий районов для сооружения крупных водохранилищ в целях определения величины фильтрации и устойчивости грунтов, допустимого затопления долин, напора и нагрузки на местные породы.

6. Изучение минеральных источников.

7. Изучение третичных и более глубоких водоносных горизонтов на обширной территории Западной Сибири в отношении глубины их залегания, уровней, напора, а также качества и количества воды и возможности их использования для водоснабжения.

П. И. БУТОВ.

Подземные воды Западно-Сибирского края.

Западно-Сибирский край включает районы, различные в физико-географическом и культурно-экономическом отношениях [1]). На севере и частью на востоке он граничит с урманной (таежной) областью, на юге — с предгорьями Алтая, на юго-западе и западе соприкасается с обширными степями Казакстана и Уральской области. Географическим и культурно-экономическим центром края является Новосибирск, представляющий собою железнодорожный узел, через который проходит Сибирская магистраль и откуда начинается Алтайская дорога, связывающая Западно-Сибирский край с Туркестаном посредством только что выстроенной дороги (Турксиб).

Орография. Эта часть Западно-Сибирской низменности, тянущейся от подошвы восточного склона Урала почти до г. Красноярска, входит также в состав б. горно-рудного Алтайского округа с его издавна известными богатствами недр (железные, медные, золотые, цинково-свинцово-серебряные руды, уголь и пр.). В соответствии с этим, по устройству поверхности в Западно-Сибирском крае можно выделить две резко различные части — равнинную и горную. Горная расположена преимущественно в юго-восточном углу его, значительно меньше по площади и связана с равнинной частью рядом переходных ступеней.

Почти вся площадь к северу и к югу от Сибирской магистрали, расположенная между меридианами Омска и Новосибирска, представляет собою преимущественно степную плоскую равнину, поднимающуюся над уровнем океана не свыше 200 м. и слабо склоняющуюся к северу.

Степное пространство в свою очередь подразделяется на Ишимскую степь, идущую от Уральской области до Иртыша и Кулундинскую — между Иртышем и Обью к югу от Сибирской магистрали.

Южная и, частью, восточная границы Западно-Сибирского края окаймляются горными возвышенностями. Наиболее значительные из них находятся в юго-восточном углу и образуют сложный горный узел Алтая, Западного и Восточного Саяна.

От Алтая, вытянутого в широтном направлении по южной границе края между меридианами Новосибирска и Томска, отходят две его ветви приблизительно меридионального направления, не доходящие однако до Сибирской магистрали. Западная носит название Салаирского кряжа, восточная — Кузнецкого Ала-тау. Салаирский кряж (восточнее меридиана Новосибирска) представляет плоскую, покрытую тайгой возвы-

---

[1]) Материалом для очерка послужили главным образом еще неопубликованные работы: 1) Я. С. Эдельштейна.—Гидрогеологический очерк Обь-Иртышского района. 2) Его же.—Гидрогеологический очерк Минусинского края, и личное знакомство автора с Кузнецким бассейном.

шенность с отметками абсолютной высоты, лишь в отдельных точках достигающими 600 м. Кузнецкий же Ала-тау (восточнее меридиана Томска) в средней своей части поднимается до 2.000 м. выше границы лесной растительности, проходящей здесь на высоте около 1.500 м.

Между названными горными отрогами находится открытая с севера котловина, постепенно сливающаяся с Западно-Сибирской низменностью.

В этой-то котловине, шириной до 100 км. и с отметками абсолютной высоты в 100—300 м., повышающимися к периферии, примерно, до 400—500 м., и расположен Кузнецкий бассейн с его колоссальными запасами (свыше 400 млрд. тонн) каменных углей, выдающихся по качеству.

На крайнем юго-востоке проходит горная возвышенность — Западные Саяны, поднимающиеся отдельными вершинами свыше 2.000 м. абс. высоты выше границы лесной растительности, проходящей здесь, примерно, на высоте 1.500—1.600 м.

Как бы продолжением Западных Саян являются Абаканские горы, расположенные несколько западнее и являющиеся горным узлом, связующим Западные Саяны с Кузнецким Ала-тау, направление которого близко к меридиональному. Но, в противоположность Западным Саянам, Абаканский хребет и Кузнецкий Ала-тау представляют собою остаточные массивы (горсты), ограниченные со всех сторон тектоническими разломами. В отдельных вершинах высота названных хребтов достигает свыше 2.000 м. (зона гольцов с громадными каменными россыпями). От Кузнецкого Ала-тау с восточной стороны отходят отроги; те из них, которые проходят севернее Минусинска, пересекают Енисей и продолжаются в скалистые широтные хребты, как бы связующие Кузнецкий Ала-тау с Восточными Саянами, по общему ландшафту сходные с Западными Саянами. Группы гольцов поднимаются здесь до 2.500 м. и большую часть года покрыты снегами.

Между северным склоном Западных Саян, Кузнецким Ала-тау и отрогом его — Восточно-Минусинскими горами — находится Минусинская котловина с отметками абсолютной высоты у Енисея 280—300 м., повышающимися к ее периферии до 400—600 м. В пределах Минусинской котловины, в направлении с юга на север, можно выделить:

1) Койбальскую степь, поверхность которой во многих местах усеяна щебнем и галечниками или покрыта бугристыми песками;

2) Абаканскую степь с несколько повышенным, более рассеченным рельефом и лучше орошенную и

3) Уйбатскую степь, среди которой на сотни квадратных километров встречаются безводные участки.

Склоны горных возвышенностей Западного и Восточного Саянов, Алтая, Кузнецкого Ала-тау, Салаирского кряжа, а также восточная часть Кузнецкого бассейна покрыты почти сплошной, частью трудно проходимой, тайгой (кедр, пихта, ель, сосна, частью береза и осина) с высокой травянистой растительностью.

Гидрография. Западно-Сибирский край прорезан мощными водными артериями, каковы: Иртыш, Обь, Томь, Чулым и Енисей. За исключением Томи и Чулыма, все остальные реки входят в пределы описываемого края лишь частью своего течения. Ширина названных рек, в местах пересечения их Сибирской магистралью, достигает почти 1 км., а расходы воды в них колеблются от нескольких десятков и сотен кб. м. в секунду в летнее время до нескольких десятков тысяч куб. м. в сек. весной. Почти все реки края составляют в совокупности систему Оби. Исключение представляют реки юго-восточного угла, принадлежа-

щие к системе Енисея. Не только Иртыш, Обь и Енисей, но и правые притоки Оби, как, напр., Томь и Чулым, в нижнем течении судоходны; в весеннее время Томь судоходна на всем протяжении от устья до Кузнецка; в остальное время она служит для сплава.

Обь, Иртыш, Енисей, берущие начало в высокогорных областях, в своих верховьях имеют тип бурных горных рек с глубоко врезанными долинами. По выходе на равнину долины рек расширяются и у Иртыша, Оби и Енисея местами достигают десятка километров. В пределах долин наблюдаются на различной высоте речные террасы. Так, напр., в древней долине р. Томи отчетливо выражены три террасы (третья на высоте 40—50 м.), а местами наблюдается и четвертая — на высоте 70—80 м. над уровнем реки. Даже такие мощные водные артерии, как Иртыш, Обь и Енисей, сравнительно неглубоко прорезают Западно-Сибирскую низменность; еще меньше углубляются в нее речки, берущие начало в пределах самой низменности. Вследствие этого степное пространство Западно-Сибирского края дренировано весьма слабо. Реки Кулундинской степи, как Алей и др., имеют северо-восточное направление. Живое сечение их совершенно не соответствует ширине занимаемых ими долин (так наз. унаследованные долины).

Р. Енисей берет начало в горных возвышенностях вблизи границы с Монголией и вступает в пределы описываемой площади бурным потоком в диком скалистом ущелье. В Минусинской котловине и далее к северу Енисей принимает справа и слева ряд крупных притоков, из которых отметим Абакан (слева) и Тубу (справа). Последние, в свою очередь, принимают многочисленные притоки, берущие начало с окружающих котловину возвышенностей. В пределах собственно Минусинского края Енисей течет в глубокой долине, но образует многочисленные острова, мели и пр. По условиям питания (главным образом, за счет тающего в горах снега) наиболее высокий уровень в реке наблюдается весной, а наиболее низкий — осенью. Судоходство по ней возможно только весной и в первой половине лета до Минусинска.

Помимо больших и малых рек, в Западно-Сибирском крае имеются озера, из которых наиболее крупное — оз. Чаны с площадью около 3.300 кв. м. (рыбное озеро) и с отметкой уровня в 109,5 м. и озера Сортлан и Убинское в Барабинской и Кулундинское и Кучукское озера — в Кулундинской степи. Берега озер в большинстве случаев пологие, заросшие камышом, осокой, солянками и пр.

В северной урманной части Барабы большие площади (до 40 млн. га) занимают болота, а в южной части — «займища», т. е. обширные, но мелкие водоемы, занятые водой, заросшие осокой, камышом и перемежающиеся частыми открытыми водными участками.

Очень много озер имеется и в Минусинском крае; часть из них имеет сильно минерализованную воду (соленую).

Климатические условия в Западно-Сибирском крае, несмотря на некоторые отличия в отдельных районах, характеризуются резко-выраженной континентальностью и суровостью.

Средняя годовая температура воздуха в равнинных районах колеблется от 1,9° С в Минусинском крае (Койбальская степь) до — 1° С у г. Томска. Средняя месячная температура января для Омска — 19,3°, Новосибирска и Барнаула — 19°; температура июля соответственно + 19,7°; +18,6° и +19,5°. Абсолютная амплитуда температур достигает 84° С.

Для большинства районов температура воздуха почти в течение семи месяцев ниже нуля; в горных районах она держится ниже нуля большую часть года.

Если в пределах края и не наблюдается вечной мерзлоты, то все же в отдельных участках пятнами (преимущественно по долинам рек) почти круглый год держится температура почвы ниже нуля; в колодцах по стенкам срубов лед держится нередко до июля и августа.

Количество атмосферных осадков колеблется в довольно широких пределах — от 232 мм. (некоторые пункты Минусинской котловины) до 505 мм. в г. Томске. Значительно выше годовое количество осадков в горных областях, где оно превышает 900 мм. В общем же можно сказать, что количество атмосферных осадков подчиняется закону высоты, увеличиваясь с высотой места, и закону направления господствующих ветров в направлении горных возвышенностей. В силу этого Кузнецкий Ала-тау, отделяющий Кузнецкую котловину от Минусинской, при господстве юго-западных ветров является климаторазделом, и западный склон его значительно богаче осадками, чем восточный. Но, вместе с тем, Минусинская котловина значительно теплее Кузнецкой. Характерным для всего Западно-Сибирского края является преобладание осадков летом, когда выпадает в течение трех месяцев 50—60% годового количества. Большинство этих летних осадков, выпадающих в жаркое время года, испаряется и мало служит для пополнения запасов подземных вод. Испарение здесь достигает довольно значительной величины.

Геологическое строение Западно-Сибирского края в полном соответствии с рельефом поверхности характеризуется чрезвычайной сложностью горной части и относительной простотой в равнинной. В строении этом принимают участие породы разнообразного происхождения, состава, условий залегания и возраста.

Наиболее древние (метаморфические и, частью, нормально-осадочные, — от кембрия до силура, — а также разнообразные изверженные) породы слагают горные возвышенности, к периферии которых (в предгорьях) наблюдаются более молодые осадочные породы (девон, карбон), сменяемые в Кузнецкой и Минусинской котловинах еще более молодыми (пермь, юра). В соответствии с этим и сложная тектоника со сжатыми и опрокинутыми складками, с разрывами слоев и перемещениями, наблюдаемая в центральных частях горных хребтов, ослабевает в направлении к их окраинам.

Равнинная часть Западно-Сибирского края сложена, преимущественно, третичными песчано-глинистыми образованиями, нередко с соленосными и гипсоносными прослоями и линзами, а также с гнездами мергелей. Залегание третичных пород близко к горизонтальному. Не только третичные, но и более древние породы почти по всей площади, за исключением большей части горных возвышенностей, покрыты более или менее значительной толщей послетретичных образований (пески, глины, суглинки, галечники и пр.) различного происхождения. Покров послетретичных отложений, особенно аллювиальных в древних долинах крупных речных систем, достигает мощности до 60 м. (левобережье Томи в районе Щегловска).

Различные горные богатства приурочены как раз к юго-восточному углу. Железные руды находятся в Кузнецком Ала-тау (занимающие первое место в Сибири), в Салаирском кряже и в предгорьях Алтая (Тельбесское месторождение). Цветные металлы и уголь имеются в Кузнецком (первое в Союзе месторождение по запасам и качеству угля) и Минусинском бассейнах. В горах и предгорьях известны залежи разнообразных строительных материалов.

Гидрогеологические условия. Орогеологические условия, на ряду с климатическими, определяют и гидрогеологические особенности описываемой площади.

В равнинной части края распространены пластовые подземные воды. Здесь плоский рельеф, широкое распространение почти горизонтально залегающих третичных и послетретичных отложений, чрезвычайная изменчивость мощности и состава последних, различные гипсометрические уровни водопроницаемых прослоев и водоупорного ложа, широкие водораздельные пространства между крупными речными артериями района, а вследствие этого, слабый дренаж и замедленная циркуляция подземных вод, небольшое количество атмосферных осадков, значительные ветра, большая величина испарения, на ряду с другими особенностями являются причиной большого разнообразия количества и качества подземных вод, глубины их залегания и проч.

Наибольшим разнообразием количества и качества вод характеризуются послетретичные образования, в которых воды встречаются на глубине от 1 до 15 — 20 м.

Подземные воды в третичных отложениях, представленных песками, глинами, нередко с гипсоносными и соленосными прослоями и линзами и пр. областями питания в более высоких районах, имеют преимущественно напорный характер, не отличаясь, однако, сколько-нибудь значительным дебитом. В одних местах воды пресные, в других — солоноватые.

Иные соотношения встречаются в горной части юго-восточного угла, где под покровом послетретичных отложений залегают преимущественно осадочные и изверженные породы палеозойского возраста.

В послетретичных отложениях здесь встречаются воды, не одинаковые по качеству и различные по дебиту.

В более древних породах известны преимущественно напорные воды, иногда очень обширные и в большинстве хорошего качества, а в горных районах и предгорьях — главным образом трещинные воды, местами весьма обильные.

Изучение подземных вод Западно-Сибирского края в сущности только что началось, а потому здесь дается, разумеется, лишь общая и грубая характеристика имеющихся в крае подземных вод.

На прилагаемой карте, кроме того, ориентировочно показано распространение различного типа (пластовые и трещинные, карстовые воды особо не выделены) и качества подземных вод.

ВОДОНОСНОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ РАЙОНОВ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО КРАЯ.

Ишимская степь. Подземные воды послетретичных отложений образуют один, реже — два водоносных горизонта, вскрываемые на небольшой глубине; по качеству они, преимущественно, пресные. Лишь местами, как, например, в Омске, были встречены на глубине 4,5 м. сильно минерализованные воды.

В третичных отложениях, напротив, преобладают воды соленые, но иногда встречаются и пресные, нередко залегающие между водоносными горизонтами с соленой водой. Так, например, в пос. Дмитриевском (около 80 км. южнее ст. Пресновской) была получена на глубине 91 м. обильная пресная вода, не дошедшая до поверхности всего 2,5 м.; обнаружена она среди горизонтов с соленой водой, встреченных на глубине 53 и 100 м. Наибольший интерес по своей глубине (430 м.) представляет буровая скважина, пройденная в 50 км. к юго-западу от ст. Исиль-Куль, Омской ж. д., в которой до глубины 65 м. встречено два водоносных горизонта с соленой напорной водой, не доходившей 7 м. до поверхности.

Для разрешения вопроса о нахождении подземных вод в более древних, чем третичные, отложениях необходима скважина глубиной около 1.000 м., с предварительными геофизическими наблюдениями для выбора места скважины.

Барабинская степь. Здесь так же, как и в Ишимской степи, эксплоатируются, преимущественно, воды послетретичных отложений, в которых часто наблюдаются два водоносных горизонта. Воды первого горизонта, обнаруживаемые на глубине 3—9 м., нередко бывают горькие, соленые и жесткие. Воды второго горизонта, отделенные от первого пластичными серо-зелеными глинами и залегающие на глубине 12—15 м., преимущественно мягкие и пресные, нередко со значительным напором. Этот водоносный горизонт был встречен почти на всем протяжении Сибирской магистрали, за исключением ст. Татарской, где уже на глубине 2,7 м. оказалась горько-соленая вода, так как серо-желтый суглинок подстилается здесь гипсоносными глинами. Вообще же для получения пресных вод наиболее благоприятны условия к востоку от ст. Татарской.

В пределах древних долин крупных речных систем, как Обь, Иртыш и др., встречаются довольно обильные пресные воды в аллювиальных (речных) отложениях. Так, напр., в Новосибирске, по правому берегу Оби в древне-аллювиальных галечниках обнаружены доброкачественные питьевые воды, используемые для водоснабжения города.

Буровые скважины, пройденные в Омске для выяснения условий заложения устоев моста через Иртыш, обнаружили в третичных отложениях на глубине до 31 м. пресные самоизливающиеся воды (лишь на более высоких местах вода не доходит до поверхности).

Кулундинская степь по обеспечению доброкачественными питьевыми водами находится в условиях менее благоприятных, чем степь Барабинская. Здесь также наиболее древними отложениями являются олигоценовые соленосные глины третичной системы. Они включают гнезда мергеля, над которыми во многих местах залегают буровые известковистые пески неогенового возраста, достигающие 30 м. мощности. Названные пески в южной части степи содержат обильную пресную воду, которую можно добывать даже в непосредственном соседстве с соляными озерами.

Из наиболее глубоких скважин отметим две. Скважина в Костином логу пройдена на глубину 188 м.; первый водоносный горизонт был встречен на глубине 9 м. в плывунах, второй — наиболее важный — в крупнозернистых песках, на глубине 47 м. давший напорную воду, поднявшуюся до уровня на 11 м. ниже поверхности земли. Ниже указанной глубины пески становятся более глинистыми, а на глубине 90 м. сменяются плотными палеогеновыми глинами. Вторая скважина в Чудских прудах, в 50 км. от Костина лога, проведена до глубины 180 м. Она пересекла несколько водоносных горизонтов, частью напорных. На глубине 121 м. встречен был пласт песка, поглощавший воду и вызвавший понижение уровня воды в скважине почти до горизонта воды в Оби.

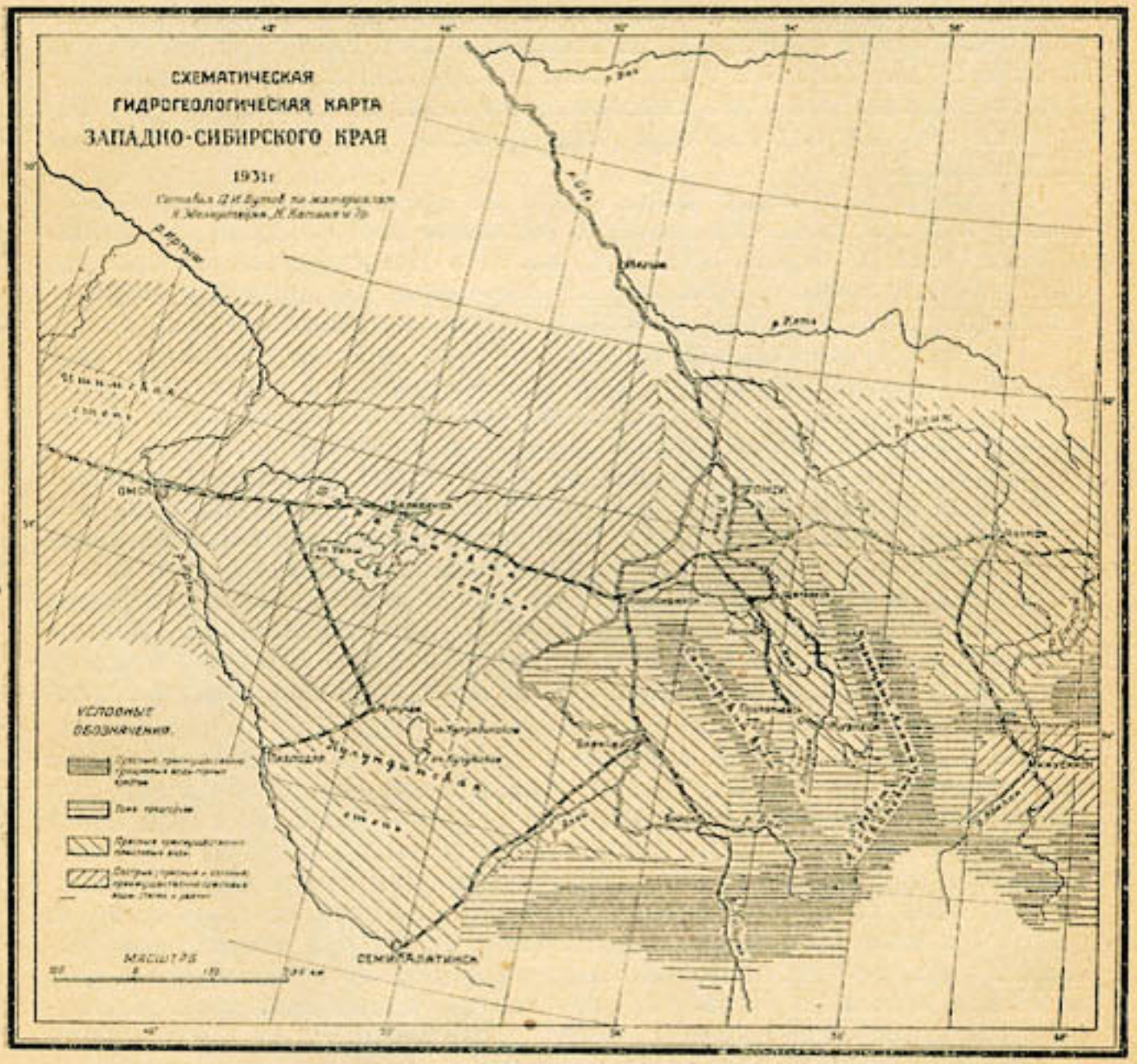
Не исключена возможность получения в районе Кулундинской степи напорных вод на глубине 300 или более метров из отложений, лежащих на границе третичных пород с более древними.

Кузнецкий бассейн. Исключительно важное значение бассейна в горно-рудном хозяйстве Союза заставляет несколько подробнее остановиться на рассмотрении общих условий его водоносности.

Поверхностные воды бассейна, устремляясь с окружающих его возвышенностей (Салаирский кряж на западе, Кузнецкий Ала-тау на востоке и предгорья Алтая на юге), собираются в центральную наибо-

лее пониженную часть котловины, прорезанную здесь широкой долиной Томи, одним из наиболее крупных притоков Оби. Расход воды в р. Томи колеблется в чрезвычайно больших пределах: минимум в отдельные годы опускался до 35 кб. м. в сек., а максимум достигал в половодье почти 10.000 кб. м. в сек. (по наблюдениям ниже Кемерова).

Как Томь, так и большинство ее крупных притоков с правой стороны берут начало с западного склона Кузнецкого Ала-тау и принадлежат к типу горных рек. Наиболее крупным ее притоком с левой стороны является Кондома, текущая с Алтая. При устье этой реки, против Кузнецка, и строится Кузнецкий металлургический завод.



Левые притоки Томи, большинство которых берет начало в пределах Кузнецкого бассейна, представляют маловодные потоки.

Степная левобережная полоса Томи орошается системой реки Ини, главное питание которой происходит за счет ее левобережных притоков, стекающих с Салаирского кряжа.

Если до революции дело с водоснабжением отдельных селений не составляло вопроса, то теперь положение резко изменилось. Проснулся гигантский бассейн, и быстрым, почти сказочным темпом стала развиваться в нем промышленность.

Угольная промышленность, достигнув в 1923 г. довоенной добычи, даже в отдельных районах превзошла теперь последнюю в несколько раз. Так, в Прокопьевском районе уже пройдена шахта «Гигант» с годовой производительностью в 2.000.000 тонн, и намечены к закладке другие крупные шахты; близки к окончанию Кузнецкий металлургический и Беловский цинковый заводы; Кемеровский коксовый завод превратился в мощный комбинат химической промышленности. Проводятся новые железнодорожные линии: Кольчугино — Новосибирск, Кузнецк — Тельбес; намечены линии Кузнецк — Минусинск и др. В Кемерове строится мощная тепловая электростанция, растут социалистические города (Тырган, Кузнецкстрой и др.), организуются совхозы, коммуны, коллективы...

В силу этого остро встает вопрос о разрешении водной проблемы. С одной стороны предъявляются запросы к большому количеству воды (питьевой и технической), с другой — ставится вопрос о борьбе с шахтными водами.

Наиболее надежным источником водоснабжения является р. Томь, которая и теперь используется Кузнецким и Кемеровским комбинатами и др. предприятиями, р. Иня — используется гор. Ленинском (Кольчугино), р. Бачат (приток Ини) — используется Гурьевским и Беловским заводами и т. д.

Подземные воды в значительных количествах встречаются здесь в кембро-силурийских и девонских известняках Салаирского кряжа и его предгорий и могут быть использованы для снабжения питьевой водой. Нижнекаменноугольные известняки и угленосные песчаники также заключают воды, но в значительно меньших количествах, чем более древние породы.

Воды в коренных породах имеют частью характер свободных, частью напорных и могут быть использованы или непосредственно из источников, или путем эксплоатации их буровыми скважинами.

Значительной водообильностью отличаются и воды речных отложений в долинах рек Томи, Кондомы, Ини, Бачата и др.

Воды коренных и послетретичных отложений бассейна так же, как и поверхностные, характеризуются чрезвычайно слабой минерализацией, имея незначительный плотный остаток (0,1 — 0,5 грм.); хлор и сульфаты в них часто почти совсем отсутствуют и общая жесткость не велика и только в исключительных случаях превышает 20° нем.

В Минусинском крае придется резко подчеркнуть разницу в отношении количества и качества воды между горно-таежными и степными областями. Если в первых нет недостатка в воде и она в большинстве вполне удовлетворительного качества, то нельзя этого сказать о степных районах. Здесь пресные воды в ближайших к поверхности горизонтах приурочены к тальвегам речек и логов. В местах более замедленного тока подземных вод, в низовых частях балок, чаще можно наблюдать засоление воды, особенно когда она скопляется на соленосных и гипсоносных глинах и мергелях девона (отличного от девона Кузнецкого бассейна). Точно так же и поверхностные воды, находящиеся в бессточных котловинах, отличаются соленым или горько-соленым вкусом.

Воды древне-речных отложений (Енисея, Абакана), хотя и обильны, но отличаются значительной пестротой своего состава в различных местах степных пространств. Возможно, что засоление здесь зависит от неглубокого залегания подземных вод и от концентрации солей под влиянием капиллярного поднятия влаги в летние жаркие месяцы. Помимо грунтовых вод, в более древних породах (девон, карбон) можно на-

деяться встретить напорные воды. Качество их, несомненно, будет также различно и будет зависеть от состава пород, вмещающих водоносные горизонты.

Необходимо здесь отметить, что все реки, как Обь, Томь, Енисей и др., в верхнем и среднем течении, а также большинство правобережных притоков Томи, многие притоки Енисея и большинство левобережных притоков р. Ини могут быть использованы для гидроэлектрических установок.

Из минеральных вод отметим слабо минерализованный (индифферентный) Белокурихинский источник (к югу от г. Бийска) с температурой свыше 30°.

Бессточные котловины, занятые озерами в Минусинском крае, как уже говорилось, имеют воду более или менее минерализованную, используемую иногда для лечебных целей (озеро Шира и др.).

В заключение укажем, что соседство двух областей — Уральской и Западно-Сибирского края, из которых одна (Уральская область) располагает богатейшими рудами, а другая (Западно-Сибирский край) — крупнейшим в Союзе угольным бассейном, — соединенных общей магистралью, естественно приводит к мысли о создании топливно-рудного Урало-Кузнецкого комбината.

Открытие в Киргизских степях мощных запасов угля в Карагандинском месторождении, наличие здесь руд, соединение железной дорогой (Турксиб) Западно-Сибирского края с Туркестаном — открывают новые перспективы в урало-кузнецкой проблеме. В этом отношении Западно-Сибирский край, располагающий мощными водными артериями, соединяющимися с Великим северным водным путем, сыграет, несомненно, большую роль в разрешении проблемы сложного Туркестано-Урало-Кузнецкого комбината.

Е. А. ПРЕСНЯКОВ.

Водные ресурсы Восточно-Сибирского края, Якутской АССР, Бурято-Монгольской АССР и Дальне-Восточного края.

Общие замечания. Весь север и северо-восток Советской Азии находятся в особых условиях, связанных с наличием здесь вечной мерзлоты. Южная граница ее распространения не установлена еще вполне точно, но если подходить не с точки зрения теоретического изучения, а практически, то следует признать, что водное хозяйство всего Восточно-Сибирского края, всей Якутской АССР и Тихоокеанского края (кроме Сахалина, юга Камчатки, Хабаровского и Владивостокского округов) находится в тесной зависимости от вечной мерзлоты. Обычные гидрогеологические схемы, устанавливающие распространение подземных вод в соответствии с чередованием водопроницаемых и водонепроницаемых слоев, осложняются здесь появлением единого, большей частью водонепроницаемого слоя вечной мерзлоты, который встречается при углублении уже всего лишь на несколько метров.

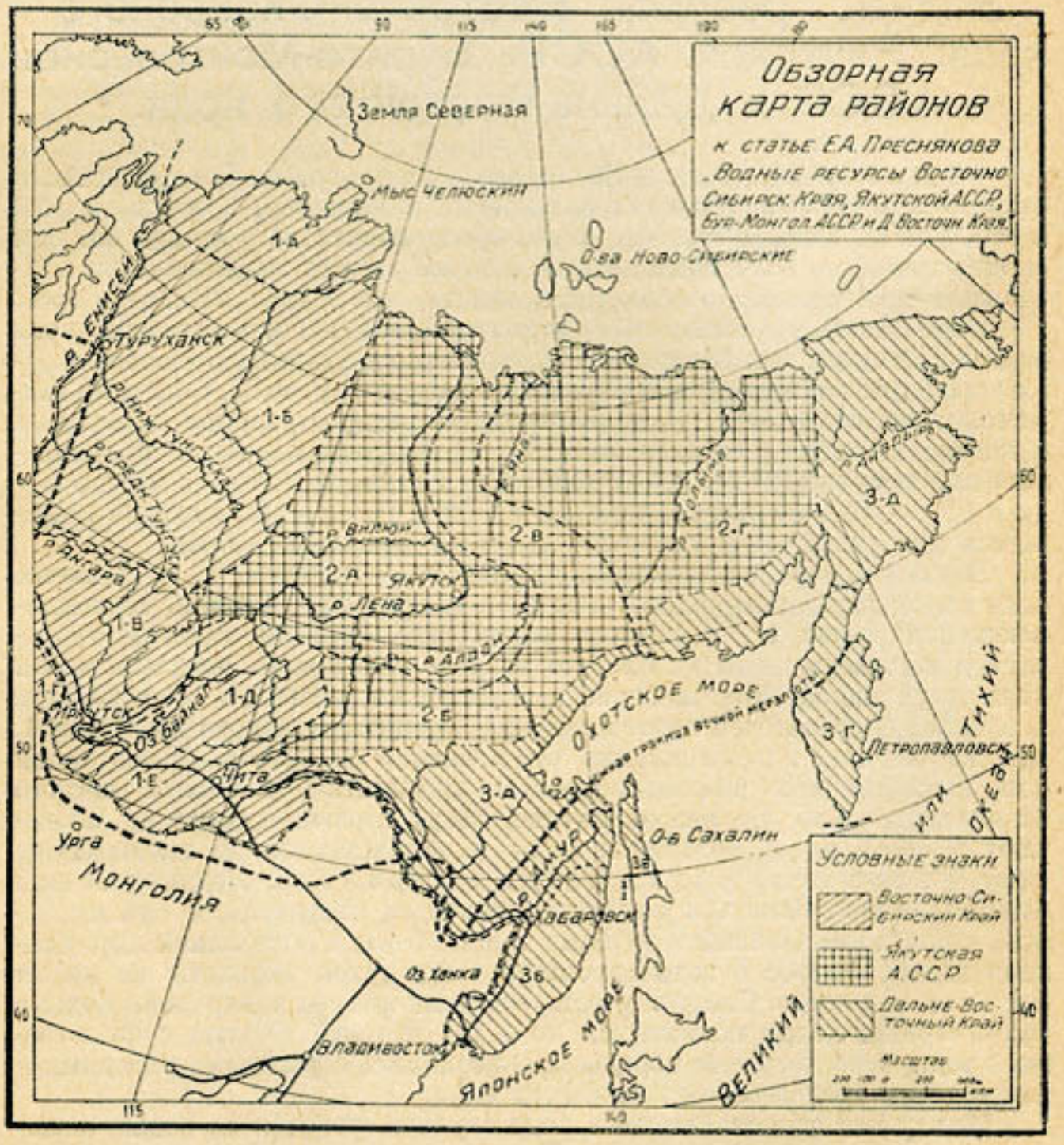
Вечная мерзлота в широком смысле этого понятия, т. е. наличие слоя пород ниже поверхности земли с температурой, никогда не поднимающейся выше 0°, возникает везде, где средняя годовая температура местности ниже 0°. Следует указать, что вечная мерзлота может быть двух видов. Это, во-первых, ледяная вечная мерзлота, т. е. такая, при которой горные породы, пропитанные подземной водой, при достаточном их охлаждении оказываются сцементованными льдом или включающими чечевицеобразные прослаики и пласты чистого ископаемого льда. Во втором случае, когда горные породы не заключают в своей массе подземной воды и охлаждаются до температуры ниже 0°, получается сухая вечная мерзлота. Ледяная вечная мерзлота может являться водонепроницаемым панцырем, и она пронизана «таликами» (зонами и трубами талой почвы с постоянной циркуляцией воды). Вопрос о водонепроницаемости сухой мерзлоты не может решаться так легко. Следует учесть, что температура замерзания воды в капиллярных ходах понижается до — 18° и ниже. Опыты с фильтрацией воды через мерзлые породы производились с рыхлыми породами и не касались трещиноватых коренных скал.

Между тем водоснабжение в ряде случаев ставится на водах, лежащих ниже слоя вечной мерзлоты. Так обстоит дело на Забайкальской и Амурской железных дорогах, так организовано водоснабжение ряда предприятий и деревень Забайкалья. Можно считать весьма вероятным, что питание этих водоносных горизонтов происходит путем проникновения влаги сверху. Чтобы предполагать, как это делает проф. А. В. Львов, что вся вода, циркулирующая под слоем мерзлоты, — глубинного происхождения, нет убедительных данных.

Поэтому изучение водопроницаемости слоя вечной мерзлоты является очередной и насущной задачей.

Вода рек и ручьев в большинстве случаев может являться здесь источником водоснабжения лишь в летнее полугодие, так как зимою остаются не промерзшими до дна только наиболее крупные поверхностные потоки.

Население, живущее в отдалении от рек, пользуется в зимнее время водою из немногочисленных ключей, из застойных вод более глубоких непромерзающих омутов или просто для получения воды пользуется льдом и снегом.



Переходя, после этих общих замечаний, к краткой и схематической характеристике условий водоносности отдельных площадей интересующей нас территории, мы разобьем ее на 15 районов в соответствии с их гидрогеологическими особенностями. Из них шесть районов входят в Восточно-Сибирский край, четыре района охватывают Якутскую АССР и пять районов составляют территорию Дальне-Восточного края.

Бурято-Монгольская АССР, тянущаяся с севера на юг почти в меридиональном направлении и находящаяся поэтому в различных физико-географических зонах, входит при нашем районировании в три гидрогеологических района Восточно-Сибирского края.

Нумерация районов на прилагаемой карточке совпадает с нумерацией их в тексте.

1. ВОСТОЧНО-СИБИРСКИЙ КРАЙ.

Восточно-Сибирский край, простирающийся от мыса Челюскина до границы с Монголией, находится в весьма разнообразных климатических условиях.

1. Таймырский полуостров, достигающий 77° сев. шир., т. е. уходящий на север дальше Новой Земли, в гидрогеологическом отношении пока совершенно не изучен. Это объясняется исключительно малой населенностью района и трудной его доступностью.

2. Тунгусский бассейн. К югу от Таймыра расположен крупный Тунгусский угленосный район. По природным условиям район весьма своеобразен и представляет собою трудно проходимую, заболоченную тайгу, допускающую проникновение в нее только по рекам. По геологическому строению район отличается от прилежащих площадей. Составляя вместе с Якутской низменностью Сибирский щит, Тунгусский район характеризуется широким развитием угленосных отложений пермской системы и большим количеством излияний диабазов (траппов) и других родственных вулканических пород.

Если в будущем здесь возникнет промышленность (уголь, графит, металлы), она по всей вероятности должна будет опираться на крупные речные артерии, как на источники водоснабжения и пути сообщения. Тогда должен будет встать вопрос о детальном гидрогеологическом изучении отдельных участков бассейна в целях изыскания технических мер борьбы с «шахтными» водами, которые здесь возможны.

3. Иркутским амфитеатром, вслед за Зюссом, геологи называют южную окраину Сибирского щита. Равнина верхних течений Ангары и Лены окружена с юго-запада горной областью Саянского хребта, а с юго-востока — Прибайкальскими высотами. Местность эта, включающая крупнейший культурный центр края — Иркутск, с давно развивающейся вокруг него промышленностью, Черемховский угленосный бассейн и Усольские соляные заводы, всегда имела большое экономическое значение. Выдвинутая в последнее время проблема использования водной энергии р. Ангары, известная под именем Ангаростроя, заставляет нас рассмотреть водное хозяйство района подробнее. Кроме воды, как источника энергии, и воды для намечаемой вокруг Ангаростроя промышленности, понадобится создание оросительных систем на безводных пространствах Ангаро-Ленского водораздела, которые мощной системой совхозов смогли бы прокормить большую армию Ангаростроя.

В южной, угленосной части мы имеем залегающие кембро-силурийские соленосные толщи и угленосные отложения юрской системы. Благодаря близости Саянского хребта, пережившего в недавнее время крупнейшие горообразовательные движения, мы в районе Черемховского угленосного бассейна находим частые отголоски этих движений в виде ряда разрывов земной коры по трещинам, параллельным Саянскому хребту и полого наклоненным на юго-запад. Эти трещины обычно водоносны. Вследствие наличия соленосных толщ, вода в них содержит соль и может скорее рассматриваться как материал для выварки соли,

чем как питьевая или техническая вода, необходимая для промышленности. В выше залегающих угленосных отложениях юрской системы сбросовые трещины менее распространены, и здесь, поэтому, в северной части Черемховского бассейна имеется ряд водоносных горизонтов, приуроченных часто к пластам угля. Таков, например, Родниковый горизонт богхеда (разновидность ископаемых бурых углей). Эти воды широко используются местным населением. В ряде мест, однако, здесь наблюдается весьма острое положение с водою. Примером может служить Тулунский гипсоносный район, где отсутствие воды тормозит развитие промышленности.

В не менее трудном положении находится район, расположенный к северу, непосредственно примыкающий к месту проектируемой большой Ангарской гидростанции и включающий главнейшие колонизационные фонды края. Юрские отложения здесь отсутствуют, и потому все внимание обращается на кембро-силурийские отложения, как на возможные вместилища подземных вод. Значительная удаленность этого участка от Саянского хребта позволяет предполагать, что здесь в меньшей степени распространены упоминавшиеся выше разрывы земной коры (сколы), и поэтому здесь можно рассчитывать встретить на некоторой глубине пластовые горизонты подземных вод со значительным гидростатическим напором, т. е. воды артезианского типа. Некоторая часть этих вод может оказаться соленой. За это говорит не только геологическое строение местности, но и существование здесь ряда соленых источников. Поэтому в первую очередь здесь надлежит обратить внимание на изучение водоносности горизонтов кембро-силурийских отложений, залегающих ниже и выше соленосных толщ. Целые участки уже в настоящее время, при существующем развитии сельского хозяйства, испытывают значительную нужду в воде. Таков, например, степной район, входящий большей своей частью в Аларский айсак Бурято-Монгольской АССР.

4. Восточный Саян. Кроме части территории Восточно-Сибирского края в этот район входит юго-западная часть Бурято-Монгольской АССР.

Высокогорная область Восточного Саяна и соседних хребтов значительной частью находится вне пределов распространения вечной мерзлоты. Поэтому здесь в обилии находятся незамерзающие родники, а бурные горные реки, стекающие с гор, уже благодаря быстроте своего течения не только не промерзают до дна, но часто даже и вовсе не замерзают. Все нужды местной промышленности (графит, асбест, слюда, металлы) могут быть удовлетворены водой родников и рек. Вопрос только в техническом оборудовании водоприемников и в доставке воды по назначению.

5. Витимская тайга. Кроме части территории В.-Сиб. края, в этот район входят южная окраина Якутской АССР и северная треть Бур.-Монг. АССР.

Золотоносные районы р.р. Витима, Олекмы и Баргузина с давних пор привлекали внимание золотопромышленности и потому неоднократно посещались исследователями.

Этот участок земной коры пережил бурную геологическую историю и в настоящее время представляет область развития по преимуществу изверженных и сильно измененных осадочных горных пород. Из вод глубинных здесь можно рассчитывать, повидимому, лишь на трещинные воды, которые изливаются рядом известных незамерзающих родников. Воды эти систематически пока не изучались.

В рыхлых песчано-глинистых отложениях, изученных благодаря наличию горных выработок на золотых промыслах, мерзлота обычно проникает до коренных пород. Но в пределах распространения мерзлоты, внутри ее, часто имеется несколько горизонтов таликов. Изучение распространения талых участков среди мерзлоты еще ждет своей очереди. Между тем вся вода их служит часто главным источником водоснабжения, и почти всегда недостаток воды является главным препятствием в деле развития добычи золота. Вероятно также, эта талая вода играет некоторую роль и в формировании самих золотых россыпей. Таким образом этот, на первый взгляд, чисто теоретический вопрос имеет большое практическое значение.

6. Забайкалье. В этот гидрогеологический район, кроме части территории Вост.-Сиб. края, входит юго-восточная треть Бур.-Монг. АССР.

Гидрогеология Забайкалья, по сравнению с другими районами Восточно-Сибирского края, наиболее изучена, так как именно здесь к гидрогеологии предъявляются в настоящее время наибольшие требования.

Воды артезианские (пластовые) здесь можно встретить только среди сравнительно молодых геологических осадочных отложений юрской и третичной систем, а также среди изливших ся вулканических образований, накопившихся в юрский, меловой и третичный периоды жизни земного шара. Области их распространения обычно здесь незначительны, и подземные воды среди этих отложений могут иметь некоторое значение для сельского хозяйства и для угленосных бассейнов, но совершенно не затрагивают рудные районы, являющиеся главным богатством края.

Сложное строение всех более древних отложений, обилие отдельных глубинных трещин и целых зон разлома, сейсмичность района (известно несколько сот землетрясений), — все это благоприятствует наличию вод, поднимающихся по трещинам с больших глубин. Они представлены как минеральными источниками, так и большим количеством восходящих пресных трещинных вод.

Трещинные воды, трудно поддающиеся каптажу, часто имеют небольшой дебит в отдельных источниках и отличаются своеобразным химическим составом. Водоснабжение основывать на этих водах можно, но необходимо предварительное их исследование, и надо иметь в виду, что оборудование водоснабжения должно потребовать при этом значительных затрат.

Восходящими трещинными водами особенно богаты гранитные массивы и поля большого распространения известняков. В последних, кроме того, установлено наличие и карстовых вод.

Большое значение имеют воды, фильтрующиеся в толще речных отложений в долинах. Если реки зимой не промерзают до дна, то фильтрация в наносах должна продолжаться круглый год. Следует различать два случая. Во-первых, когда речные наносы не опускаются глубже нижней границы вечной мерзлоты, т. е., иначе говоря, когда мерзлота достигает коренных пород долины. Такой пример мы видели, когда говорили выше о Витимской тайге. Второй случай будет, когда мощность наносов больше слоя мерзлоты. В первом случае мы имеем небольшой мощности наносы, с неглубоким залеганием фильтрующих горизонтов в речных отложениях, но с капризным их распределением по прихотливой системе таликов. Каптаж будет дешевым и потребует только подробных предварительных исследований. Во втором случае мы имеем глубоко залегающие (50 и более м.) водоносные горизонты, более по-

стоянные, но требующие каптажа на большой глубине. Кроме того, в этом случае необходим каптаж с обязательным отеплением, так как иначе вода будет замерзать в трубах во время прохождения сквозь толщу мерзлоты. Зато получение этих вод потребует меньших затрат на исследование, технически вопрос решается более просто (меньше следует учитывать индивидуальные особенности отдельных участков мерзлых грунтов).

Сравнивая все типы водопользования, мы видим, что исключительное значение здесь имеют: 1) трещинные воды, каптировать которые, как показал опыт Забайкальской жел. дороги, выгоднее под мерзлотой, 2) воды, фильтрующиеся в речных отложениях. Оба типа водоснабжения вызывают необходимость изучения в первую очередь водопроницаемости слоя вечной мерзлоты и распределения в ней таликов.

Особенностью химического состава вод всей складчатой зоны является их химическая дифференцированность. Благодаря почти полному отсутствию нормальных осадочных пород, благодаря преобладанию трещинных вод, идущих с значительных глубин из массивных пород, благодаря наличию месторождений различных металлов в районе (наличие всех элементов), — здесь можно встретить воды от почти химически чистых до вод, содержащих 6—8 грм. сухого остатка на 1 литр воды. Вечная мерзлота, особенно в зимнее время, еще усиливает это своеобразие. Зимой совершенно исключается влияние верховодки [1]) на более глубокие подземные воды. Местами непромерзающие поверхностные и грунтовые воды превращаются в застойные бассейны с «тухлой» водой, которой местное население некоторых деревень вынуждено пользоваться. Весьма вероятно, что этими причинами, т. е. своеобразием и пестротою химического и бактериального состава вод, приходится объяснять распространение заболеваний, связываемых исследователями с питьевой водою. Я говорю о зобе Прибайкалья и Забайкалья и Бековской (Уровской) болезни восточного Забайкалья. Особенно последняя болезнь, охватывающая значительную площадь, является большим бедствием, угрожая самой возможности создания здесь горнопромышленного района.

Химический состав местных вод имеет большое значение и непосредственно для народного хозяйства. Исследования, начатые в 1930 г., выделили в южном Приаргунье, на ряду с площадями удовлетворительных вод, значительные площади с водами, негодными для использования их ни для паровых котлов, ни для поливных хозяйств.

2. ЯКУТСКАЯ АССР.

По условиям своего водоснабжения Якутская АССР может быть разделена на 4 района.

1. Якутская низменность. Главное место и по площади, и по экономическому значению в республике занимает Якутская низменность, включающая большую часть бассейна реки Лены. Составляя восточную половину так называемого у геологов Сибирского щита, местность эта сложена горизонтально залегающими пластами морских осадков кембро-силурийской системы и угленосных отложений юрской системы. Вечная мерзлота достигает здесь большой глубины, и потому все слои, близкие к поверхности, не водоносны. Оседлое население живет исключительно близ больших, не промерзающих зимою рек (Лена, Алдан, Вилюй и др.). Водораздельные степи, пригодные для земледе-

[1]) Верховодка—первый от поверхности земли горизонт подземной воды, не обладающей гидростатическим напором.

лия и скотоводства, в случае развития сельского хозяйства потребуют организации их водоснабжения. Ключей незамерзающих нет; на водоразделах летом имеются многочисленные озера, но воды в них недостаточно, и зимой на них рассчитывать, как на источник водоснабжения, нельзя.

На основании общих геологических представлений о крае можно рассчитывать на существование в глубоких горизонтах артезианских напорных вод.

2. Южно-Якутская золотоносная тайга, представляющая собой южную окраину Якутской АССР, является вторым по значению районом в республике. Здесь в последние годы развивается крупная горная промышленность. По геологическому строению этот гидрогеологический район гораздо более сложен, чем предыдущий. Значительную площадь занимают выходы различных изверженных пород и докембрийских гнейсов, т. е. пород, исключающих возможность образования в них горизонтов пластовых вод.

Большое количество сбросовых трещин представляет собою условие, благоприятное для поднятия по этим трещинам подземных вод из глубоких зон. Действительно, здесь известно много источников, не замерзающих в течение всего года и приуроченных к сбросовым трещинам. Эти источники питают местные горные реки и обеспечивают водоснабжение существующих здесь горных предприятий.

3. Верхоянский хребет и другие горные области Якутской АССР. Значительно меньше населены и обследованы остальные места Якутии. Вопросы водоснабжения здесь были до сих пор предметом заботы самого местного, весьма немногочисленного населения. Население обеспечивает себя водой путем собирания и растапливания льда и снега. Опираясь на случайные сведения, мы можем указать лишь основные характерные черты этого обширного района. Верхоянский хребет вместе с недавно открытым хребтом Черского и водоразделом Алдана и Охотского моря является высокогорной областью с небольшими реками, сбегающими с нее. Зимою эти реки промерзают до дна. Подобно Южно-Якутской тайге, и здесь следует обратить внимание в первую очередь на подземные воды, распространяющиеся по трещинам (трещинные воды).

4. Охотско-Колымский край обнимает обширные малонаселенные пространства бассейнов рек Яна, Индигирки и Колымы, а также бассейнов снежных рек, текущих в Охотское море. Район этот геологически освещен всего 2—3 маршрутами, а в гидрогеологическом отношении не изучен вовсе. Мы знаем только, что здесь вечная мерзлота достигает своего наибольшего развития и что здесь известны наибольшие толщи ископаемого льда. В этом районе (в Верхоянске) находится «полюс холода». В связи с развитием Верхне-Колымских золотых промыслов разрешение вопроса о водоснабжении промыслов может стать задачей ближайшего времени.

3. ДАЛЬНЕ-ВОСТОЧНЫЙ КРАЙ.

Дальне-Восточный край, расположенный на побережье Великого океана, отличается от соседних административно-территориальных единиц более влажным климатом, меньшей амплитудой колебаний температуры и меньшим распространением вечной мерзлоты. В пределах края можно выделить 5 гидрогеологических районов.

1. Бассейн реки Амура находится, в общем, в условиях, сходных с забайкальскими. Большое значение для геологического строения

здесь имеют молодые осадочные породы, в частности третичные и четвертичные отложения Благовещенского района, Биро-Биджана, долины р. Уссури и Приханского района.

Важное значение приобретают здесь заключенные в этих отложениях пластовые воды, которые в ряде мест удачно разведываются и используются.

2. Приморье. Хребет Сихотэ-Алинь и побережье Японского моря представляют собой участок земной коры с очень сложным геологическим строением и трудно поддающимися изучению гидрогеологическими особенностями. Первоочередными объектами изучения здесь должны быть районы Владивостока и Южно-Уссурийские угленосные бассейны. В обоих случаях придется, вероятно, иметь дело с преобладающими по своему значению третичными водами.

3. Сахалин известен нам только в части распространения угольных и нефтяных месторождений. Выясненное геологическое строение района предопределяет здесь присутствие трещинных и (в меньшей мере) пластовых вод. Гидрогеологические исследования здесь еще не производились.

4. Камчатка. Гидрогеологические исследования здесь еще не начаты, между тем эта единственная в СССР действующая вулканическая область со стороны гидрогеологии представляет большой теоретический интерес.

В районе г. Петропавловска-на-Камчатке известны воды, исключительно кислые по своему химическому составу.

5. Крайний северо-восток (Анадырь, Чукотский полуостров и др.) гидрогеологически еще не обследован.

Н. И. ТОЛСТИХИН

Минеральные источники Восточной Сибири и Дальне-Восточного края.

Многочисленные источники Восточной Сибири и Дальне-Восточного края в настоящее время еще мало известны. Это объясняется удаленностью их от крупных торгово-промышленных центров дореволюционной России и отсутствием хороших путей сообщения. Только в настоящее время, когда в связи с социалистическим строительством на востоке СССР развиваются промышленные рабочие центры, когда в Сибири идет стройка новых фабрик, заводов и путей сообщения, значение минеральных источников и их роль в экономике края должны сильно возрасти.

Географическое распределение минеральных источников на этой обширной территории весьма неравномерно.

Наиболее густо они расположены в Забайкалье, где количество уже известных минеральных источников превышает 230. Ежегодно работами ГГРУ открываются новые. Некоторые минеральные источники возникают на глазах населения там, где их раньше не было. Примером может служить Шараканский кислый ключ в Вост. Забайкалье.

К западу, к северу и к востоку от Забайкалья количество минеральных источников сильно убывает. Так, в группе Амурских минеральных источников насчитывается, по данным Лукса, — 11, в группе приморских — 5, Сахалинско-Удских — 8, Охотско-Колымско-Чукотских — 38 источников. По Якутии точных данных пока нет; по отрывочным же сведениям, минеральные источники там редки. Несомненно, по мере изучения страны количество известных источников возрастет и цифры, указанные выше, изменятся. Однако уже и сейчас в распределении минеральных источников можно видеть закономерность, вытекающую из общих условий их происхождения, — закономерность, в известной мере подтверждаемую приведенными выше цифрами.

Забайкалье с прилегающим к нему с запада Байкалом являются центром проявления интенсивной деятельности горообразовательных сил; это повлекло за собой сильное дробление пород и образование в них многочисленных разрывов и трещин, вдоль которых произошли вертикальные, горизонтальные и наклонные взаимоперемещения значительных участков земной коры. В связи с горообразовательными процессами Забайкалье до сих пор является областью довольно энергичной сейсмической деятельности. Одним из итогов этой деятельности явились многочисленные источники Забайкалья, приуроченные, в большинстве случаев, к глубоким трещинам в земной коре, к тектоническим трещинам. Интенсивность тектонических горообразовательных явлений заметно убывает к северу, что и выражается обеднением севера мине-

ральными источниками. Оживление вулканической деятельности на Камчатке сопровождается там значительным увеличением количества минеральных и, особенно, горячих (термальных) источников.

Большинство известных нам минеральных источников приурочено к породам изверженным, особенно к гранитам, а также к различным кристаллическим сланцам и — в меньшей степени — к породам осадочным.

Почти все минеральные источники выходят наружу в области развития вечной мерзлоты, поэтому многие из них имеют чрезвычайно своеобразный режим и непостоянное место выхода, что обусловлено неравномерным промерзанием почвы зимою и оттаиванием ее летом. Только источники термальные, которые, благодаря отдаче тепла в окружающий грунт, создают вокруг себя ореол таликов, а также источники с большим дебитом сохраняют постоянно одно и то же место выхода на поверхность. Среди остальных перемены места выхода совершаются иногда по нескольку раз в год, при чем бывают примеры, когда источник «кочует» на расстоянии в несколько десятков метров. Есть и такие, как Сенкокучинский, который выходит зимой в одном месте, а летом в 1½ км. ниже по долине, на другом берегу ручья.

В связи с присутствием вечной мерзлоты наблюдаются значительные колебания химического состава минеральных источников по временам года. Наибольшая концентрация растворимых солей в минеральной воде бывает здесь раннею весною, когда верхние водоносные горизонты промерзают и когда исключается возможность подмешивания значительных количеств пресной воды.

Летом и, особенно, к осени минерализация сильно падает. Некоторые источники (как, напр., Нижний Ларгинский) превращаются в пресные, а другие и совсем исчезают, так как при протаивании почвы минеральная вода уходит иными путями (Епифанцевский нижний).

Сказывается мерзлота и на чрезвычайно низкой температуре холодных источников, обычно близкой к 0° и редко поднимающейся до 2° — 3°. Исключение составляют источники таликов и термальные. Среди последних встречаются источники с весьма высокими температурами, — источники, пользующиеся по своим лечебным качествам заслуженной известностью; таковы—Каргинский с температурой 75° из группы горячих источников Витимского нагорья, Кульдур — 70°, Горячинский или Туркинский — 55°, Ильинский или Питателевский — 55°, Нилоовские воды — 40 — 45°, Ямкун — 21° и значительное количество горячих источников Камчатки с известными температурами от 18° до 65° С.

Дебит минеральных источников весьма разнообразен. С одной стороны, имеются такие, у которых он выражается в сотнях тысяч литров в сутки, напр., Кульдур, Горячинский, с другой — довольно многочисленны и такие, у которых активный дебит равен нулю, и вода этих источников стоит в небольшой ямке, не имея видимого поверхностного стока. Дебит большинства ключей, кроме того, отличается и своим непостоянством. Причина этого явления заключается в отсутствии каптажных сооружений и большой зависимости от атмосферных осадков, глубины зимнего промерзания и скорости летнего оттаивания верхних водоносных горизонтов. Нередко встречаются источники, которые в некоторые сезоны года или в годы засушливые совершенно прекращают свое существование.

Многие минеральные источники являются газированными. Наиболее распространены здесь источники, газированные углекислотою и азотом. Некоторые заключают по составу газа почти чистую углекис-

КАРТА МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ
ВОСТОКА СССР
по Г.И. Стальнову, П.И. Полевому, М.М. Сумгину, И. Богатеву и М.И. Болотихину
Группы термальных источников
I Байкало-Баргузинская
II Амурская
III Камчатская
• Холодные минеральн. источники
○ Горячие "
▲ Сильно радиоактивные "
Восточно-Сибирский край
Якутская АССР
Дальневосточный край
Монголия
Китай
Охотское море
Японское море
Сахалин
Камчатка
Японія
Великий или Тихий океан
Минеральные источники
1. Шаракаинский м-ст
2. Сенкокучинский
3. Ларгинский
4. Епифанцевский
5. Каргинский
6. Кульдур
7. Горячинский
8. Питательский
9. Ниловские воды
10. Ямкун
11. Аршан-Тунжинский
12. Шивинский
13. Усолье
14. Уровский
15. Молоковка
16. Даравсун
17. Ямаровка
18. Шиванда
19. Колтомойкон
20. Оз. Угдак

лоту, напр., Аршан-Тункинский — с содержанием углекислоты до 98%. Другие же содержат почти чистый азот. Многие источники заключают смесь азота и углекислоты, напр., Шивлинский минеральный источник с 67% азота. Интересно отметить, что теплые и горячие источники содержат почти всегда в значительном количестве азот (Ямкун). Кроме того, в небольшом количестве примешиваются редкие газы. В этом отношении особый интерес представляют некоторые из многочисленных горячих источников Баргузинской и Камчатской групп. В качестве предварительного предположения может быть высказана мысль, что заключенные в земной коре газы (углекислота и азот) распределены зонально; ближе к поверхности находится углекислый газ, типичный для холодных источников, глубже — азот, в значительной мере присущий термальным источникам. Наконец, в воде некоторых источников (Усолье, Горячинский) отмечается присутствие сероводорода. Выходы газа иногда прослеживаются на большом протяжении, напр., 480 м. (ист. Корабль-зола) и 150 м. (ист. Верхне-Уровский — Вост. Забайкалье). По составу газы некоторых источников весьма сходны с газами вулканов Исландии и о-вов Санторина [1]).

Среди источников Восточной Сибири встречаются и высокорадиоактивные, таковы: источник Ямкун, радиоактивность которого достигает 596 единиц Махе; Молоковка, радиоктивность которого по последним данным определена в 325 и 415 единиц Махе. Высокие цифры радиоактивности Ямкунского и Молоковского источников ставят их на одно из первых мест среди источников СССР и придают курортам при этих источниках союзное значение. Остальные источники из числа изученных радиоактивны в небольшой степени; радиоактивность их лишь изредка достигает нескольких десятков единиц Махе.

Значительное большинство источников ни со стороны газового состава, ни со стороны радиоактивности пока не исследовано. Также мало еще имеется данных о химическом составе воды большинства минеральных источников. Исходя из немногих химических анализов, можно разделить источники края, придерживаясь классификации проф. М. Г. Курлова, на ряд групп:

1) На первом месте по многочисленности стоят минеральные источники (Дарасун, Ямаровка, Шивия, Шиванда и другие), вода которых по своему составу более или менее приближается к Нарзану. Характерными особенностями этих вод являются богатство щелочными землями, бедность сульфатами и особенно хлором и сильное насыщение углекислотою.

2) Углекисло-железистые (Колтомайкон, некоторые источники Дарасуна);

3) Хлоридно-сульфатные (Усолье);

4) Сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридные (оз. Угдан) и

5) Карбонатно-сульфатные (Аршан-Тункинский).

Дальнейшее изучение химических свойств минеральных источников позволит увеличить количество групп и, быть может, вскроет источники тех типов, которые пока в нашем краю не известны, — бромистые, иодистые, хлоридные и другие.

---

[1]) На это обстоятельство интересно обратить внимание в связи с тем, что недавние излияния базальтов и вулканы (ныне бездействующие) известны в Забайкалье и в смежных районах (Витимское нагорье, Монголия, долина р. Иркута). Это говорит о том, что в недавнем геологическом прошлом районы наших минеральных источников представляли собою вулканическую область.

1951

Степень минерализации большинства источников невелика, редко достигает 1 грамма на литр; наиболее известные источники содержат от 2 до 3 грм. плотного остатка, т. е. не выходят за пределы средней минерализации. Исключение составляют оз. Усолье, Угдан и некоторые другие озера Забайкалья, где степень минерализации далеко выходит за пределы указанных цыфр.

Минеральный источник может быть рассматриваем, как полезное ископаемое, лишь тогда, когда он по своему географическому положению становится доступен для эксплоатации, т. е. для использования в лечебных целях на месте или для экспорта. Многие из упомянутых источников с развитием дорог становятся доступными. Поэтому должен быть разрешен очередной вопрос — правильный каптаж, чтобы иметь возможность получить достаточное количество минеральной воды постоянного и желаемого качества и состава.

В этом отношении для сибирских источников еще мало сделано Правильно и хорошо каптированных источников нет. Только некоторые из них имеют примитивные каптажные устройства. Каптаж источников в условиях вечной мерзлоты крайне своеобразен. Подходить к нему необходимо с особой осторожностью, и, вместе с тем, он является совершенно необходимым условием для развития курортного строительства. Впереди еще много работы по организации и развитию курортного дела, по изучению режима источников и влияния их вод на организм.

Главнейшая задача для настоящего времени заключается в дальнейшем систематическом изучении источников края с тем, чтобы выявить все наиболее ценные и заслуживающие внимания, своевременно охранить их от возможного загрязнения и уничтожения и, путем правильно поставленных каптажных работ на разнообразных минеральных, термальных и радиоактивных источниках, создать необходимые условия для организации при них курортов.

Для Восточно-Сибирского края хорошо оборудованными являются курорты: Усолье с соленым источником (он же служит и для добычи соли), Дарасун, Ямаровка с источниками типа нарзана. Наконец, известен ряд источников, более слабо оборудованных, каковы курорты Шиванда, Шивия, Ямкун, Олентуй, и пока совсем «диких» источников: Саватеевский Ларьгинский, Улан-Булак, и мн. др.

В Бурятии много хороших минеральных источников; среди них наиболее оборудованными и заслуживающими внимания являются Горячинский и Аршан-Тункинский.

В Якутии большой известностью пользуются Кемпендяйские источники (бассейн Вилюя), являющиеся главными лечебными курортами Якутской республики. Источники эти, хлоридные по химическому составу, связаны с вымыванием соли из кембрийских соленосных отложений. На ряду с бальнеологическим их значением, они являются источником для добычи соли.

Среди Амурских и Приморских источников наиболее оборудованными курортами надо считать — Игнашино (источник углекислый) и Кульдур (термальный), Аннинские минеральные воды (тоже термальные). Большинство других источников не оборудовано.

Среди Сахалинско-Удских и Охотско-Камчатско-Чукотских минеральных источников обращают внимание значительное количество термальных, отсутствие сколько-нибудь оборудованных курортов и общая слабая их изученность.

1362