

551.49

Г-464

Гидрогеологические
условия Казахстана

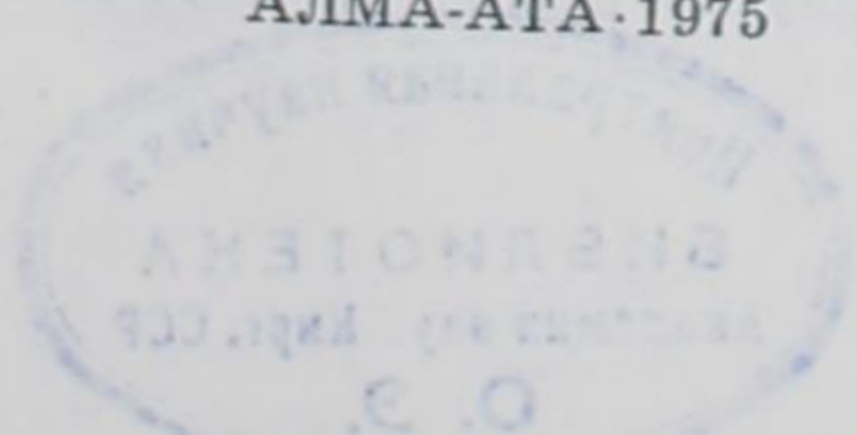
АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГИДРОГЕОЛОГИИ И ГИДРОФИЗИКИ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КАЗАХСТАНА

(Прогноз возможных их изменений
в Тургайской равнине и Западных
Кызылкумах в результате переброски
части стока сибирских рек)



Издательство «НАУКА» Казахской ССР
АЛМА-АТА-1975



551.49
Г. 464

Д. 46/47 (257К)

УДК 574

В книге освещаются гидрогеологические условия республики в связи с обоснованием переброски части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию. При этом для каждой области описываются особенности залегания, распространения, динамика, режим и качество грунтовых вод, приуроченность их к разновозрастным литологическим комплексам пород и их фильтрационные и водоотдающие свойства. Кратко освещаются также напорные воды. В заключении дается прогноз возможных изменений гидрогеологических условий в Тургайской равнине и Западных Кызылкумах в результате переброски части стока сибирских рек.

Книга предназначена для широкого круга специалистов водного хозяйства и гидрогеологов.

Илл. 26, табл. 1, библи. 126.

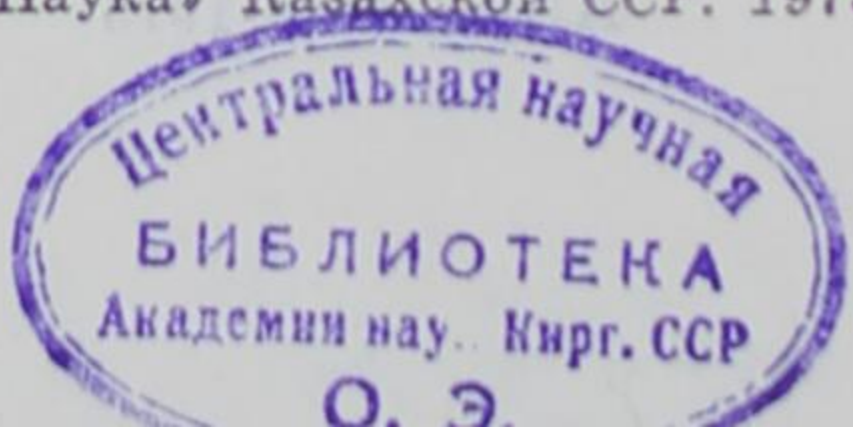
Ответственный редактор

академик АН КазССР У. М. АХМЕДСАФИН

Г $\frac{20\ 806-000}{407(07)-75}$ 28-75

434108

© Издательство «Наука» Казахской ССР. 1975 г.



ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа является результатом изучения и обобщения гидрогеологических материалов Казахстана. Она составлена коллективом Института гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР по заданию Госкомитета Совета Министров СССР по науке и технике в связи с обоснованием переброски части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию и решением ряда других водохозяйственных задач. Одновременно она может служить пояснительной запиской к ранее составленной гидрогеологической карте. Осуществление такого грандиозного проекта, как переброска части стока сибирских рек, определенным образом должно отразиться на изменении окружающей среды, в том числе и на гидрогеологических условиях. Поэтому гидрогеологические прогнозы возможных изменений являются важной и актуальной проблемой, так как от них в конечном счете будут зависеть многие процессы, происходящие в зоне проектируемых каналов. Однако, прежде чем приступить к прогнозированию, необходимо осветить существующие гидрогеологические условия. Поэтому в монографии путем более подробного расчленения параметров подземных вод, особенно касающихся минерализации, химического состава, глубин залегания, в краткой, но вполне доступной форме освещаются гидрогеологические условия Казахстана по областям. В монографии основное внимание уделяется характеристике таких чаще всего используемых в мелиорации, водохозяйственном строительстве положений и данных, как характер залегания, мощность водовмещающих и подстилающих водоупорных пород, пористость, фильтра-

ционные и водоотдающие свойства коллекторов воды, уклоны зеркала, режим грунтовых вод и некоторые другие вопросы.

Поскольку проведение мелиоративных мероприятий тесно связано с использованием материалов, освещающих главным образом неглубоко залегающие водоносные комплексы, постольку в этой работе основное внимание уделяется гидрогеологическим условиям первого от поверхности водоносного горизонта, с которым связаны преимущественно грунтовые воды. Вместе с тем в тексте охарактеризованы артезианские и субартезианские бассейны, содержащие напорные подземные воды, даны глубины их залегания, минерализация и производительность.

В заключительной части работы рассматривается предварительный прогноз возможных изменений гидрогеологических условий под влиянием переброски части стока сибирских рек в Казахстан для одного из вариантов канала — через Тургайскую впадину — кратчайший путь из Сибири в Среднюю Азию. Эта впадина, обладающая обширными земельными ресурсами, бедна поверхностными и подземными водами. Кроме того, она расположена рядом со слабообводненными районами Западного и Центрального Казахстана, куда также может быть направлена часть стока проектируемого канала. Для указанного основного района сделана, по существу, первая попытка прогнозирования возможных изменений гидрогеологических условий. Однако сложность природных геологических условий Тургайской впадины, слабая изученность ее в гидрогеологическом отношении, отсутствие данных по режиму подземных вод и, наконец, неопределенность окончательного местопрохождения трассы канала сильно затрудняют такое прогнозирование. Поэтому понятно, что этот прогноз является общим и предварительным и после дальнейшего комплексного исследования территории с организацией режимно-балансовых станций будет уточнен и конкретизирован. Тем не менее он дает возможность определить направленность гидрогеологических процессов во времени и пространстве, что очень важно для мелиораторов и гидротехников.

ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКАЯ ОБЛАСТЬ

Восточно-Казахстанская область, расположенная на крайнем северо-востоке республики, занимает казахстанскую часть Алтая с его мелкосопочным предгорьем, Зайсанскую впадину, северные склоны Саур-Тарбагатай, а также большую часть Калбинских гор.

Горная система состоит из Горного, Рудного и Южного Алтая. Хребты Горного Алтая (Тигирецкий, Коксуйский, Холзунский, Листвяга) с абсолютными отметками до 4506 м (г. Белуха) протягиваются неширокой полосой вдоль северной границы области. Рудный Алтай включает хребты Убинский (1100—2006 м), Ивановские Белки (2000—2813 м), Ульбинский (1900—2409 м), Бухтарминские горы (1508—1589 м) и др. К Южному Алтаю относится серия горных хребтов с абсолютными отметками от 2000 до 3450 м (Сарымсакты, Тарбагатай, Нарымский, Южный Алтай, Курчумский, Азутау). Южнее находится Зайсанская впадина, ограниченная с юга хребтами Саур (3505 м), Сайкан (2326 м) и Восточный Тарбагатай (2674 м). Северо-западная часть области занята Калбинскими горами (800—1600 м) и мелкосопочными предгорьями Рудного Алтая, сливающимися западнее с Бель-Агачской степью.

Климат области резко континентальный, с морозной и многоснежной зимой и сравнительно жарким летом. Среднегодовое количество атмосферных осадков в соответствии с вертикальной климатической зональностью изменяется от 200—250 мм в Зайсанской впадине до 1500—1800 мм на склонах Рудного Алтая.

Для области характерна довольно густая речная сеть. Наиболее крупной водной артерией ее является Иртыш с главными притоками Бухтарма, Ульба, Уба, Кальджир и Курчум. Мелкие реки, берущие начало с окружающих Зайсанскую впадину гор, маловодны и редко доходят до оз. Зайсан. В области имеются два проточных озера: Маркаколь, расположенное на Южном Алтае на высоте 1449 м, и Зайсан, занимающее пониженную часть одноименной впадины.

В геологическом строении области участвуют преимущественно нижне- и среднепалеозойские эффузивно-осадочные и осадочные породы, прорванные интрузиями змеиногорского и калбинского комплексов. Мезозойские образования встречаются только в Кендерлыкской мульде и состоят из осадочных пород триаса, юры и, возможно, мела. Кайнозойские отложения развиты в Зайсанской впадине, в межгорных понижениях и по долинам рек.

Горные массивы

Для горных массивов Восточно-Казахстанской области характерны высокогорный, среднегорный и низкогорный типы рельефа. Высокогорный рельеф, развитый в пределах Горного и Южного Алтая и Саура, имеет абсолютные отметки более 2000 м, отличается чрезвычайно густой расчлененностью и глубиной эрозионного вреза до 1700—1800 м. Долины рек, разделяющие хребты, обычно узкие, V-образные, склоны крутые. Среднегорный рельеф, широко представленный склонами Алтая, Саур-Тарбагатая и возвышенной частью Калбы, имеет абсолютные отметки 1000—2000 м. Отличается он от высокогорного рельефа меньшей степенью расчлененности и глубиной эрозионного вреза (до 500—1000 м).

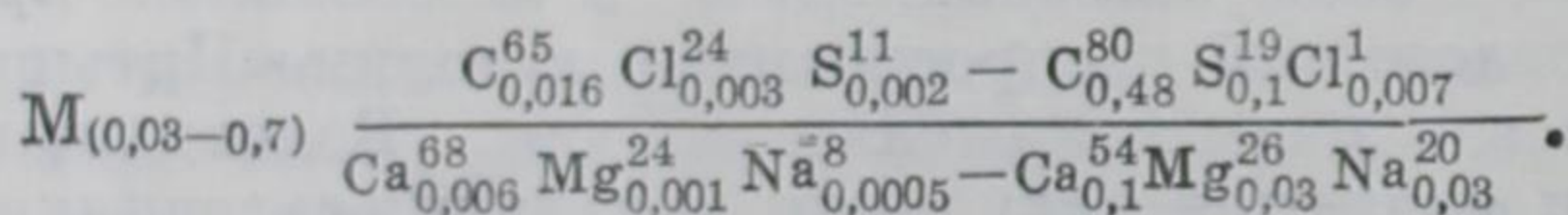
Низкогорный рельеф (абсолютные отметки 600—1000 м) наиболее широко развит на описываемой территории. Низкогорье в основном слабо расчлененное, с пологими склонами и уплощенными водоразделами. Глубина эрозионного вреза в среднем 100—200 м.

Для рельефа Алтая и Саур-Тарбагатая характерны межгорные впадины (Лениногорская, Нарымо-Бухтарминская, Верхне-Каракабинская, Бобровская, Успенская, Чиликтинская, Кендерлыкская и др.), образованные в результате но-

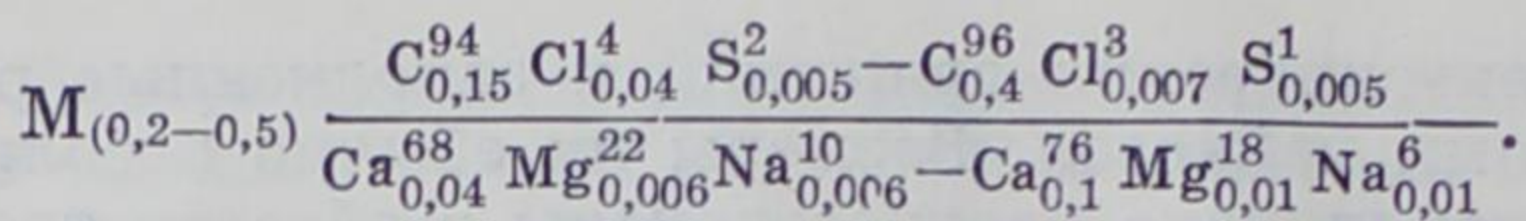
вейших тектонических движений и заполненные рыхлыми отложениями кайнозоя. Размеры их обычно небольшие.

Наиболее широко распространены в области *трещинные воды нижне-среднепалеозойских эффузивно-осадочных пород и разновозрастных интрузий*. Связаны они в основном с зоной региональной трещиноватости различных пород, развитой на глубину до 70—90 м. Коллекторские свойства пород обычно низкие. Коэффициент фильтрации их в среднем равен 0,1—1 м/сутки, реже достигает 5—6 м/сутки. Коэффициент водоотдачи не превышает 0,01—0,03. Формируются воды в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков и залегают на глубине до 50—60 м. Разгружаются они в виде многочисленных родников с расходами от 8—9 до 240—260 м³/сутки (от 0,1 до 2,5—3 л/сек), которые, сливаясь, образуют ручейки. В высокогорных районах Алтая и Саура модули подземного стока достигают 5—7 л/сек с 1 км². При переходе к среднегорью и низкогорью они постепенно снижаются до 3—2 л/сек с 1 км² и менее.

В водораздельной зоне Алтая и Саура распространены ультрапресные воды с минерализацией 0,02—0,03 г/л. Состав их гидрокарбонатный кальциевый. Ниже, по склонам хребтов, минерализация вод возрастает, и в полосе, примыкающей к долине Иртыша и Зайсанской впадине, чаще встречаются воды с плотным остатком 0,7—1 г/л также гидрокарбонатного кальциевого состава:



С девон-карбовыми известняками в низовьях Бухтармы и восточнее г. Усть-Каменогорска связаны *трещинно-карстовые воды*. Залегают они на глубине от 0—10 до 80—100 м. Разгружаются воды в ущельях, логах и долинах рек в виде многочисленных родников с расходами от 864 до 2590 м³/сутки (10—30 л/сек), некоторые из них имеют дебиты 3000—5000 м³/сутки (35—60 л/сек). Суммарный расход родников, известных под названием Светлый Ключ, достигает 11,2 тыс. м³/сутки (130 л/сек). Минерализация вод не превышает 0,4—0,5 г/л, состав гидрокарбонатный кальциевый:



Верхнепалеозойский комплекс терригенно-осадочных пород выделен только в Кендерлыкской мульде. Водовмещающими породами являются песчаники, конгломераты, сланцы, алевролиты и аргиллиты с линзами и прослоями горючих сланцев, а также пластами каменного угля. Воды, связанные с зоной региональной трещиноватости мощностью до 60—70 м, выклиниваются на дневную поверхность в виде родников с расходами от 8,6 до 86 м³/сутки (0,1—1 л/сек). Минерализация их не превышает 1 г/л, состав гидрокарбонатный кальциевый.

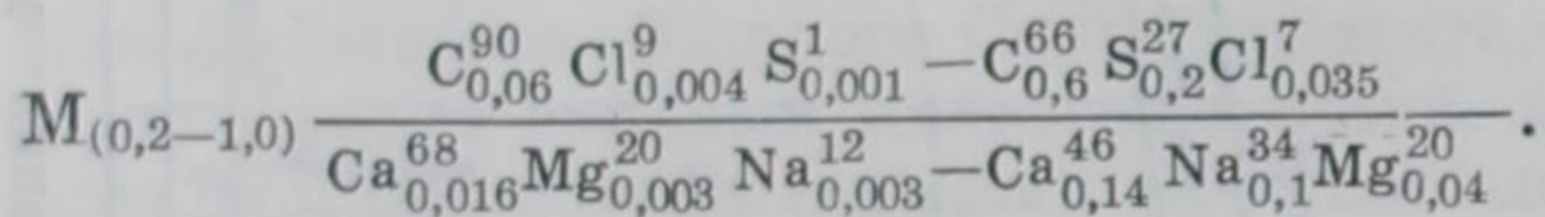
В прослоях и пластах трещиноватых кремнистых песчаников среди менее трещиноватых пород вскрыты пластово-трещинные воды. Количество таких водоносных пластов в разрезе мульды достигает восьми-деяти при мощности от 0,4 до 3,5 м. Так, на юго-западном крыле ее водоносные песчаники верхнего карбона вскрыты под отложениями перми на глубине до 120 м. Воды напорные. Расход при самоизливе из одной скважины составил 276 м³/сутки (3,2 л/сек). Родники, приуроченные к угольным пластам акколканской свиты, имеют дебиты 7—8,6 м³/сутки (0,08—0,1 л/сек). Воды их обычно солоноватые (3—5 г/л) с легким запахом сероводорода.

Поровые воды аллювиальных и аллювиально-пролювиальных отложений распространены в долине Иртыша, его притоков и в ряде межгорных впадин. Водовмещающими породами являются валунники и валунно-галечники с песчано-гравийным заполнителем, иногда с прослоями суглинка и супеси. Мощность их изменяется от 10—15 м в сужениях долин до 100 м и более в их расширенных местах. Коэффициент фильтрации составляет 20—80 м/сутки, редко 100—150 м/сутки. Коэффициент водоотдачи — 0,1—0,3.

Грунтовые воды движутся в направлении течения поверхностных вод с уклоном от 0,08 до 0,0006. Скорость движения вод аллювия варьирует в больших пределах. Наибольшие ее значения отмечены в верхних частях долин, где на отдельных участках достигают 30 м/сутки. Вниз по течению рек скорость движения грунтовых вод уменьшается до 1 м/сутки, реже 0,04 м/сутки. Глубина залегания грунто-

вых вод рыхлых отложений обычно небольшая — от 1—2 до 10 м, лишь на отдельных участках она возрастает до 15—20 м. Питание водоносного горизонта осуществляется инфильтрацией атмосферных осадков, посредством подтока подземных вод с водоразделов и за счет фильтрации речных вод. Разгружаются воды путем дренирования их речной сетью, испарением и транспирацией. Наиболее интенсивно этот процесс протекает на местах сужений долин и уменьшений мощностей аллювия. Он проявляется здесь в образовании заболоченностей, сазов, родников, которые, сливаясь, дают начало речкам с расходами до 8640—12 960 м³/сутки (100—150 л/сек) и более.

Дебиты скважин, вскрывших аллювий, колеблются в значительных пределах. Так, в долинах Иртыша и Ульбы у г. Усть-Каменогорска они достигают 7000—8600 м³/сутки (80—100 л/сек) при понижении уровня на 3—10 м, но чаще составляют 2600—4320 м³/сутки (30—50 л/сек) при понижении на 1—5 м. В Чиликтинской долине скважины дают от 86 до 164—432 м³/сутки (от 1 до 2—5 л/сек) воды при понижении уровня до 6—15 м. Воды повсеместно пресные, с минерализацией до 1 г/л гидрокарбонатного кальциевого состава:



Режим колебания уровня подземных вод (рис. 1) имеет четко выраженный, по У. М. Ахмедсафину (1952), речной тип с максимумом в апреле — мае, связанным со снеготаянием. Затем следует спад, продолжающийся в течение лета, осени и зимы. Среднегодовая амплитуда колебания уровня при этом достигает 2—2,5 м.

Поровые воды делювиально-пролювиальных четвертичных отложений распространены в основном в северо-западной части территории. Они имеют характер верховодки и залегают на глубине до 15 м в прослоях песка и супесей с включением дресвы и щебня. Мощность этих пород обычно небольшая, порядка 3—5 м. Воды движутся от местных водоразделов к долинам рек, где и разгружаются в виде родников и заболоченностей (сазы). Дебиты колодцев от 5 до 100 м³/сутки (0,05—1,2 л/сек) при понижении до 10—15 м.

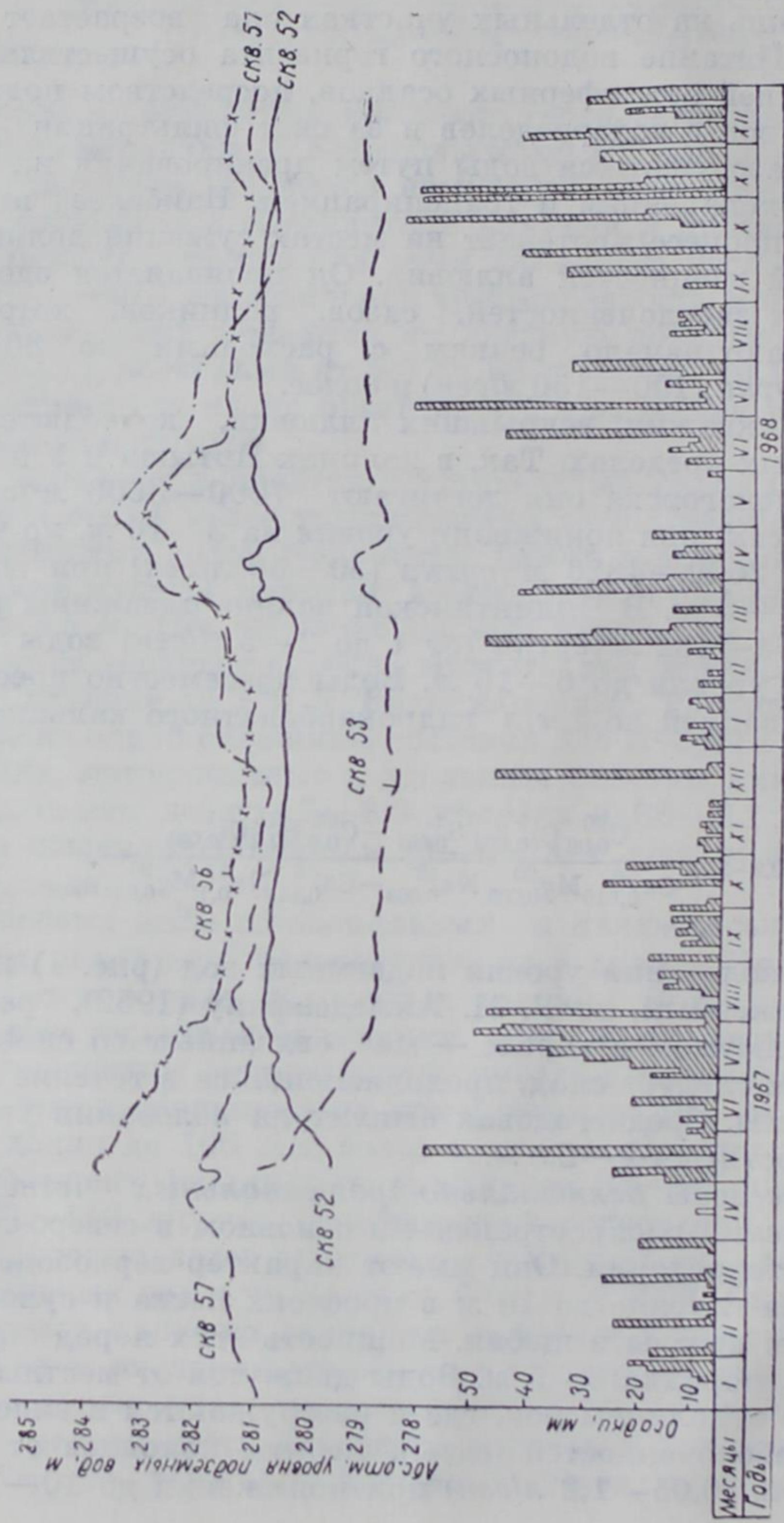


Рис. 1. Совмещенные графики колебания уровней грунтовых вод аллювиальных отложений долины Иртыша у г. Усть-Каменогорска и атмосферных осадков.

Минерализация вод делювиально-пролювиальных отложений преимущественно до 1 г/л, местами она достигает 2 г/л. Состав их от гидрокарбонатного кальциевого до гидрокарбонатно-сульфатного натриевого.

Равнины Зайсанской впадины

Рассматриваемые равнины занимают полосу между оз. Зайсан и горными сооружениями Южного Алтая на севере и Саур-Тарбагатая на юге. На большей части территории распространены аккумулятивные аллювиально-пролювиальные и аллювиально-озерные равнины с абсолютными отметками в среднем 400—550 м. Сложены они валунно- и гравийно-галечниками четвертичного возраста и подстилающими их глинами неогена. Поверхность равнин ровная с заметным уклоном (до 0,02) в сторону оз. Зайсан. В восточной и западной частях территории на отметках 420—620 м развиты песчаные массивы (Акжан, Айгыркум и Кызылкум) с бугристо-грядовым рельефом. На участках распространения мел-палеогеновых отложений Северного Призайсанья выделяются эрозионно-денудационные грядово-холмистые равнины, сложенные в основном пестроцветными глинами и песками. Абсолютные отметки поверхности здесь 600—650 м. В узкой предгорной полосе Саур-Тарбагатая, сложенной преимущественно глинами палеоген-неогена, выделяются куэстовые формы рельефа (адыры). Абсолютные отметки поверхности их достигают 900—1100 м, относительные превышения — 30—150 м. Горные реки, протекающие по территории предгорных равнин, большую часть поверхностного стока теряют в рыхлообломочных отложениях конусов выноса и лишь самые крупные из них — Курчум, Кальджир и Кендерлык — доносят свои воды до оз. Зайсан и р. Черный Иртыш. Климат района сухой, резко континентальный. Среднегодовое количество атмосферных осадков изменяется от 204 (Тополев Мыс) до 353 мм (г. Зайсан). Испаряемость (750—1068 мм в год) в несколько раз превышает количество осадков. Подземные воды района связаны с различными возрастно-литологическими комплексами пород.

Водоносный комплекс аллювиально-пролювиальных преимущественно валунно-галечниковых отложений приурочен к долинам и конусам выноса наиболее крупных рек района.

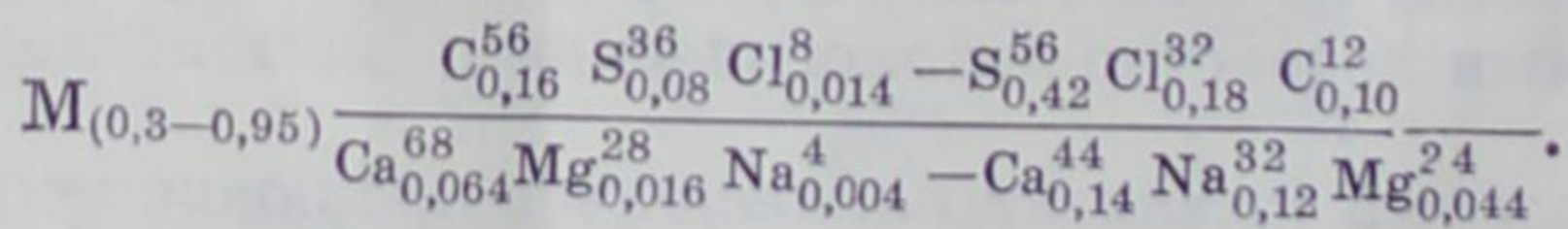
Крупнообломочные валунно-галечниковые образования развиты обычно в полосе предгорья. С удалением от гор размеры фракций постепенно уменьшаются, и в приозерной полосе в разрезе отложений преобладают гравелистые пески и глины, перемежающиеся между собой. Коэффициент фильтрации их изменяется от 3—5 до 20—30 м/сутки, а водоотдача в среднем составляет 0,17—0,23.

Подземные воды образуют сплошной поток со свободной поверхностью и уклоном 0,003—0,01 в сторону оз. Зайсан и р. Иртыш. Глубина залегания их изменяется от 2—4 до 40—54 м, увеличиваясь к предгорьям местами до 100—120 м. Например, в г. Зайсане в отложениях конусов выноса р. Джеменей воды вскрыты на глубине 104 м, а в конусах выноса р. Кендерлык и ее притоков — от 12,5—38 до 54 м. В Северном Призайсанье, в долинах рек Курчум и Кальджир, подземные воды залегают на глубине от 3—5 до 8—12 м.

Мощность водоносного комплекса по площади изменяется от 19,5—23,8 до 41—58 м и в среднем составляет 20—30 м. Наибольшая ее величина, превышающая 95,5 м, установлена в отложениях конусов выноса р. Кендерлык (Кабиев и др., 1973).

Водообильность пород комплекса значительная. Дебиты скважин в среднем составляют 86—172 м³/сутки (1—2 л/сек) при понижении уровня на 5—20 м. В хорошо отсортированных валунно- и гравийно-галечниках они достигают 432—864 м³/сутки (5—10 л/сек) при понижении уровня воды от 1—2,5 до 8 м. Расходы колодцев около 35—43 м³/сутки (0,4—0,5 л/сек) при незначительном понижении (0,2—1 м). В зоне выклинивания вблизи с. Жалгызтал разгружается до 2160 м³/сутки (25 л/сек) воды.

Минерализация подземных вод преимущественно до 1 г/л, состав гидрокарбонатный, гидрокарбонатно-сульфатный кальциево-натриевый. Только в узкой приозерной полосе она достигает 2—3 г/л, реже 5,5 г/л. Состав вод в этом случае сульфатный и сульфатно-хлоридный натриевый:



Формируются воды в основном за счет фильтрации поверхностных вод и в некоторой степени инфильтрацией

атмосферных осадков. Дополнительными источниками питания являются также фильтрационные потери воды из ирригационных каналов и подземный подток со стороны горных обрамлений. Расходятся эти воды главным образом путем выклинивания, испарением и транспирацией растениями. Часть подземного потока, по-видимому, участвует в питании нижележащих водоносных горизонтов и разгружается в оз. Зайсан. Режим уровня грунтовых вод зависит от режима речных вод, а также от количества выпадающих атмосферных осадков. Наиболее близкое к дневной поверхности положение уровня отмечается в июне — июле, затем до ноября — декабря происходит медленный спад с амплитудой изменения уровня в течение года до 2,5—3 м.

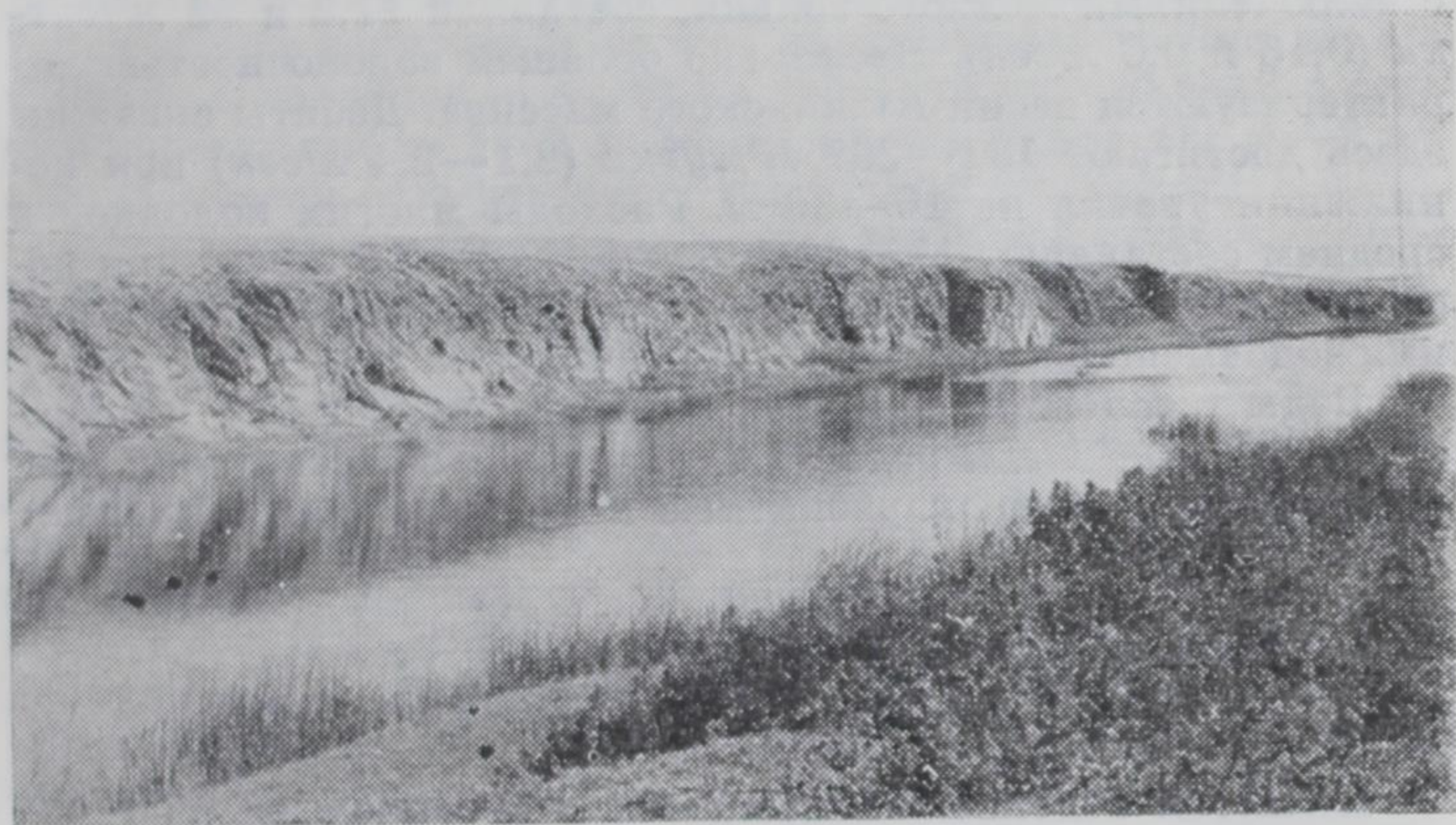


Рис. 2. Песчаный массив Кызылкум на левобережье Иртыша.

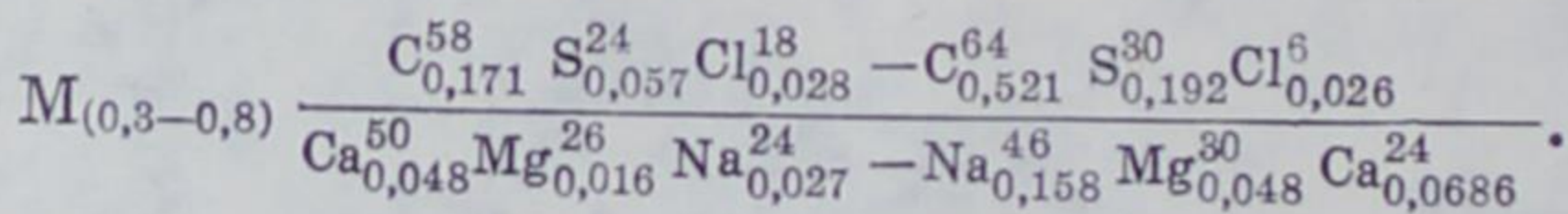
Водоносный комплекс золово-аллювиальных песчаных отложений общей площадью около 2050 км² выделяется на участках распространения песчаных массивов Кызылкум (на левобережье Иртыша), Айгыркум (южнее оз. Зайсан) и Акжан (южнее Черного Иртыша). Эти песчаные отложения до глубины 10—15 м обычно перевеяны и образуют барханы, гряды и бугры, слабо закрепленные растительностью (рис. 2). По механическому составу в интервале золовой пе-

реработки они мелко- и тонкозернистые (85—90%) с незначительным содержанием пылеватых частиц (1—5%). Ниже по разрезу среди песков встречаются прослой гравийно-галечников и глин. Содержание воднорастворимых солей в интервале глубин 1—2,5 м около 0,05%.

Глубина залегания грунтовых вод песчаных массивов небольшая. В межгрядовых понижениях она составляет 1,5—3 м, а на буграх увеличивается до 10—15 м. Мощность водоносного комплекса в среднем 10—30 м. На Акжанском массиве она местами превышает 52—66 м. Подстиляется водоносный комплекс глинами палеогена и неогена.

Водообильность песков в связи с их мелкозернистым характером довольно низкая. Например, на массиве Айгыркум расходы двух скважин, вскрывших водоносные пески даже с включениями мелкого гравия, составили 11,2 и 52 м³/сутки (0,13 и 0,6 л/сек). Несколько большей водоносностью характеризуются пески Акжанского массива. Дебиты скважин здесь достигают 181—207 м³/сутки (2,1—2,4 л/сек) при понижении уровня на 10—30 м. Расходы многих колодцев в среднем составляют 17—69 м³/сутки (0,2—0,8 л/сек) при понижении уровня воды до 0,7—1 м. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород 3,5—10 м/сутки.

Воды в основном пресные, хорошего качества, с минерализацией 0,3—1 г/л, редко 1,2—1,5 г/л. По составу они преимущественно гидрокарбонатные натриевые и кальциевые:



Питается водоносный комплекс в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков, фильтрации поверхностных вод, а также за счет подземного подтока из других водоносных горизонтов, расположенных гипсометрически выше. Расходуются воды преимущественно на подземный отток, транспирационную деятельность растений и внутригрунтовое испарение.

Грунтовые воды, связанные с эолово-озерно-аллювиальными песчаными отложениями, распространены на небольшой площади севернее Зайсанского регионального разлома в пределах так называемого Буранского блока. Залегают они на глубине от 0,5—1 до 3—5 м, мощность водоносного

горизонта не превышает 4—6 м. Воды значительно минерализованы за счет замедленного водообмена и интенсивного испарения, состав их пестрый. Дебиты колодцев весьма низкие — до $5,2 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($0,06 \text{ л/сек}$). В связи с неглубоким залеганием подстилающего глинистого водоупора некоторые выработки оказались сухими.

В озерно-аллювиальных песчано-глинистых отложениях, занимающих небольшие площади на северном побережье оз. Зайсан, грунтовые воды вскрыты на глубине от 2—7,5 до 20—30 м. Водовмещающими породами являются разнозернистые пески и гравийно-галечники с песчано-глинистым заполнителем. Коэффициент фильтрации их изменяется от 4,3—34 до 65 м/сутки . Мощность водоносного горизонта более или менее выдержана и в среднем составляет 15—30 м. Дебиты скважин изменяются от 8 до $172 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($0,1—2 \text{ л/сек}$) при понижении уровня воды соответственно на 1,3 и 0,5 м, а колодцев — от 43 до $259 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($0,5—3 \text{ л/сек}$) при понижении до 1—2 м. Минерализация вод от 1,5—2 до $4,3 \text{ г/л}$, состав сульфатный и хлоридный натриевый.

Водоносный комплекс делювиально-пролювиальных песчано-суглинистых отложений местами с дресвой и щебнем выделен севернее гор Арганаты и в предгорной полосе Южного Алтая. Средняя мощность пород 20—30 м. Воды заключены в отдельных хорошо водопроницаемых прослоях и линзах и не имеют сплошного распространения. Вскрыты они на глубине 2—10 м, реже 30—42 м. Водообильность пород низкая. Дебиты скважин составляют $26—86 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($0,3—1 \text{ л/сек}$) при понижении уровня на 5—14 м. Минерализация подземных вод от 0,3 до $2,1—3,2 \text{ г/л}$, состав от гидрокарбонатного кальциево-натриевого до сульфатного натриевого.

Напорные воды связаны с палеогеновыми и неоген-четвертичными отложениями. *В комплексе палеогеновых песчано-глинистых пород* они вскрыты на глубине от первых десятков до 120—170 м, реже 1377 м (с. Даирово). Мощность водоносных прослоев в среднем 5—12 м. Дебиты скважин варьируют от 34—60 до $147—207 \text{ м}^3/\text{сутки}$ (от $0,4—0,7$ до $1,7—2,4 \text{ л/сек}$) при понижении уровня воды на 5—30 м. На участках с лучшими условиями питания водовмещающих пород (в предгорной полосе) распространены пресные воды с плотным остатком до 1 г/л гидрокарбонатно-сульфатного натриево-кальциевого состава. В удалении от гор, в цен-

тральной части впадины, на значительной глубине минерализация вод повышается до 2—8 г/л, а химический состав становится сульфатным и хлоридным натриевым.

Неоген-четвертичный комплекс отложений развит преимущественно в Южном Призайсанье. Водоносными являются прослой и линзы песков, гравия и галечников (мощность от 3—4 до 15—18 м) в толще желтовато-бурых песчаных глин. Глубина вскрытия подземных вод изменяется от нескольких десятков метров до 300 м (предгорье Сайкана). Воды напорные. Величина напора достигает 250—300 м, в некоторых скважинах уровни устанавливаются на высоте до 16—17,5 м над поверхностью земли. Водообильность пород высокая. Отдельные скважины дают до 1728—2160 м³/сутки (20—25 л/сек) при самоизливе. Минерализация вод не превышает 0,5 г/л, состав гидрокарбонатный кальциевый.

СЕМИПАЛАТИНСКАЯ ОБЛАСТЬ

Семипалатинская область (площадь 172,4 тыс. км²) отличается разнообразием физико-географических условий. Большая часть ее территории занята юго-восточной окраиной Центрально-Казахстанского мелкосопочника. На севере в пределы области заходит окраина Западно-Сибирской низменности — Прииртышская равнина, на юге — северная часть Алакольской впадины. На востоке расположены предгорья Калбы и западная половина Зайсанской впадины, на юго-востоке в субширотном направлении простирается хр. Западный Тарбагатай. Подземные воды области рассматриваются по следующим геоморфологическим районам: горные сооружения, мелкосопочные равнины восточной части Центрального Казахстана, предгорные равнины Зайсанской впадины, равнины Алакольской впадины, плоские низменные равнины Прииртышья.

Горные сооружения

К горным сооружениям отнесены хребты Западный Тарбагатай и Калба. Рельеф Западного Тарбагатая средне- и

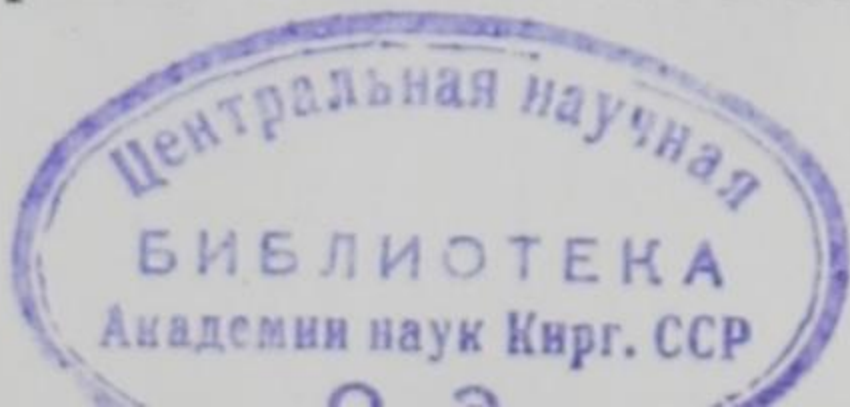
низкогорный. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 1000—1300 до 2200—2500 м. Относительные превышения достигают 800—1000 м. Калбинские горы в пределах области имеют вид низкогорья с абсолютными отметками до 1600 м. Глубина эрозионного вреза здесь несколько меньше, чем в Тарбагатае, и в среднем составляет 300—500 м. Количество атмосферных осадков варьирует от 400—500 до 700—800 мм в год.

В геологическом строении района участвуют в основном осадочные, эффузивно-осадочные и интрузивные породы палеозоя (песчаники, алевролиты, сланцы, порфириты, туфы, граниты и гранодиориты). Осадочные и эффузивно-осадочные разности пород обычно сильно дислоцированы, смяты в узкие изоклинальные и извилистые складки с общим северо-западным простиранием и углами падения на крыльях до 80—90°. Все они трещиноваты, особенно до глубины 40—50 м. Ширина трещин колеблется от долей миллиметра до 1—2 мм, реже до 3—4 мм. Коэффициент трещиноватости изменяется от 0,007 до 0,01. Интрузивные породы (граниты, гранодиориты, диориты) отличаются несколько большей трещиноватостью, чем другие породы. Коэффициент трещиноватости их варьирует от 0,008 до 0,05 и в среднем составляет 0,02—0,03 (Мухамеджанов и др., 1965).

Подземные воды циркулируют в системе взаимопересекающихся трещин на глубине от 1—3 м в пониженных участках рельефа до 40—50 м и более на водоразделах. Сильная расчлененность рельефа способствует разгрузке вод в виде родников и мочажин, приуроченных главным образом к речным долинам и саям. Формируются эти воды в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков зимне-весеннего периода (около 10—42 мм в год). Среднемноголетние модули подземного стока определены в количестве 0,3—0,95 л/сек с 1 км² (Кабиев и др., 1973).

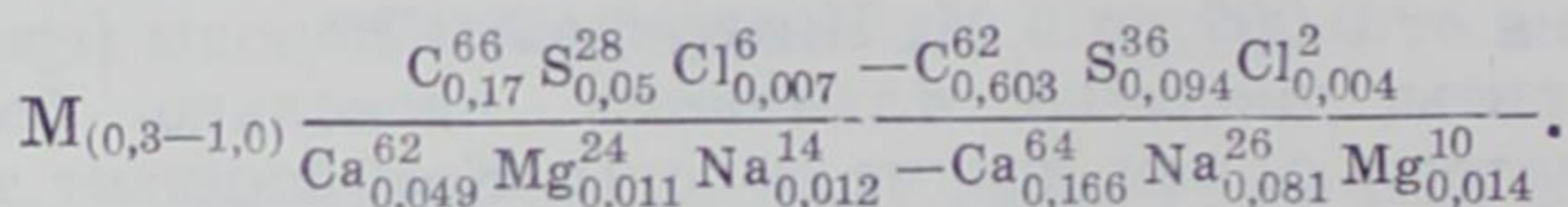
Водоносность ниже-среднепалеозойских эффузивно-осадочных пород довольно низкая. Расходы многих родников, особенно низкогорной зоны Западного Тарбагатая, составляют 17—43 м³/сутки (0,2—0,5 л/сек) и только в зонах тектонических нарушений они достигают 130—235 м³/сутки (1,5—2,7 л/сек), реже 438 м³/сутки (5,1 л/сек). Повышенными дебитами (864—1037 м³/сутки, 10—12 л/сек) характеризуются родники высокогорной зоны, где количество выпадающих атмосферных осадков равно 600—800 мм в год. Де-

434108



биты родников, приуроченных к интрузивным породам палеозоя, равны 43—258 м³/сутки (0,5—3 л/сек). Скважины имеют расходы от 2,6 до 27,6 м³/сутки (0,03—0,32 л/сек) при понижении уровня на 6—21 м.

Подземные воды скальных пород палеозоя в водораздельной зоне хребтов имеют минерализацию 0,3—0,5 г/л. В направлении регионального стока, т. е. в сторону озер Зайсан, Алаколь и Балхаш, в связи с удлинением пути фильтрации минерализация их постепенно возрастает и в полосе, примыкающей к равнине, достигает 0,9—1 г/л, иногда 2—3 г/л. Пресные воды преимущественно гидрокарбонатные, реже гидрокарбонатно-сульфатные с повышенным содержанием катионов кальция и натрия. Хлоридно-сульфатные воды встречаются там, где водовмещающие породы палеозоя погребены под неоген-четвертичные отложения. Формула характерного химического состава вод на склонах Тарбагатай и Калбы следующая:



Режим уровня подземных вод горных массивов тесно связан с климатическими, гидрологическими и гидрогеологическими факторами. Установлены отчетливые весенний подъем и летне-зимний спад, причем подъем обычно кратковременный и резкий, спад несколько положе и более продолжительный. Зимне-весенний минимум приходится на март — апрель. Среднегодовая амплитуда колебания уровня воды при этом достигает 3—3,5 м. Расходы родников за лето уменьшаются в 3,5—4 раза.

Мелкосопочные равнины восточной части Центрального Казахстана

В пределах Семипалатинской области Центрально-Казахстанский мелкосопочник представляет собой приподнятую денудационную равнину с чередованием пологонаклонных возвышенностей, отдельных сопок, гряд и широких плоских депрессий. Наиболее крупными орографическими элементами его являются хребты Дегелен (1884 м), Канчингиз

(1145 м), Чингизтау (1121 м), Акчатау (1302 м), среди которых более четко обособляется хр. Чингизтау.

Гидрографическая сеть представлена реками Чар, Шаган, Баканас и Аягуз. Воды их в основном фильтруются в рыхлые отложения у подножия гор или разбираются на орошение.

Климат района резко континентальный, годовое количество осадков от 170—194 до 250—300 мм, из них около 30% выпадает в осенне-зимнее время. Испаряемость в 2—6 раз превышает годовую сумму осадков.

В геологическом строении территории принимают участие в основном скальные породы допалеозоя и палеозоя различного состава, прорванные интрузиями. В межгорных впадинах и по долинам рек распространены рыхлообломочные отложения.

Подземные воды связаны с верхней наиболее трещиноватой зоной скальных пород и с зонами тектонических нарушений. Более трещиноваты и поэтому водообильны обычно известняки, затем граниты. Мощность зоны активной трещиноватости изменяется от 30—40 до 80 м и более. Коэффициент фильтрации большинства эффузивных и эффузивно-осадочных пород в среднем равен 1,5—5 м/сутки, а гранитов и известняков достигает 20—25 м/сутки. Коэффициент водоотдачи варьирует от 0,015 до 0,03.

Глубина залегания трещинных вод на возвышенных участках рельефа достигает 50—70 м. На склонах сопок и в понижениях происходит их выклинивание с образованием родников, мочажин, увлажненных участков, заросших растительностью. Мощность обводненной зоны около 25—30 м.

На водоразделах с лучшими условиями питания и водообмена обычно преобладают пресные воды с суммой солей 0,5—1 г/л, состав их гидрокарбонатно-сульфатный кальциевый и кальциево-натриевый. В понижениях и участках, удаленных от основных областей питания, местах, где водообмен затруднен, минерализация вод увеличивается до 2—3 г/л и они приобретают сульфатный натриево-кальциевый и хлоридно-сульфатный натриевый состав.

Водообильность скальных пород рассматриваемой территории ниже, чем водоносность таких же разностей Калбы и Западного Тарбагатая, так как количество выпадающих атмосферных осадков здесь меньше, а испарение выше, чем в горах. Расходы родников обычно колеблются от 8,6—34,5

до 60—86 м³/сутки (от 0,1—0,4 до 0,7—1 л/сек). Наиболее водообильны зоны разломов и известняки. Дебиты родников здесь увеличиваются до 172—604 м³/сутки (2—7 л/сек) и редко достигают 10 000—11 750 м³/сутки (116—136 л/сек). Например, расходы двух родников, приуроченных к известнякам, юго-восточнее пос. Георгиевка соответственно равны 8640 и 11 750 м³/сутки, или 100 и 136 л/сек. Скважины, заложенные в гранитах, дают воду в количестве 43—156 м³/сутки (0,5—1,8 л/сек) при понижении 13—30 м. В осадочных и эффузивно-осадочных породах (алевролитах, песчаниках, сланцах, порфиритах, туфах и др.) средние расходы скважин составляют 86—172 м³/сутки (1—2 л/сек) при понижении уровня на 20—36 м. В скважинах, пройденных в зонах тектонических нарушений, они увеличиваются до 432—1728 м³/сутки (5—20 л/сек) при понижении до 20 м.

Питаются подземные воды скальных пород палеозоя в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков и в меньшей степени путем подтока с вышележащих участков. Разгрузка осуществляется в понижениях рельефа и на склонах сопок в виде нисходящих родников и мочажин, а также региональным стоком за пределы территории и испарением. Модуль подземного стока при этом в среднем равен 0,3—0,5 л/сек с 1 км².

Режим подземных вод определяется исключительно метеорологическими факторами. Изменения дебитов родников, положения уровня грунтовых вод и их температуры в течение года с некоторым отставанием следуют за колебаниями количества атмосферных осадков и температуры воздуха. В летние месяцы дебиты многих родников сокращаются в 2—4 раза и более. Среднегодовая амплитуда колебания уровня вод равна 1,2—2 м (Кабиев и др., 1973).

Наибольший практический интерес для организации водоснабжения населенных пунктов и оазисного орошения представляют грунтовые воды аллювиальных отложений речных долин и предгорных шлейфов хр. Чингиз. Водовмещающими породами являются гравийно-галечниковые и гравийно-песчаные образования со щебнем, дресвой, прослоями глин, суглинков и супесей. Коэффициент фильтрации их варьирует от 2—3 до 600 м/сутки и в среднем составляет 40—50 м/сутки.

Глубина залегания грунтовых вод в зависимости от рельефа местности изменяется от 0,5—2,5 до 20 м. При этом

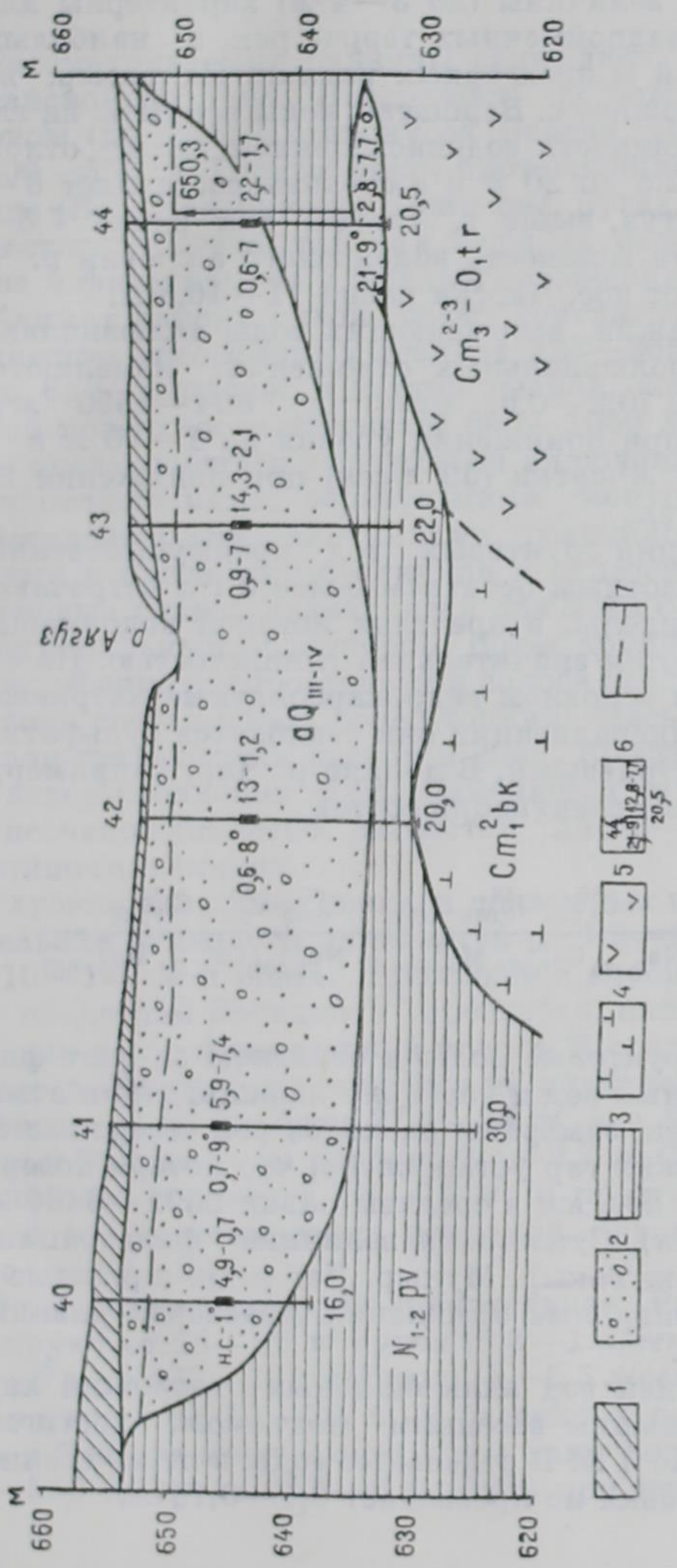
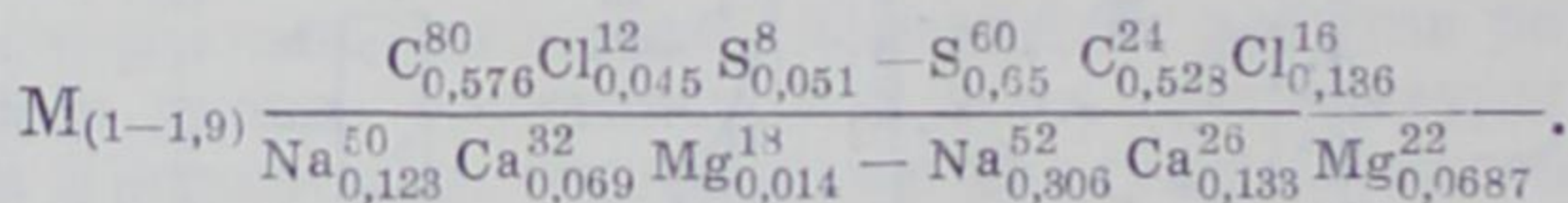


Рис. 3. Гидрогеологический разрез долины р. Атыуз севернее г. Атыуз (по К. А. Болатбаеву). 1 — су- глинки; 2 — гравийно-галечники, пески; 3 — глины; 4 — песчаники; 5 — туфы; 6 — скважины. Циф- ры: вверху — номер, внизу — общая глубина, слева — минерализация (г/л), через дефис — температура воды (°С), справа — дебит (л/сек), через дефис — понижение (м). Стрелка показывает величину напора, цифра у стрелки — абсолютную отметку уровня воды (м); 7 — уровень грунтовых вод.

наименьшие ее величины (до 3—4 м) характерны для первых и вторых надпойменных террас рек, а наибольшие — для междуречий и предгорных равнин. Например, в долине р. Баканас, южнее с. Баршатас, воды вскрыты на глубине 1,5—10,3 м. Мощность водонасыщенной части отложений изменяется от 2,5 до 20 м и в среднем составляет 8—10 м. В долине р. Аягуз, выше г. Аягуза, она равна 7,5—16 м (рис. 3). Средняя мощность водоносного аллювия р. Чар в 25 км на ВЮВ от пос. Чарска равна 11—16,5 м.

Дебиты скважин, вскрывающих воды аллювиальных и аллювиально-пролювиальных отложений, изменяются от 17—52 м³/сутки (0,2—0,6 л/сек) до 864—1550 м³/сутки (10—18 л/сек) при понижении уровня на 1—10 м и редко достигают 5097 м³/сутки (59 л/сек) при понижении 2—6 м (долина р. Аягуз).

Минерализация грунтовых вод преимущественно 1—3 г/л. Воды с плотным остатком более 3 г/л встречаются в долине р. Дагенделы, в пределах которой водовмещающие породы отличаются значительной глинистостью. По составу пресные воды в основном гидрокарбонатные натриевые, а с повышением минерализации они становятся сульфатными и хлоридными натриевыми. В долине р. Чар, например, грунтовые воды имеют следующий состав:



Питаются грунтовые воды в основном за счет фильтрации поверхностных вод и частично инфильтрации атмосферных осадков. Так, замерами расходов рек северо-восточного склона Чингизских гор установлено, что потеря поверхностного стока на 1 пог. км в среднем равна 2592—3456 м³/сутки (30—40 л/сек). Суммарная величина фильтрации воды рек Карааулозек, Такыр, Мукур, Чет и др. в рыхлые аллювиально-пролювиальные отложения Абаевской равнины достигает 2 м³/сек.

Режим уровней вод аллювиальных отложений характеризуется наибольшим весенним подъемом, достигающим 0,2—0,5 м, редко 4 м. В отдельные годы в летне-осенний период подъем уровня не превышает 0,1—0,15 м.

Предгорные равнины Зайсанской впадины

Рассматриваемые равнины занимают западную часть Зайсанской впадины. Поверхность их ровная, с заметным уклоном (до 0,02) в сторону оз. Зайсан, абсолютные отметки 400—550 м. Горные реки, протекающие по территории района (Большая Буконь, Кокпекты, Бугаз, Базар, Карбога), не достигают озера, так как воды их разбираются на орошение и фильтруются в рыхлые отложения конусов выноса.

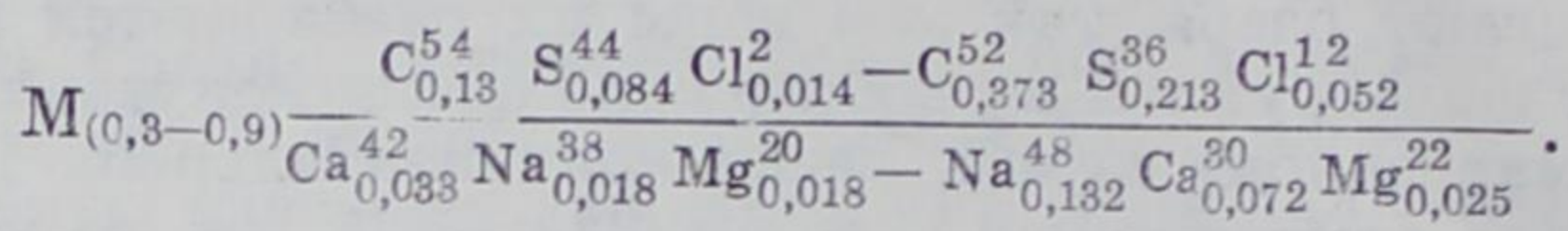
Климат района сухой, резко континентальный. Годовое количество атмосферных осадков 223—365 мм, из которых около 65% выпадает в летний период, когда испарение с водной поверхности достигает 800—1000 мм. Сложены равнины преимущественно рыхлыми аллювиально-пролювиальными отложениями, образующими конусы выноса рек. Представлены они галечниками, гравийно-галечниками и песками с прослоями суглинков и супесей. Ниже залегают неогеновые глины, являющиеся для всей Зайсанской впадины региональным водоупором. Более крупнообломочный материал обычно распространен в полосе предгорий. В приозерной зоне состав пород более тонкий, здесь часты линзы и прослойки гравелистых песков и глин. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород изменяется от 0,8—2,4 м/сутки для песчано-глинистых разностей до 32—36 м/сутки для гравийно-галечников.

Глубина залегания зеркала подземных вод в зависимости от рельефа местности изменяется от 1,2—2 до 38,5 м, реже до 110—140 м и более. Наибольшие глубины зафиксированы у предгорий Западного Тарбагатая, наименьшие — вблизи долин рек и в приозерной полосе. В средней части конуса выноса р. Базар воды вскрыты на глубине 19,5 м, в долине р. Тебезге — на глубине 27,4—38 м, а в бассейне рек Кокпекты и Буконь — на глубине 3,4—9,7 м. Средняя мощность водоносного горизонта 13—15 м; в предгорных прогибах, вблизи зон тектонических разломов, она местами увеличивается до 40—80 м.

Водообильность пород значительная. Расходы скважин варьируют от 26—86 м³/сутки (0,3—1 л/сек) при понижении на 3—5 м до 432—562 м³/сутки (5—6,5 л/сек) при понижении уровня воды на 15—30 м. В бассейнах рек Кокпекты, Буконь и Тебезге многие скважины дают воду в количестве 265—553 м³/сутки (3,1—6,4 л/сек) при незначительном по-

нижении уровня — до 3 м. Дебиты родников в зоне выклинивания достигают 3456 м³/сутки (40 л/сек).

Воды в основном пресные с минерализацией до 1 г/л, состав гидрокарбонатный и гидрокарбонатно-сульфатный кальциево-натриевый и натриевый. В долинах рек Кокпекты и Буконь скважинами вскрыты воды следующего состава:



В узкой приозерной полосе встречаются слабосоленоватые воды сульфатного натриевого состава.

Формируются подземные воды главным образом за счет фильтрации поверхностных и в меньшей степени поливных вод на орошаемых участках. Дополнительными источниками питания являются подземный сток со стороны горных обрамлений и инфильтрация атмосферных осадков. Движение грунтового потока направлено в сторону оз. Зайсан.

Режим грунтовых вод находится в прямой зависимости от режима речных вод, а также от количества выпадающих атмосферных осадков. Среднегодовая амплитуда колебания уровня их при этом достигает 2 м и более.

Равнины Алакольской впадины

В пределы Семипалатинской области входит лишь северная половина Алакольской впадины, где выделяются предгорные наклонные равнины южного склона Тарбагатая, бугристо-рядовые песчаные равнины и плоские приозерные равнины озер Алаколь и Сасыкколь. Абсолютные отметки поверхности рельефа равны 350—600 м, относительные превышения песчаных массивов — 5—10 м. На отдельных участках территории выделяются останцовые горы (Карпобай, Аркарлы, Джайтобе и Балатобе), возвышающиеся над окружающей местностью на 100—300 м.

Климат района резко континентальный. Среднегодовое количество осадков изменяется от 150—200 мм в центральной части впадины до 350—400 мм в полосе предгорья. Гидрографическая сеть представлена реками Каракол, Ай,

Урджар, Хатынсу, Эмель, стекающими с южных склонов Тарбагатая, и р. Тасты, берущей начало со склонов Барлыкских гор. Озера Сасыкколь и Алаколь занимают наиболее низкие участки впадины.

В предгорной полосе водовмещающими породами являются валунно-гравийно-галечники и галечники с песчано-суглинистым заполнителем аллювиально-пролювиального генезиса. В направлении к озерным понижениям они замещаются песками, супесями, глинами с прослоями гравия. Подземные воды в них залегают на глубине от 0,5—12 до 40 м и более, причем наибольшая глубина отмечается в верховьях речных долин.

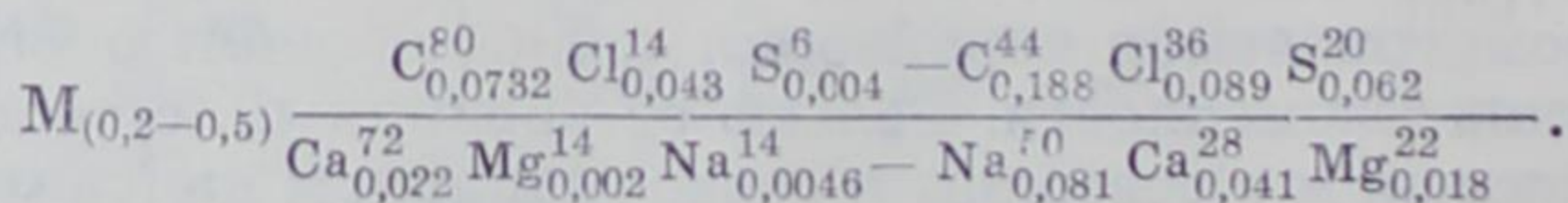
Мощность водоносных горизонтов изменяется от 2—5 до 100—180 м. Водообильность пород колеблется от 2—9 до 260—302 м³/сутки (от 0,02—0,1 до 3—3,5 л/сек) при понижении уровня воды от 1,5 до 7—15 м. Дебиты родников, расположенных по периферии конусов выноса рек Барлыкских гор, достигают 4320—8640 м³/сутки (50—100 л/сек), а расходы скважин — 1730—4320 м³/сутки (20—50 л/сек) при понижении уровня на 10—20 м. Воды преимущественно пресные гидрокарбонатного кальциевого состава, реже слабосоленоватые сульфатно-гидрокарбонатные натриевые. Формируются подземные воды за счет фильтрации поверхностных вод, инфильтрации атмосферных осадков и подземного подтока со смежных областей. Режим уровня грунтовых вод определяется климатическими и гидрогеологическими особенностями района. Среднегодовая амплитуда колебания при этом достигает 2 м и более.

Плоские низменные равнины Прииртышья

Рассматриваемая территория является частью Западно-Сибирской низменности. Рельеф ее равнинный, с общим пологим уклоном в северном и северо-западном направлениях. Вдоль Иртыша полосой шириной до 20—25 км простираются песчаные массивы, слабо закрепленные сосновым бором. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 240—260 до 360—420 м и более. Климат района резко континентальный, с коротким жарким летом и суровой продолжительной зимой. Среднегодовое количество атмосферных осадков 250—280 мм. Кроме Иртыша в районе есть озера, большин-

ство из которых имеет соленую и горько-соленую воду. Основными коллекторами подземных вод являются рыхлые плиоцен-нижнечетвертичные и четвертичные отложения различного генезиса.

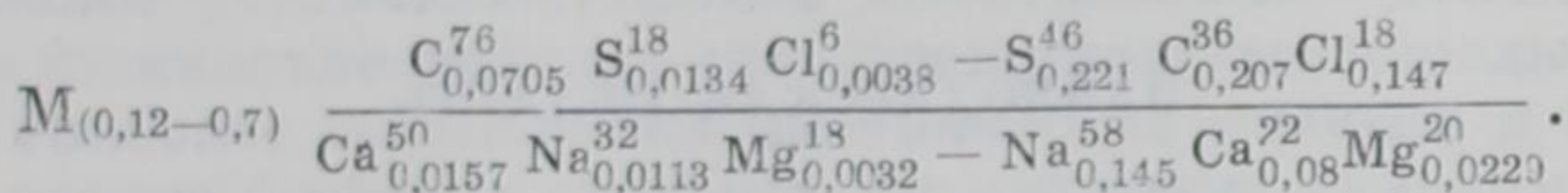
Водоносный комплекс плиоцен-нижнечетвертичных отложений широко распространен на правобережье Иртыша. Наиболее хорошо изучен он в пределах Глуховского месторождения (Тлекин, 1971). Водовмещающими породами являются валунно-гравийно-галечники, крупно- и разномерные пески с линзами суглинков и песков. В пределах Бель-Агачской степи они перекрыты довольно мощной толщей глинистых и песчано-глинистых пород. Воды в основном напорные, только на участках обнажения они носят грунтовой характер залегания. Подземные воды вскрыты на глубине от 85—90 м в районе водозабора Воскресеновка до 135—140 м на участке Бель-Агач. Статические уровни устанавливаются на глубине от 3—6 м на юге до 25 м на севере, высота напора достигает 80—100 м. Мощность водоносного комплекса изменяется в этом же направлении от нескольких метров до 25—33 м. В районе водозабора Воскресеновка она равна 20—25 м, а на участке Бель-Агач уменьшается до 8—10 м. Расходы скважин составляют 1037—1382 м³/сутки (12—16 л/сек) при понижении уровня на 4,5—7,7 м. На участке водозабора Воскресеновка отдельные скважины дают до 3024 м³/сутки (35 л/сек) при понижении уровня воды всего на 8,5 м. Средние значения коэффициентов фильтрации и пьезопроводности соответственно равны 27 м/сутки и 0,24 · 10⁵ м²/сутки. Коэффициент водоотдачи около 0,15—0,17. Воды повсеместно пресные с минерализацией 0,2—0,6 г/л гидрокарбонатного кальциевого, реже натриевого состава:



Формируются воды в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков и подтока из других водоносных горизонтов и комплексов.

Воды, связанные с песчано- и гравийно-галечниками аллювиального генезиса, а также песками с линзами суглинков и песчаных глин эолово- и эолово-аллювиального проис-

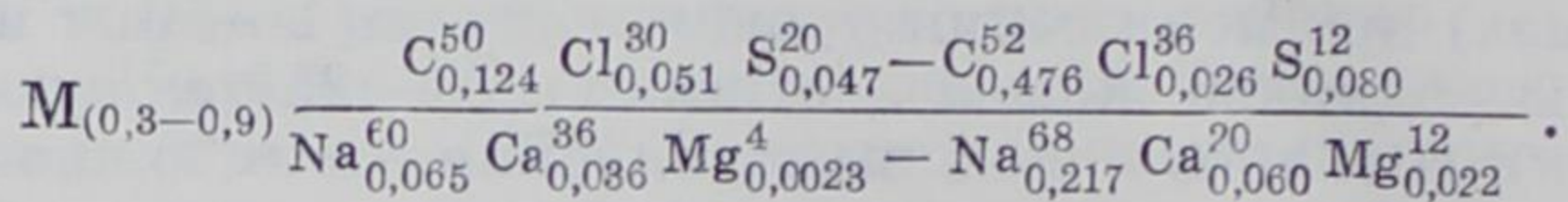
хождения, залегают на глубине от 1,5—2 до 25 м, чаще 2—6 м. Мощность водоносных горизонтов варьирует от 0,5—2,2 до 80—85 м. Наибольшая мощность отмечается в центральной части песчаных массивов. Расходы скважин изменяются от 20—35 до 303 м³/сутки (от 0,2—0,4 до 3,5 л/сек) при понижении уровня воды на 1—16 м и более. Дебиты родников иногда достигают 173—259 м³/сутки (2—3 л/сек). И только в зоне выклинивания вдоль южной кромки боровых песков, восточнее г. Семипалатинска, встречаются родники с дебитом до 1728 м³/сутки (20 л/сек). Коэффициент фильтрации водовмещающих пород изменяется от 0,5—1 м/сутки в эоловых песках до 8—14 м/сутки в гравийно-галечниках. Двигутся воды в сторону р. Иртыш. При этом модуль подземного стока в среднем изменяется от 0,1—0,2 до 0,8 л/сек с 1 км², а в песчаных массивах достигает 2,27 л/сек с 1 км². Воды преимущественно пресные с минерализацией до 1 г/л гидрокарбонатного кальциевого и натриевого, реже сульфатно-гидрокарбонатного натриевого состава. Химические анализы по скважинам в районе г. Семипалатинска показали следующий состав воды:



Формируются грунтовые воды в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков (около 7% от их годового количества) и фильтрации речных вод. Режим их уровня определяется климатическими и гидрогеологическими условиями территории. Среднегодовая амплитуда колебания уровня грунтовых вод аллювия р. Иртыш у г. Семипалатинска не превышает 1—1,5 м.

Напорные воды в пределах Семипалатинской области приурочены к мел-палеогеновым песчано-гравийным отложениям правобережья Иртыша. Вскрыты они на глубине от 50—60 м в полосе выхода скальных пород до 92—308 м в северной части территории. Пьезометрические уровни устанавливаются на абсолютных отметках 220—270 м. Мощность водоносного комплекса от 15—20 до 70—125 м. Водобильность отложений высокая. Дебиты скважин в районе Глуховского месторождения достигают 6912—9504 м³/сутки (80—110 л/сек) при понижении уровня на 15—20 м.

Коэффициент фильтрации водовмещающих пород 16—20 м/сутки, а водопроницаемость 900—1300 м²/сутки. Минерализация напорных вод 0,3—1 г/л, состав преимущественно гидрокарбонатный натриевый и кальциевый I и II типов:



В северной части территории верхние горизонты палеогеновых отложений иногда содержат слабосоленоватые воды сульфатного натриевого состава. Формируются напорные воды в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков, а также перетока через отдельные участки, «окна», из вышележащих горизонтов. Средневзвешенное значение модуля подземного стока равно 2 л/сек с 1 км² (Ахмедсафин, Мухамеджанов, Шапиро, 1970).

ПАВЛОДАРСКАЯ ОБЛАСТЬ

По характеру рельефа Павлодарская область подразделяется на две части: северную — равнинную и юго-западную — мелкосопочную с участками низкогорья.

Климат резко континентальный. Основным источником питания подземных вод являются осадки холодного периода года, так как в теплое время величина испарения преобладает над осадками. Среднегодовое количество осадков составляет 213—268 мм на правобережье р. Иртыш, 200—240 мм в районе мелкосопочника и 260—300 мм в районе Баянаульских гор. Следует отметить, что в течение года осадки выпадают неравномерно. Около 30% осадков приходится на осенне-зимнее время.

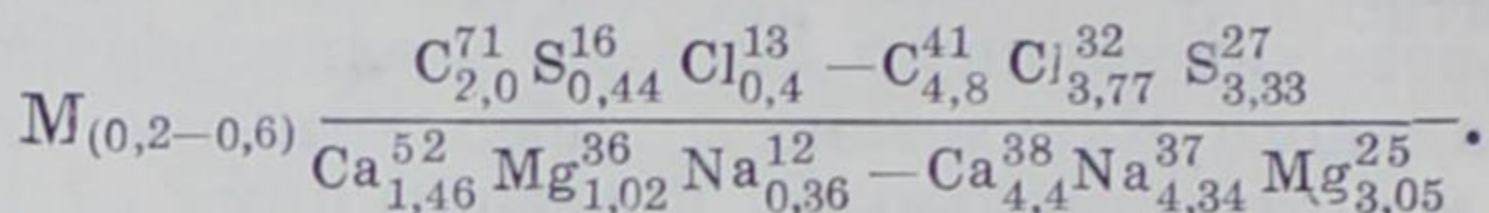
Гидрографическая сеть представлена р. Иртыш (среднегодовой расход у г. Павлодара 830 м³/сек) и временными водотоками (реки Шидерты, Ащису, Тундук, Карасу, Эспе, Куртуозек и др.), а также многочисленными озерами различной солености. В пределах области в соответствии с фи-

зико-географическими условиями и геолого-тектоническим строением можно выделить два самостоятельных гидрогеологических района: мелкосопочную равнину северо-восточной части Центрального Казахстана и Прииртышскую равнину.

Мелкосопочная равнина северо-восточной части Центрального Казахстана

Этот район расположен в юго-западной части области и занимает северо-восточную окраину мелкосопочной равнины Центрального Казахстана с абсолютными отметками 220—350 м и относительными превышениями от 10—20 м на севере до 50—100 м на юго-западе. В южной и юго-западной частях мелкосопочника выделяются невысокие горы с абсолютными отметками 500—1060 м (Амантауские — 500 м, Алабасские — 700 м, Желтауские — 900 м, Баянаульские — 1027 м, Кызылтуские — 1060 м). Относительное превышение их достигает 250—450 м. Общее направление гряд сопок совпадает с простиранием складчатых структур. Более устойчивые против выветривания допалеозойские и нижнепалеозойские слаботрециноватые породы занимают наиболее высокие гипсометрические отметки и имеют более резкие формы с крутыми обрывистыми склонами. Положительные формы рельефа на площади развития эффузивно-осадочных и карбонатных пород становятся более сглаженными и мягкими с широкими долинами или равнинными полями между ними. Баянаульские горы сложены гранитоидами, имеющими самые причудливые формы выветривания, а их склоны покрыты сосновым лесом. Однако наиболее характерным для площадей, сложенных гранитами, является равнинный ландшафт с участками рельефа «койтас». Трещины, развитые в кристаллических породах, независимо от возраста и литолого-петрографического состава водовмещающих пород способствуют формированию в их верхней наиболее выветрелой зоне единого гидравлически взаимосвязанного потока подземных вод. Однако водообильность определяется характером трещиноватости и ее интенсивностью. Резко выраженные в рельефе горные массивы в пределах Майкаин-Экибастузского антиклинория сложены допалеозойскими и нижнепалеозойскими глубококоматаморфизованными слаботрециноватыми породами. Мощность

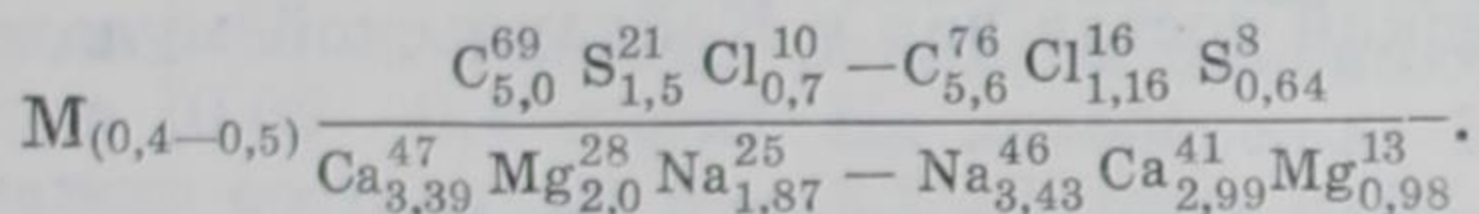
эффективных трещин для свободной циркуляции воды по данным бурения колеблется от 10 до 50 м. Глубина залегания вод достигает 30 м. Мощность обводненной зоны не превышает 10—20 м. Дебиты родников составляют 0,86—129,6 м³/сутки (0,01—1,5 л/сек) и более. Расходы родников и скважин в зонах тектонических нарушений возрастают до 172,8—259,2 м³/сутки (2—3 л/сек). Воды в основном пресные, реже слабосоленоватые. Характерный состав родниковых вод следующий:



На юго-западе в мелкосопочной части области широко распространены *нижне- и среднепалеозойские эффузивно-осадочные породы*. Наибольшую площадь они занимают на междуречье Оленты — Шидерты. Водоносной является верхняя трещиноватая зона мощностью от 5—40 до 60—150 м. При этом наибольшие мощности ее обнаруживаются вблизи активных зон тектонических нарушений. В эффузивных породах трещиноватость наблюдается до 20 м, а в осадочных — до 40—50 м. Скважины обнаруживают расходы в туфопесчаниках от 8,6 до 69,1 м³/сутки (0,1—0,8 л/сек), в песчаниках и конгломератах от 17,2 до 129,6 м³/сутки (0,2—1,5 л/сек) при понижении уровня на 20—30 м. В эффузивах вблизи пос. Бощекуль расходы скважин не превышают 44—45,7 м³/сутки (0,51—0,53 л/сек) при понижении уровня на 41,5—47 м. Дебиты родников изменяются от 6,9 до 86,4 м³/сутки (0,08—1 л/сек). В зонах нарушений расходы водоисточников возрастают до 86,4—864 м³/сутки (1—10 л/сек). Коэффициент фильтрации колеблется от 0,005 до 0,4 м/сутки. Глубина залегания вод в зависимости от рельефа местности составляет 30—50 м. В среднем же она не превышает 10—30 м. Наименьшая глубина (до 5—10 м) фиксируется у подножий сопок, на дне логов и ложбин стока. Воды преимущественно пресные и слабосоленоватые, минерализация изменяется от 0,2 до 3 г/л. Наиболее характерный состав вод гидрокарбонатно-сульфатный натриевый.

В пределах области допалеозойские и палеозойские породы прорваны интрузивными телами различного возраста и состава. Наиболее крупным является гранитоидный Баян-

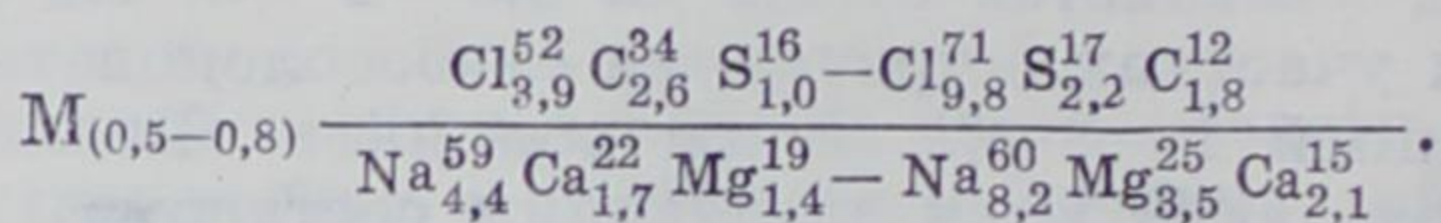
аульский массив. Для разновозрастных интрузивных пород характерны многочисленные зияющие трещины, прослеживаемые на глубину 40—60 м. В пониженных частях рельефа воды залегают на глубине 3—10 м, на водораздельных участках эти глубины возрастают до 30 м и более. Расходы родников изменяются от 1,7 до 86,4 м³/сутки (0,02—1 л/сек). Повышенная водообильность наблюдается в зонах нарушений и вдоль контактов разнородных пород. Верхняя наиболее выветрелая зона скальных пород в понижениях, как правило, перекрывается делювиальными дресвяно-щебенистыми отложениями, которые вниз по разрезу вначале переходят в элювий, а затем в трещиноватую породу. Минерализация вод изменяется от 0,2 до 0,5—1 г/л. На слабодренированных участках встречаются слабосоленоватые воды с минерализацией 1—3 г/л. Воды родников Баянаульского массива характеризуются следующим составом:



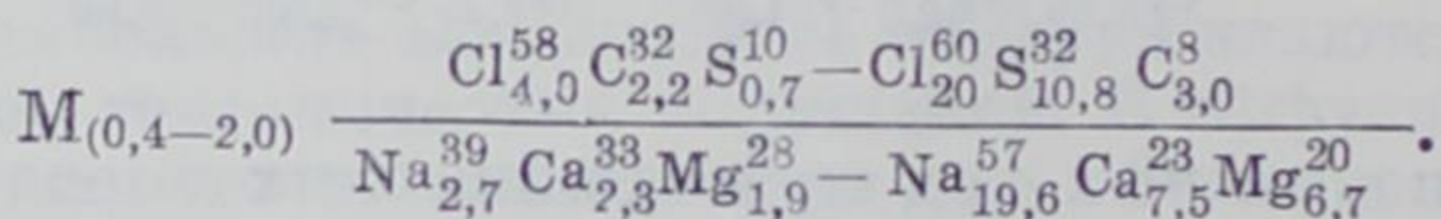
Режим подземных вод кристаллических пород непостоянный. Максимальные расходы родников, ручьев и других водоисточников, а также наиболее высокие уровни подземных вод отмечаются в конце апреля — начале июня; минимальные наблюдаются в феврале, марте и начале апреля. Амплитуда колебания уровня вод в зависимости от водности года изменяется от 1,1 до 3,2 м.

Карбонатные породы слагают крылья девон-карбоновых мульд и обнажаются на поверхности земли в виде гряд шириной 0,5—1 км, окаймляющих эти структуры. В Экибастузской и Байетской мульдах подземные воды залегают на глубине от 1 до 50 м, а чаще до 15 м (Мухамеджанов, 1971). Дебиты скважин, вскрывших карбонатные трещиноватые закарстованные породы, изменяются от 43,2 до 1296 м³/сутки (0,5—15 л/сек) при понижении уровня на 0,4—18,7 м, а коэффициенты фильтрации составляют 1,1—9,6 м/сутки. В пределах Кайдаульской мульды воды залегают на глубине 4—25 м. Расходы скважин составляют 120,9—216 м³/сутки (1,4—2,5 л/сек) при понижении до 5,5 м. В центральных частях мульд повсеместно распространены верхнепалеозойские *терригенно-осадочные породы*. Водовмещающие поро-

ды представлены песчаниками, переслаивающимися с алевритами, сланцами, углями, конгломератами. Водообильность их невысокая, дебиты скважин составляют 25,9—43,2 м³/сутки (0,3—0,5 л/сек) при понижении на 10—19 м, коэффициент фильтрации не превышает 0,1 м/сутки. Глубина залегания вод изменяется от 2—3 до 50 м, средняя — 10—30 м. Минерализация вод девон-карбоновых структур пестрая. Состав пресных и слабосоленых вод преимущественно хлоридно-гидрокарбонатный натриевый, гидрокарбонатно-хлоридный натриевый, хлоридно-сульфатный натриевый. Анализы вод из скважин юго-восточнее г. Майкаин обнаруживают следующий состав:



Химический состав вод в Кайдаульской мульде следующий:



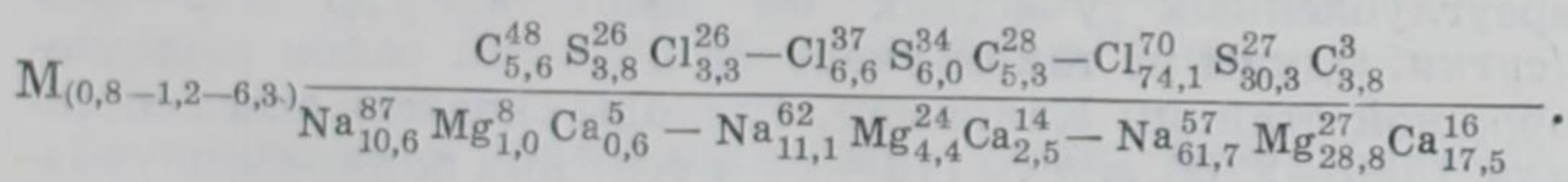
Амплитуда колебаний уровня изменяется от 0,2—0,4 до 0,9 м. Наименьшая амплитуда наблюдается при глубоком залегании уровня вод. Минимальные уровни наблюдаются в осенне-зимний период и весной перед паводком. Грабен в палеозойском фундаменте, севернее Баянаульских гор, выполнен юрским комплексом рыхлых конгломератов и песчаников, вода в которых залегает на глубине до 30 м. Дебиты скважин изменяются от 43 до 86 м³/сутки (0,5—1 л/сек) при понижении на 4—6 м. Минерализация вод 3—12 г/л, преобладают слабосоленые (5—10 г/л) воды.

Прииртышская равнина

Она занимает восточную половину низменной и плоской равнины междуречья Ишим — Иртыш, тяготеющую к Иртышу. На юго-западе и юге равнина ограничена мелкосопочником северо-восточной части Центрального Казахстана. Рельеф Прииртышской равнины волнисто-холмистый на юго-западе и плоский на севере и северо-востоке области, от-

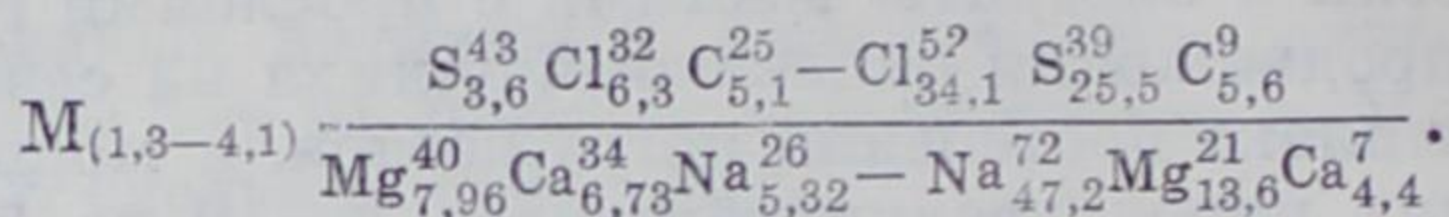
дельные водораздельные участки заняты котловинами озер. Равнина наклонена на север и северо-восток. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 100—115 м на севере области до 170—220 м на юго-западе, вблизи Центрально-Казахстанского мелкосопочника. В геологическом строении равнины принимают участие рыхлые отложения мезозой-кайнозойского возраста.

На склонах озерных котловин и в долинах рек Оленты и Шидерты распространены *палеогеновые мелко- и тонкозернистые пески и алевриты* местами с прослоями галечников. По мере продвижения от мелкосопочника на север палеогеновый комплекс постепенно погружается, а мощность водо-вмещающих пород увеличивается от 1—10 до 20—50 м и более. Вблизи мелкосопочника, на склонах озерных котловин и логов воды залегают на глубине до 5 м, по мере удаления от этих участков глубина залегания их увеличивается до 10 м и на водораздельных пространствах озерных котловин достигает 50 м. Расходы родников изменяются от 7 до 34 м³/сутки (0,09—0,4 л/сек). На левобережье Иртыша дебиты скважин составляют 6—43,2 м³/сутки (0,07—0,5 л/сек) при понижении уровня на 4,6—38,5 м, на правобережье достигают 276,4—475,2 м³/сутки (3,2—5,5 л/сек) при понижении уровня на 11—21 м. Коэффициент фильтрации в зависимости от гранулометрического состава изменяется от 0,2 до 35 м/сутки, в среднем равен 5—10 м/сутки. По качеству воды пестрые. Вблизи мелкосопочника и на склонах озерных котловин воды в основном пресные. Состав вод, вскрытых скважинами в поселках Парамоновка, Друг пахаря, Жайлаукудук, следующий:

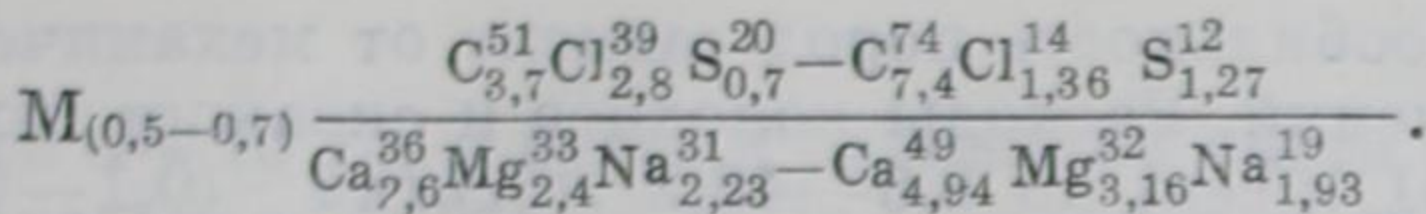


В северной и северо-восточной частях Павлодарского Прииртышья *неогеновый комплекс песчано-глинистых пород* занимает значительные по размерам площади. Вода залегает в линзах песков, супесей и суглинков. Мощность водонасыщенных прослоев и линз изменяется от 1—3 до 10—15 м и более. Залегают воды на глубине от 0,5—30 до 60 м, чаще глубина не превышает 10—30 м. Дебиты скважин со-

ставляют 8—17 м³/сутки (0,1—0,2 л/сек) при понижении уровня на 1—5 м. Коэффициент фильтрации тонкозернистых песков 3 м/сутки, песчано-глинистых отложений — 0,1—0,3 м/сутки. Качество вод различное, химический состав весьма пестрый; наряду с пресными и слабосоленатыми водами встречаются солоноватые и соленые с минерализацией до 50 г/л и более. Химический состав этих вод вблизи пос. Талды следующий:

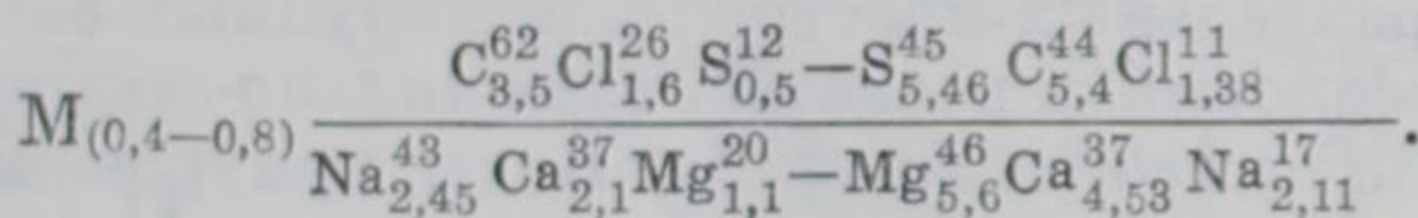


По долинам рек Иртыш, Шидерты, Карасу, Эспе, Куртуозек и других распространены аллювиальные песчаные, песчано-глинистые и гравийно-галечниковые отложения. Хорошо выраженную в рельефе террасовую поверхность правого и левого берега долины Иртыша и равнину в юго-восточной части области занимают *аллювиальные песчаные и песчано-глинистые отложения*. Ширина террасовой поверхности в южной части области достигает 35—70 км, к северу уменьшается до 20 км. Водовмещающими породами являются пески с гравием и галькой, супеси и суглинки мощностью от 0,7—2 до 10—20 м, чаще 5—7 м. Дебиты скважин изменяются от 2,6—259,2 м³/сутки (0,03—3 л/сек) до 691,2—1339,2 м³/сутки (8—13,5 л/сек) при понижении на 1,5—7 м в песках, а в супесях и суглинках от 0,86 до 43,2 м³/сутки (0,01—0,5 л/сек). Коэффициент фильтрации изменяется от 8 до 40 м/сутки и в среднем составляет 18 м/сутки, однако в переуглубленных участках он возрастает до 120—260 м/сутки. Одним из таких участков является район железнодорожной станции Калкаман. Расходы скважин здесь составили 1550—2260 м³/сек (18—24 л/сек) при понижении уровня воды до 7 м. Воды на значительной части территории залегают на глубине 5—10 м, а в южной части правобережья Иртыша — на глубине 10—30 м. Преобладают пресные и слабосоленоватые воды. По составу это преимущественно гидрокарбонатные кальциево-магниевые на правобережье и гидрокарбонатно-хлоридные, сульфатно-хлоридные натриевые воды на левобережье Иртыша. Состав вскрытых вод вблизи железнодорожной станции Калкаман следующий:



Режимными наблюдениями устанавливается прямая зависимость между подземными и поверхностными водами. Так, в период половодья поверхностные воды, поднимаясь над меженным уровнем на 3—4 м, создают естественный подпор, обуславливающий общий подъем зеркала подземных вод аллювиальных отложений области. Амплитуда колебаний уровня вод от реки к бровкам и склонам террас убывает от 2,5 до 0,7—0,5 м.

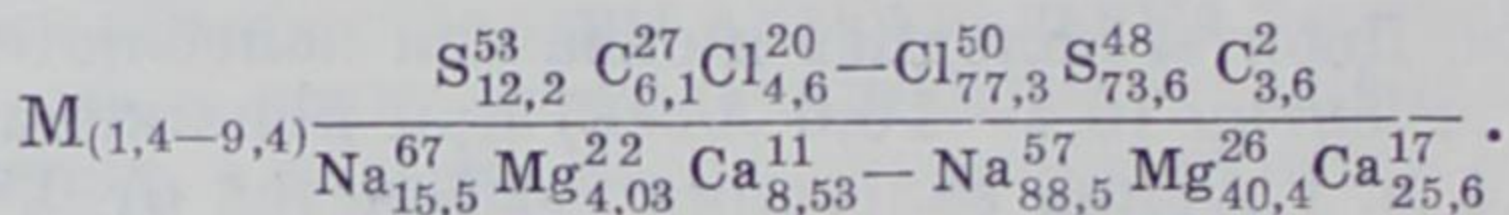
Аллювиальные преимущественно гравийно-галечниковые отложения формируют русла и поймы вышеуказанных рек. Водовмещающие породы представлены крупно- и разномзернистыми песками с гравием и галькой мощностью от 5 до 16,5 м. Дебиты колодцев и скважин колеблются от 34,5 до 1952,6 м³/сутки (0,4—16,6 л/сек) при понижении уровня на 0,1—2,5 м. Глубина залегания изменяется от 0,9 до 10 м и в среднем не превышает 3 м. Мощность водонасыщенного аллювия в долине Иртыша составляет 10 м, а на остальных реках не превышает 5 м. Средний коэффициент фильтрации гравийно-галечников составляет 30—50 м/сутки, песков — 5,8—30 м/сутки, супесей — 0,4—9 м/сутки. Воды в основном пресные, гидрокарбонатные натриево-кальциевые, от русел к бортам и устью сменяются слабосоленоватыми гидрокарбонатно-сульфатными, гидрокарбонатно-хлоридными натриевыми. Анализы вод из скважин в пойме Иртыша характеризуются следующим составом:



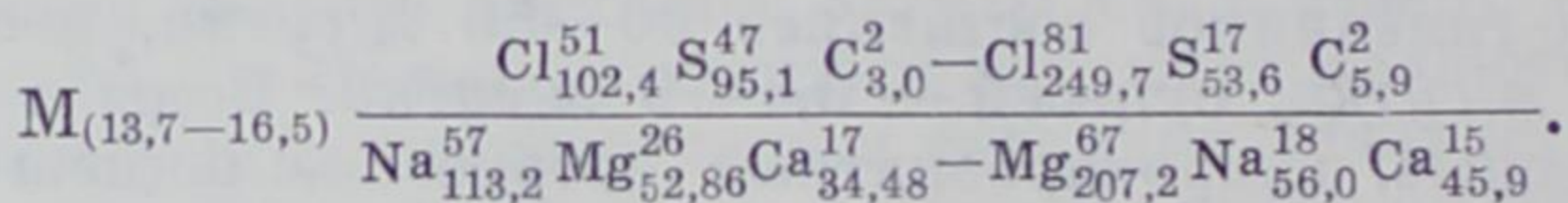
Во впадинах и котловинах озер узкие полосы вдоль устьевых частей речных долин и примыкающие к ним эрозионные врезы занимают озерно-аллювиальные песчано-глинистые отложения. Водоносными являются мелко- и тонкозернистые, часто глинистые пески с прослоями суглинков и глин мощностью в 10—13 м. В переуглубленных участках древних долин мощность обводненной зоны увеличивается до 30—35 м. Глубина залегания вод колеблется от 5 до 10—30 м и вблизи береговой линии в котловинах озер

до 5 м. Водообильность пород зависит от механического состава отложений. Расходы колодцев и скважин изменяются от 0,86 (0,01 л/сек) до 8,6—43,2 м³/сутки (0,1—0,5 л/сек) при понижении уровня на 1,5—2 м. Минерализация отличается большой пестротой и изменяется от 0,4 до 50 г/л и более. На правобережье воды пресные и слабосоленоватые, по составу гидрокарбонатные кальциевые, гидрокарбонатные натриевые, хлоридно-гидрокарбонатные магниевонариевые-кальциевые.

Котловины озер выполнены озерными песчано-глинистыми отложениями мощностью 1—15 м, содержащими подземные воды пестрого качества с преобладанием соленых. Залегают они на глубине до 3—5 м. Воды, вскрытые скважинами вблизи пос. Айдерат и в прибрежной зоне оз. Малый, характеризуются следующим химическим составом:



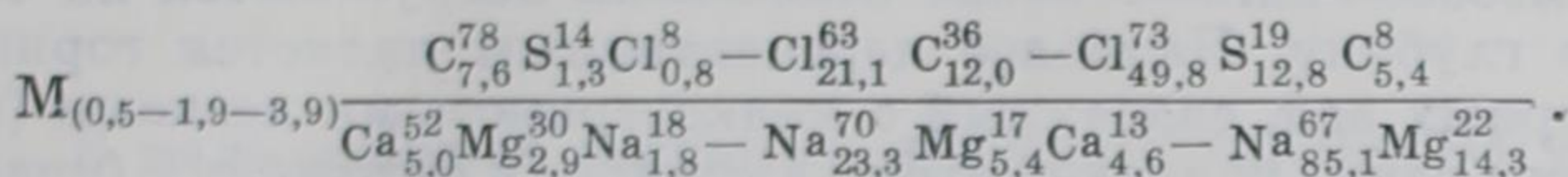
Состав вод, вскрытых скважинами в районе свх. «Пограничный» и пос. Айрмола, следующий:



Производительность выработок низкая, дебиты в отдельных водоисточниках составляют 0,08—0,8 м³/сутки (0,001—0,01 л/сек) при понижении уровня на 1—1,5 м.

На водораздельных пространствах крупных озер и в пределах мелкосопочника развиты делювиально-пролювиальные песчано-суглинистые отложения. Воды приурочены к песчано-суглинистым отложениям с включением дресвы и щебня мощностью от 0,6 до 25 м и более. Глубина залегания вод колеблется от 5—10 до 15 м. В мелкосопочной части делювиально-пролювиальные отложения имеют гидравлическую связь с водами подстилающих их палеозойских пород. Коэффициент фильтрации составляет 1—9 м/сутки. Водообильность пород невысокая, только в отдельных выработках достигает 8,6—43,2 м³/сутки (0,1—0,5 л/сек) при понижении на 1—2 м. Воды преимущественно пресные и слабосоленоватые с минерализацией до 3 г/л в мелкосопочной и слабосоленые,

соленые до 5—10 г/л и более в равнинной части области. По составу преобладают хлоридные, гидрокарбонатно-хлоридные и хлоридно-сульфатные натриевые воды. Состав вскрытых скважинами вод в делювиально-пролювиальных отложениях следующий:



Напорные воды. Буровыми работами в отложениях мела и палеогена установлено от двух до пяти гидравлически взаимосвязанных водоносных горизонтов (рис. 4). Область

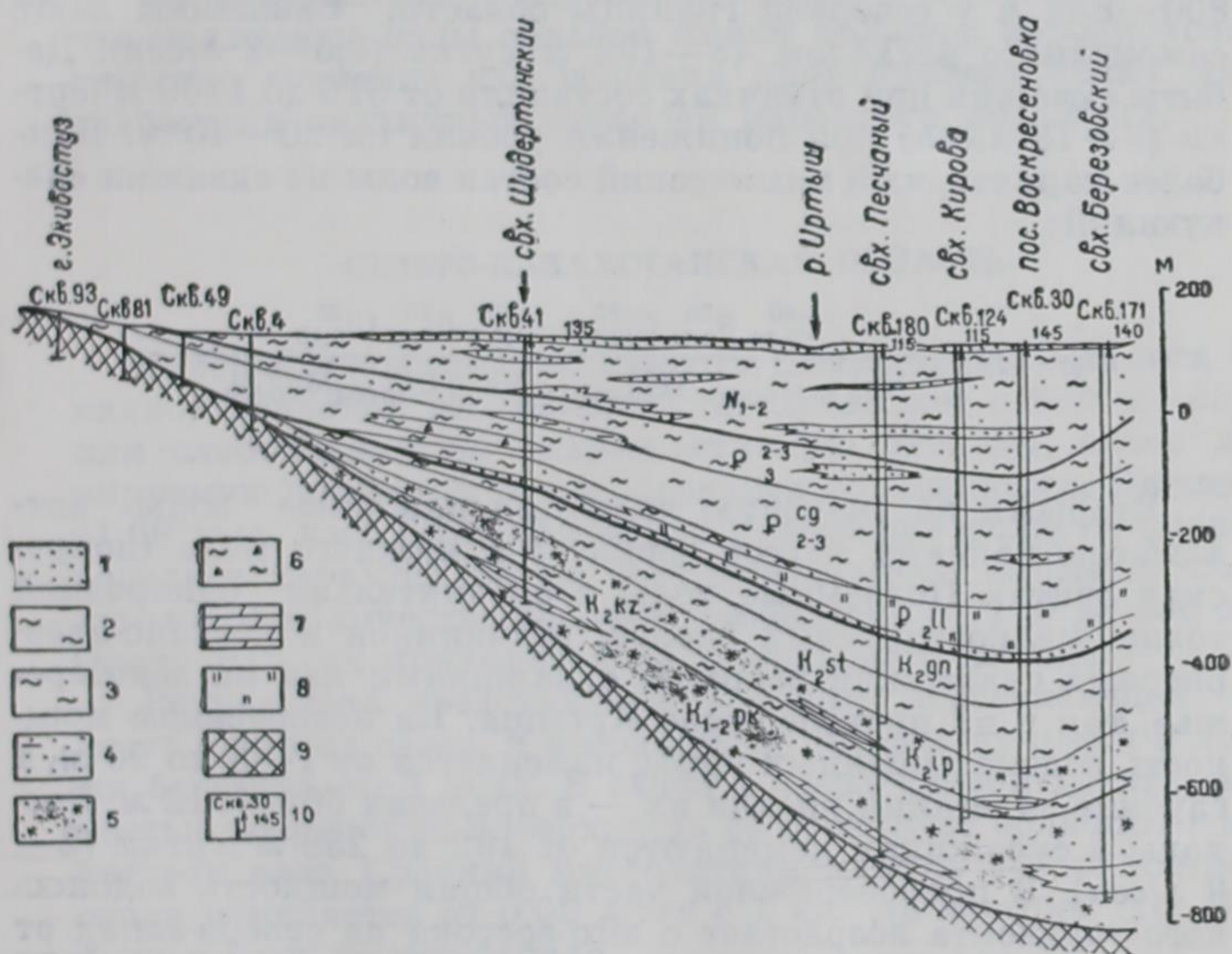
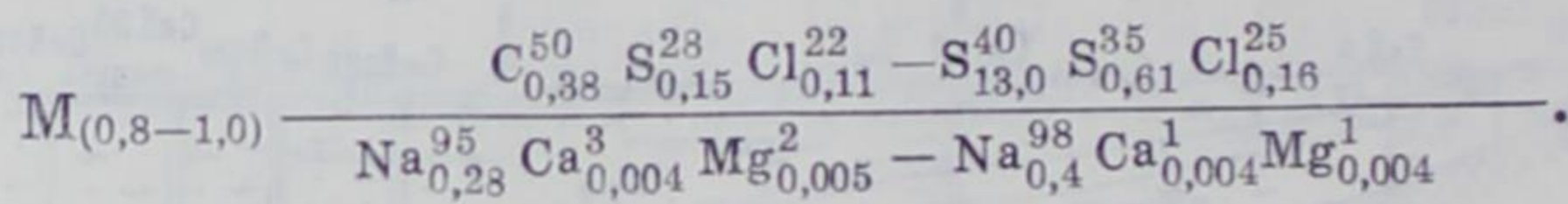


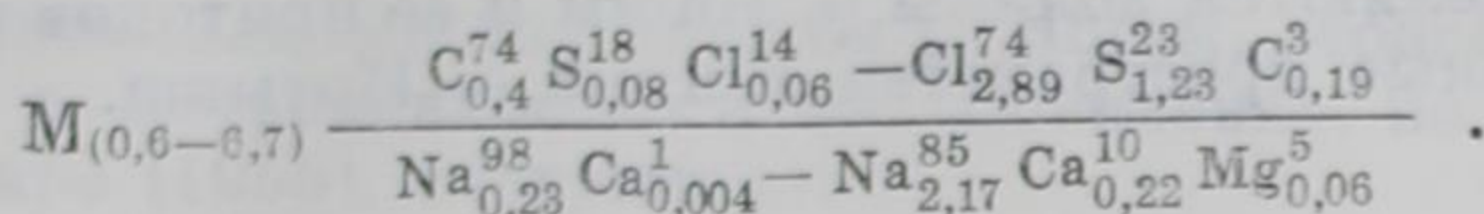
Рис. 4. Гидрогеологический разрез по линии Экибастуз — Березовский. 1 — пески; 2 — глины; 3 — пески глинистые; 4 — пески с лигнитом; 5 — пески глауконитовые; 6 — глины с включением пирита; 7 — отложения мергелистые с карбонатными стяжениями; 8 — опоки; 9 — палеозойские породы; 10 — скважина и ее номер. Стрелка обозначает напор воды, цифра — абсолютную отметку.

питания их находится у предгорий Алтая и Центрально-Казахстанского мелкосопочника, где породы мезозоя и палеогена выходят на дневную поверхность или залегают на небольших глубинах под неогеновыми и четвертичными образованиями различного генезиса. По мере удаления на север мезозой-кайнозойские отложения погружаются на большую глубину. Наиболее перспективным является горизонт напорных вод, связанный с мелкозернистыми песками (прослоями глин) коньяк-сантон-кампанских отложений (ипатовская пачка) (Мухамеджанов, 1971). На левобережье Иртыша мощность водонасыщенных отложений увеличивается с юга на север от 9 до 44 м, на правобережье — от 40 до 100 м. Кровля водоносного горизонта в Павлодарском Прииртышье погружается от 316 м в зерносовхозе «Приозерном» до 800—843 м у северной границы области. Скважины дают самоизлив с расходом 43—192 м³/сутки (0,5—2 л/сек). Дебиты скважин при откачках составили от 516 до 1300 м³/сутки (6—15 л/сек) при понижении уровня на 20—40 м. Наиболее характерный химический состав воды из скважин следующий:



Вторыми по значению являются напорные воды аптальб-сеноманских ярусов верхнего и нижнего мела (покурская свита). Подземные воды в сравнительно однородной толще мелкозернистых песков, песчаников и песчано-алевритовых отложений вскрыты скважинами как на левобережье, так и на правобережье Иртыша. На левобережье мощность водонасыщенных пород изменяется от 1—5 до 90 м, а глубина залегания кровли их — в пределах 503—712 м. Расходы в скважинах изменяются от 192 до 258 м³/сутки (2—3 л/сек). В правобережной части общая мощность водоносного горизонта возрастает с юго-востока на северо-запад от 45—50 до 200—250 м, а дебиты скважин колеблются от 172 до 2840 м³/сутки (2—33 л/сек) при понижении уровня на 12—28 м. Пресные и слабосоленоватые воды скважинами вскрываются в юго-западной, северо-восточной частях области, солоноватые и слабосоленые — на левобережье Иртыша.

Химический состав вскрытых скважинами вод на правобережной и левобережной частях области следующий:



В палеогеновых песчаных и песчано-глинистых отложениях области напорные воды пресные и слабосоленоватые до глубины 100—200 м. Скважины, вскрывшие крупно- и среднезернистые пески, имеют дебиты от 43 до 520 м³/сутки (0,5—6 л/сек), а неоднородные песчано-глинистые разности — от единиц кубометров до 86 м³/сутки (0,02—1 л/сек).

Из изложенного гидрогеологического материала видно, что подземные воды области имеют большое народнохозяйственное значение для решения практических задач водоснабжения различных отраслей народного хозяйства.

СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКАЯ ОБЛАСТЬ

Северо-Казахстанская область расположена на юге Западно-Сибирской низменности, представляет собой плоскую или слабоволнистую аккумулятивную равнину, слабо дренируемую долинами рек и озерными котловинами. Площадь 41,69 тыс. км². Географическое положение области предопределяет характер резко континентального климата. Среднегодовое количество осадков изменяется от 170 до 350 мм. Около 70% их приходится на теплый период года.

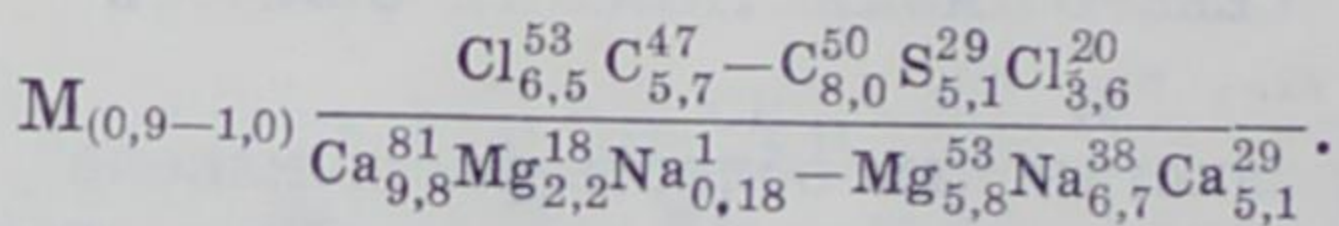
Речная сеть представлена р. Ишим, пересекающей область с юга на север, и небольшими реками, ручьями и логами бассейна этой реки. В связи с очень слабой дренированностью территории поверхность ее изобилует большим количеством озер. Средний многолетний модуль поверхностного стока изменяется от 0,05 л/сек с 1 км² на востоке до 0,25 л/сек с 1 км² на юго-западе.

Территория области приурочена к зоне погружения палеозойского складчатого фундамента и развития мощной толщи мезозой-кайнозойских отложений. В гидрогеологическом отношении она является областью разгрузки подзем-

ных вод, формирующихся в обрамляющем ее Центрально-Казахстанском мелкосопочнике. По условиям формирования, накопления и залегания подземных вод в пределах области выделяются долины р. Ишим и ее притоков и плоские междуречные пространства Ишима — Иртыша.

Долины р. Ишим и ее притоков

В пределах низкой и высокой поймы р. Ишим распространены *аллювиальные отложения*, где водовмещающими породами являются разномерные пески с гравием, реже суглинки и тощие глины. Глубина залегания вод колеблется от 1 до 7 м, средняя 3 м. Дебиты колодцев и скважин не превышают 43,2 м³/сутки (0,5 л/сек) при понижении на 2 м. Ширина грунтового потока 1—4 км, местами 10 км. Коэффициент фильтрации отложений 8,5 м/сутки, коэффициент водоотдачи 0,1—0,5. Характерные анализы проб вод, отобранных из колодцев в поселках Боголюбово и Явленка, следующие:



Положение уровня вод находится в тесной зависимости от реки. Максимальные уровни наблюдаются весной, минимальные — в конце зимы.

Хорошо выраженную в рельефе террасовую поверхность право- и левобережья долины Ишима занимают *аллювиальные песчаные и песчано-глинистые отложения* мощностью от 0,2 до 14—20 м. Глубина залегания вод в зависимости от рельефа изменяется от 0,3 до 19 м и в среднем не превышает 3—5 м. Коэффициент фильтрации гравелистых и крупнозернистых песков изменяется от 2,5 до 8,8 м/сутки, тонко- и мелкозернистых песков — 1,2—4,4 м/сутки, а алевритов — до 1,4 м/сутки. Дебиты колодцев и скважин в песках составляют 8,6—43,2 м³/сутки (0,1—0,5 л/сек) при понижении уровня на 5,5 м, в суглинках и тонкозернистых песках не превышают 0,86—4,3 м³/сутки (0,01—0,05 л/сек) при понижении до 1 м и в среднем изменяются от 1,5 до 45 м³/сут-

ки (0,01—0,5 л/сек) при понижении до 2,25 м. Воды по качеству преимущественно пресные и слабосоленоватые с минерализацией до 1—3 г/л. Характерные химические анализы проб аллювиальных вод долины р. Ишим, отобранные из колодцев в г. Петропавловске и пос. Соколовка, по данным С. М. Шапиро (1955), следующие:

$$M_{(1,8-2,1)} \frac{Cl_{0,41}^{74} C_{0,037}^{14} S_{0,026}^{12} - Cl_{0,64}^{50} S_{0,44}^{26} C_{0,5}^{24}}{Na_{0,5}^{50} Ca_{0,22}^{26} Mg_{0,2}^{24} - Na_{0,31}^{38} Ca_{0,24}^{34} Mg_{0,21}^{28}}$$

С озерно-аллювиальными отложениями Камышловского лога и небольших древних долин связаны подземные воды суглинков, тонко- и мелкозернистых песков и песчаных глин. Глубина залегания вод колеблется от 0,5 до 5—10 м, а на правобережье р. Ишим до 5 м. Дебиты скважин и колодцев не превышают 26—95 м³/сутки (0,3—1,1 л/сек) при понижении на 1,5—7 м. Минерализация вод колеблется от 0,5 до 100 г/л, в большинстве случаев — от 5 до 26 г/л. Пресные и слабосоленоватые воды встречаются на заболоченных и лесистых участках. Наиболее высокое стояние уровня вод наблюдается весной, в период снеготаяния, затем уровни снижаются и достигают минимума зимой.

Озерные котловины и переуглубленные участки выполнены озерными песчано-глинистыми отложениями. Мощность обводненных иловатых суглинков, супесей и песчаных глин изменяется от 0,4 до 14 м. Воды залегают на глубине до 3 м. Расходы колодцев и скважин изменяются от десятых до сотых и тысячных долей литра в секунду при понижении уровня на 1,5—2 м. Коэффициент фильтрации составляет 0,3—0,5 м/сутки. Минерализация вод достигает 10—50 г/л и более. Пресные и слабосоленоватые воды приурочены к наиболее дренированным участкам. Уровень вод находится в тесной зависимости от поверхностных вод и атмосферных осадков. Максимальный уровень отмечается весной, в период таяния снегов, минимальный — летом.

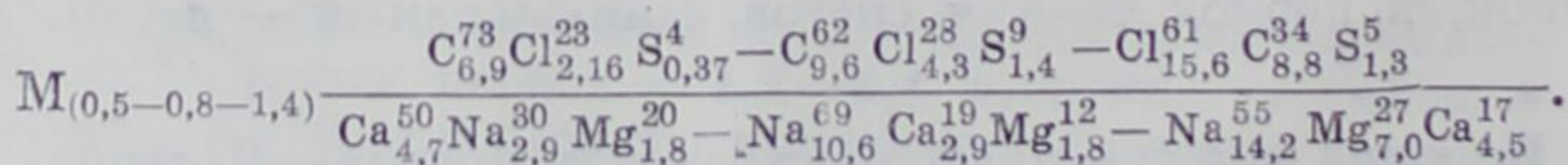
Плоские междуречные пространства Ишима—Иртыша

Междуречье Ишима — Иртыша покрыто сплошным чехлом делювиально-пролювиальных песчано-суглинистых отложений мощностью до 20—35 м. Наибольшую площадь

они занимают на правобережье р. Ишим. Водоносны прослой и линзы суглинков, супесей, тонко- и мелкозернистых песков. Глубина залегания воды зависит от рельефа местности: в понижениях рельефа она составляет 3—4 м, на водоразделах достигает 10—30 м. Дебиты скважин изменяются от 17,5 до 225 м³/сутки (0,2—2,51 л/сек) при понижении уровня на 3—35 м. Величина коэффициента фильтрации суглинков не превышает 3 м/сутки, песков — 4,6—5,2 м/сутки. Минерализация вод пестрая, преобладают пресные и слабосоленоватые сульфатные, хлоридно-сульфатные, сульфатно-хлоридные натриевые воды (Корюкин, 1966).

Широко распространены в различных частях области *неогеновые песчано-глинистые породы* (кустанайская, павлодарская свиты) мощностью до 35—40 м. Водоносными среди них являются прослой и линзы песков, супесей, легких суглинков и тощих глин. Водоносные образования перекрыты четвертичными суглинками и супесями, реже глинами и подстилаются, как правило, глинами аральской свиты.

Мощность водосодержащих линз и прослоев составляет 0,5—2 м, иногда до 4 м и более. Глубина залегания вод колеблется от 1,5 до 35 м, в среднем не превышает 10—30 м. Дебиты скважин колеблются от 4 до 112 м³/сутки (0,05—1,3 л/сек) при понижении уровня на 1—1,5 м. Минерализация вод изменяется от 0,4 до 40 г/л. В западной части области, граничащей с Тургайской впадиной, преобладают слабосоленоватые и слабосоленые воды с сухим остатком от 1—3 до 5—10 г/л, местами до 10—50 г/л и более. Пресные и слабосоленоватые воды приурочены к более грубым разностям пород — пескам, супесям, соленые — к суглинкам и тощим глинам. Состав вскрытых скважинами вод в поселках Амангельды, Архангельское и Иверский следующий:



Палеогеновый комплекс мелко- и тонкозернистых песков и алевритов на большей части территории залегает под толщей четвертичных и неогеновых отложений мощностью

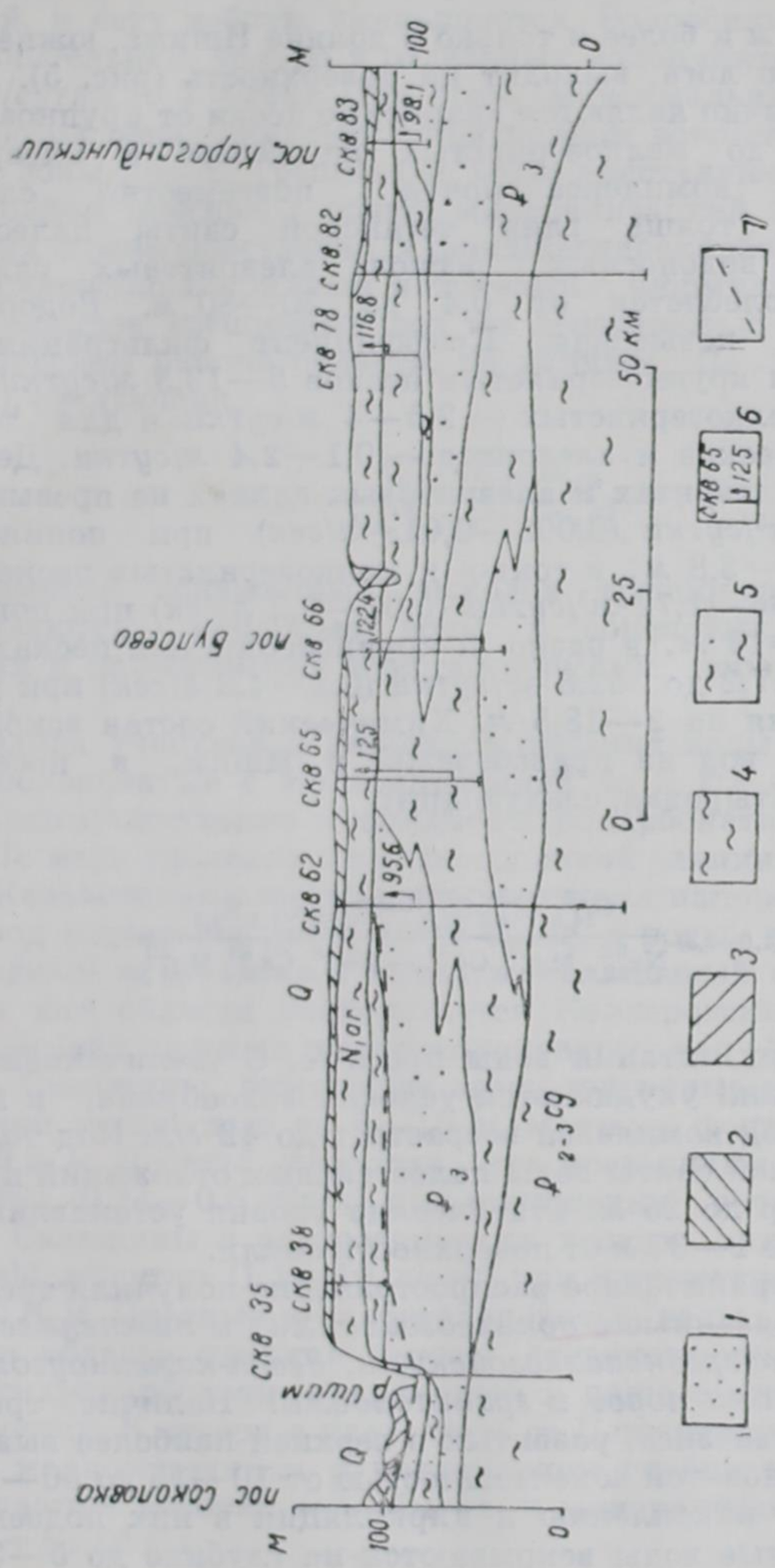
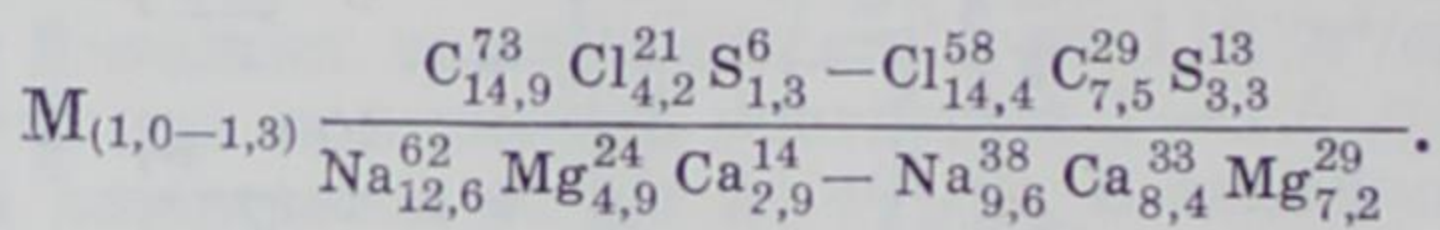


Рис. 5. Гидрогеологический разрез по линии Соколовка — Булаево — Карагандинский. 1 — пески; 2 — суглинки; 3 — супеси; 4 — глины; 5 — глинистые пески; 6 — скважина и ее номер. Стрелка соответствует напору подземных вод. Цифра у стрелки — абсолютная отметка пьезометрического уровня воды; 7 — уровень грунтовых вод.

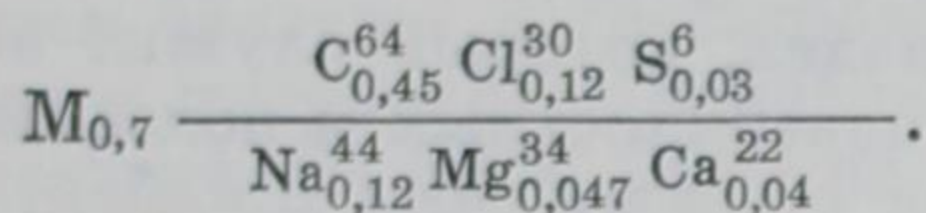
от 2,5 до 40 м и более и только в долине Ишима, южнее Камышловского лога, выходит на поверхность (рис. 5). Водоносными обычно являются кварцевые пески от крупнозернистых на юге до мелкозернистых на севере и алевриты. Подошвой комплекса почти повсеместно служит водоупорная толща глин чеганской свиты палеогена. Мощность водоносных песков, алевритовых глин и алевритов колеблется от 0,4 до 30—80 м. Водообильность пород невысокая. Коэффициент фильтрации составляет для крупнозернистых песков 5—13,5 м/сутки, для средне- и мелкозернистых — 2,5—4 м/сутки и для тонкозернистых песков и алевритов — 0,1—2,4 м/сутки. Дебиты скважин в алевритах и алевритовых глинах не превышают 0,69—0,86 м³/сутки (0,008—0,01 л/сек) при понижении уровня на 1—3,8 м, в тонко- и мелкозернистых песках составляют 0,86—1,72 м³/сутки (0,01—0,2 л/сек) при понижении на 0,7—14 м, в разно- и крупнозернистых песках возрастают от 17,2 до 362,8 м³/сутки (0,2—4,2 л/сек) при понижении уровня на 2—18,5 м. Химический состав вскрытых скважинами вод на правом берегу р. Ишим, в поселках Асаново и Штыровка, следующий:



В областях питания воды пресные. С увеличением глубины залегания ухудшаются условия водообмена, и минерализация вод комплекса возрастает до 42 г/л. Под толщей глин аральской свиты воды палеогеновых отложений приобретают напор до 25 м. Статические уровни устанавливаются на глубине 1—37 м от поверхности земли.

Весьма ограниченное распространение получили трещинные воды, связанные с допалеозойскими и нижнепалеозойскими, ниже-среднепалеозойскими, девон-каменноугольными комплексами пород и гранитоидами. Наличие трещин различного генезиса, развитых в верхней наиболее выветрелой и трещиноватой зоне мощностью от 10—15 до 50—60 м, способствует накоплению и циркуляции в них подземных вод. Подземные воды вскрываются на глубине до 5—30 м. Дебиты родников испытывают значительные изменения в

течение года. Максимальные расходы родников отмечаются весной, к лету дебиты уменьшаются. Водообильность пород незначительная, только в отдельных водопунктах достигает $43 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($0,5 \text{ л/сек}$). При этом максимальные расходы выработок обнаруживаются при полном вскрытии трещиноватой зоны пород. Трещинные воды кристаллических пород в основном пресные с общей минерализацией до 1 г/л . Состав их преимущественно хлоридно-гидрокарбонатный, гидрокарбонатно-хлоридный натриевый. Формула характерного анализа трещинных вод по левобережью Ишима в Октябрьском районе области, по данным С. М. Шапиро (1956), следующая:



Севернее обнаженных выходов трещиноватых пород вскрываются напорные воды в эоценовых, меловых, юрских и палеозойских кристаллических породах фундамента.

Вблизи участков и площадей питания воды пресные и слабосоленоватые с минерализацией до 3 г/л , по составу они преимущественно хлоридно-гидрокарбонатные натриевые. По мере удаления от мелкосопочной равнины Центрального Казахстана на север минерализация напорных подземных вод возрастает до 25 г/л и более, и воды приобретают хлоридный натриевый и натриево-кальциевый состав.

На юге области располагается Келлеровский артезианский бассейн пресных и слабосоленоватых вод (Ахмедсафин, 1961). Скважины, вскрывшие здесь эоценовые песчаные отложения мощностью до $8-15 \text{ м}$, местами фонтанируют на $4,1-6,2 \text{ м}$. Дебиты скважин не превышают $20,7-51,8 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($0,24-0,6 \text{ л/сек}$) при понижении уровня на $8-40 \text{ м}$. Скважины в разнородных песках дают расходы $95-864 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($1,1-10 \text{ л/сек}$) при понижении уровня на $3,6-5,8 \text{ м}$. Пресные и слабосоленоватые воды (до 3 г/л) вблизи области питания имеют сульфатно-гидрокарбонатный, гидрокарбонатно-сульфатный и чаще смешанный ионный состав. К северу с удалением от Центрально-Казахстанского мелкосопочника и увеличением глубины залегания ухудшаются условия водообмена, и минерализация вод возрастает до 12 г/л .

КОКЧЕТАВСКАЯ ОБЛАСТЬ

Кокчетавская область расположена в пограничной зоне Западно-Сибирской низменности и Казахского нагорья.

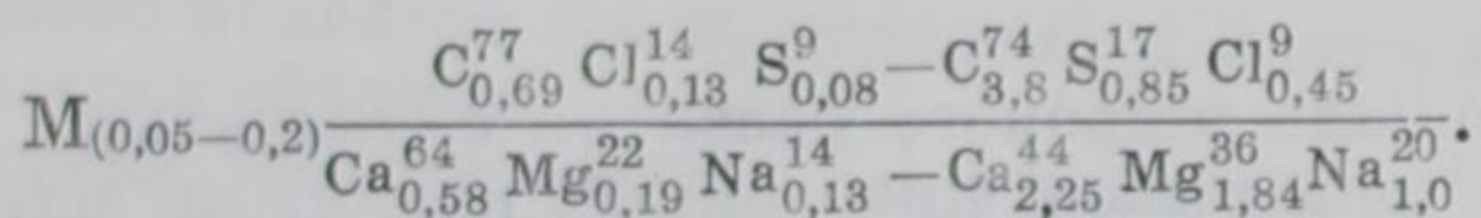
Климат резко континентальный, с коротким летом и холодной, суровой продолжительной зимой. Среднегодовое количество атмосферных осадков в равнинной части области не превышает 260 мм, в мелкосопочной достигает 280—300 мм, а в наиболее возвышенной возрастает до 390 мм в год.

В центре области проходит вытянутый в широтном направлении водораздел, который служит основной областью стока и питания поверхностных и подземных вод. С южной части водораздела стекают реки Джабай, Арчалы и др., с северной — водотоки, теряющиеся на равнине или впадающие в бессточные озера (Чаглинка, Калибек, Камысакты и др.). В западной части области протекает р. Ишим и ее правые притоки — Конырсу-Муккар, Аккан-Бурлук и Нижний Бурлук. В области насчитывается много пресных, слабосоленых и соленых озер. Средний многолетний модуль поверхностного стока изменяется от 0,05—0,1 л/сек с 1 км² на северо-востоке до 0,25—0,4 л/сек с 1 км² в центре области. Разнообразие гидрогеологических, геолого-структурных, геоморфологических условий определяет выделение на территории области трех гидрогеологических районов: Кокчетавского возвышенного мелкосопочника с участками низкогорий, мелкосопочной равнины Центрального Казахстана и плоской водораздельной равнины.

Кокчетавский возвышенный мелкосопочник с участками низкогорий

Кокчетавский возвышенный мелкосопочник образован резко выраженными в рельефе Боровским, Зерендинским, Айртауским и другими интрузивными массивами, складчатыми структурами нижнего палеозоя и допалеозоя, протягивающимися на юго-восток от Кокчетавских гор. Интрузивные массивы образуют отдельные гривы и гряды, разобщенные между собой неглубокими седловинами. Абсолютные отметки поверхности их достигают 540—838 м (горы

Седловатка и Малая Синюха) с относительными превышениями до 500 м. Участок низкогорья юго-западнее г. Кокчетавы и юго-восточнее г. Степняка служит водоразделом между реками, текущими на север и юг. Гряды низких гор местами покрыты сосновыми и лиственными лесами. Ориентировка положительных форм зависит от ориентировки складчатых структур и литолого-петрографического состава слагающих пород. Выходы кварцитов, яшмокварцитов, яшм с маломощными прослоями кварцитовидных полимиктовых песчаников и алевролитов образуют скалистые сопки с вогнутыми склонами. Рельеф расчленен межсопочными понижениями и глубоко врезанными долинами ручьев и рек. Подземные воды здесь связаны с трещиноватыми допалеозойскими кварцитами и интрузиями. Зона трещиноватости в кварцитах развита до глубины 50 м. Глубина залегания подземных вод в зависимости от рельефа местности изменяется от нескольких метров до 30 м и более. Дебиты родников составляют 8,6—259,2 м³/сутки (0,1—3 л/сек) и более. Коэффициент фильтрации изменяется от 0,05 до 5—6 м/сутки. Воды пресные, гидрокарбонатные кальциевые, реже гидрокарбонатные натриевые. Характерная их химическая формула имеет вид



В гранитоидах мощность зоны интенсивной трещиноватости достигает 30—50 м и более. В тектонических нарушениях мощность эффективной трещиноватости возрастает до 100—150 м. Глубина залегания подземных вод в интрузиях достигает 50 м. У подножий сопок и гор, а также по бортам долин воды выходят на поверхность в виде родников и мочажин. Дебиты родников составляют десятые доли кубометра в сутки, а в зонах обновленных тектонических нарушений они возрастают до 86,4—259,2 м³/сутки (1—3 л/сек). Дебиты скважин изменяются в очень широких пределах. Наряду с практически безводными встречаются и такие, у которых дебит достигает 432—864 м³/сутки (5—10 л/сек). Минерализация вод в интрузивных породах изменяется от 0,05 до 0,5 г/л, значительно реже встречаются слабосоленоватые с минерализацией 1—2 г/л и более. Характерный хи-

мический состав по водоисточникам из гранитоидов следующий:

$$M_{(0,1-1,7)} \frac{C_{1,55}^{85} Cl_{0,27}^{15} - Cl_{19,3}^{62} S_8^{28} C_{3,29}^{10}}{Ca_{1,35}^{74} Na_{0,47}^{26} - Na_{14,3}^{46} Mg_{10,7}^{34} Ca_{6,12}^{20}} \cdot$$

Весенний максимум уровня подземных вод приходится на конец апреля — начало мая, после чего наступает резкий спад. В связи с этим весной резко возрастают дебиты родников и расходы рек и ручьев. Амплитуда колебаний уровня вод изменяется от 1,1 м (1957 г.) до 3,2 м (1960 г.).

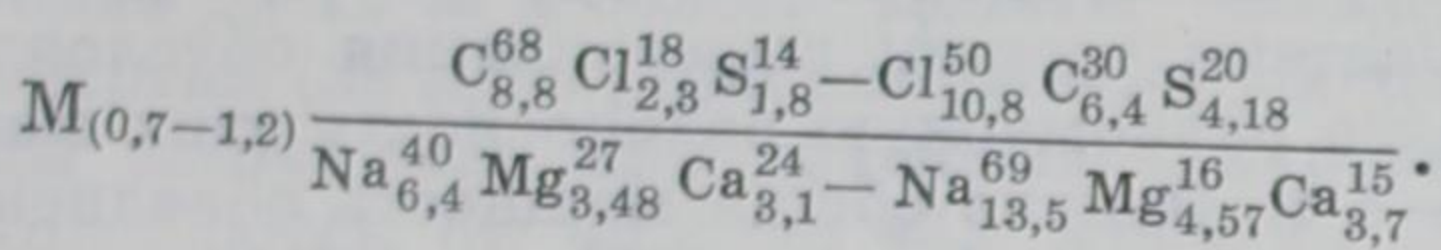
Мелкосопочная равнина Центрального Казахстана

В центральной и южной частях области мелкосопочные формы рельефа занимают обширную территорию. В морфологическом отношении мелкосопочник представляет собой холмисто-увалистую денудационную равнину с абсолютными отметками 200—300 м. Отдельные сопки и гряды имеют абсолютные отметки до 450—500 м. Относительные превышения сопок над расчленяющими их долинами и понижениями колеблются от 10—15 м на севере до 50—100 м на юге области.

Это площадь широкого развития складчатых структур палеозоя и допалеозоя, прорванных крупными интрузивными массивами. Все породы сильно дислоцированы, метаморфизованы, смяты в складки и неравномерно трещиноваты, отложения верхнего девона и карбона часто залегают в виде мульд.

Подземные воды связаны с разновозрастным комплексом палеозойских и допалеозойских пород. Водоносность кристаллических пород допалеозоя определяется в основном их активной трещиноватостью, которая неодинакова для различных литологических разностей. В андезитах и порфирах активная трещиноватость распространяется до глубины 20—35 м, в песчаниках — до 40—45 м, в интрузиях — до 50—60 м. Наибольшая мощность (70—100 м) связана с участками проявления более поздних тектонических подвижек, где условия для образования расщелин, пустот и различных трещин оказались более благоприятными. Расходы родников изменяются от 8,6 до 86,4—129 м³/сутки (от 0,1 до

1—1,5 л/сек). Коэффициент фильтрации составляет от 0,005 до 0,4 м/сутки. Наиболее глубокое залегание (до 30 м и более) наблюдается на водоразделах и их склонах. Наименьшее (до 5—10 м) прослеживается на дне долин и у оснований склонов. Воды в основном пресные и слабосоленоватые, минерализация изменяется от 0,2 до 3 г/л и более. Состав пресных вод преимущественно гидрокарбонатный или гидрокарбонатно-сульфатный натриевый. Общая жесткость 1,5—9 мг-экв/л. Слабосоленоватые воды с минерализацией 1—3 г/л в основном хлоридные, хлоридно-сульфатные и сульфатно-хлоридные натриевые. Состав вскрытых скважинами подземных вод следующий:



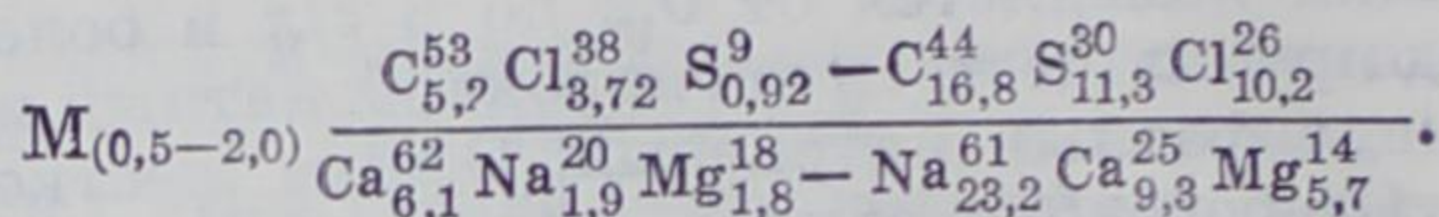
Расходы родников испытывают значительные изменения в течение года, весной все источники функционируют, к периоду летней межени часть из них пересыхает, а в действующих в несколько раз сокращаются расходы.

Водоносный комплекс эффузивно-осадочных пород нижнего и среднего палеозоя распространен в центральной и восточной частях области.

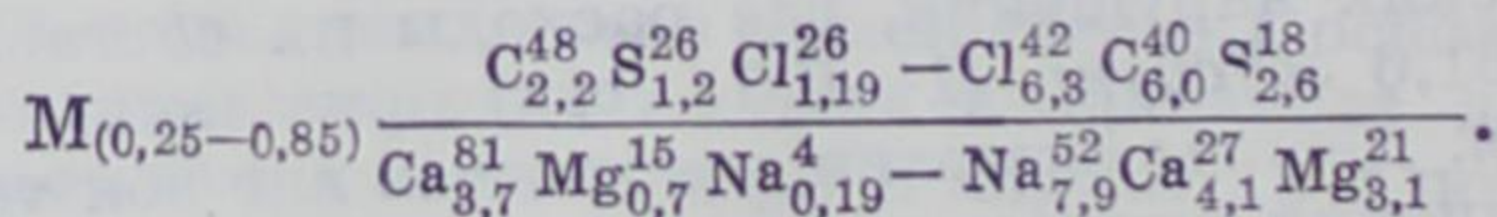
Интенсивная трещиноватость в эффузивных породах распространяется до 40 м (Бочкарева и др., 1958). В песчаниках мощность трещиноватой зоны увеличивается местами до 60—80 м и более. Глубина залегания подземных вод изменяется до 50 м и в среднем равна 10—30 м. Комплекс в целом слабо водообилён.

Максимальные дебиты скважин отмечаются в зонах тектонических нарушений, где расходы их составляют от 86,4 до 561,6 м³/сутки (1—6,5 л/сек) при понижении на 13,1—26 м. Дебиты скважин и колодцев вне зон тектонических нарушений изменяются от 0,8 до 86,4 м³/сутки (0,01—1 л/сек) при понижении на 9—15 м. Расходы родников изменяются от 0,8 до 4,3—8,6 м³/сутки (от 0,01 до 0,05—0,1 л/сек). Коэффициент фильтрации пород колеблется от 0,005 до 0,4 м/сутки. Воды в основном пресные и слабосоленоватые. Состав пресных вод преимущественно гидрокарбонатный, гидрокарбонатно-сульфатный и сульфатно-гидрокарбонатный натриевый, реже кальциевый. Слабосоленова-

тые воды чаще имеют хлоридно-сульфатный, сульфатно-гидрокарбонатный, хлоридно-гидрокарбонатный и хлоридный преимущественно натриевый состав. Формула характерных химических анализов вод из колодцев следующая:



Различные по величине и форме массивы гранитоидов (Аркалыкский, Макинский и др.) сложены в основном гранитами, гранодиоритами, сиенитами и диоритами различной зернистости. Система трещин выветривания обуславливает более или менее равномерную водоносность этих массивов до глубины 3—5 м. Однако общая мощность обводненной зоны в зависимости от рельефных особенностей массива и развития систем локальной трещиноватости изменяется от 20—30 до 40—50 м и более. Горные выработки вскрывают подземные воды на глубине 3—10 м. На водораздельных участках глубина залегания вод возрастает до 50 м и более. Дебиты родников варьируют от 8,6 до 86,4—259,2 м³/сутки (от 0,1 до 1—3 л/сек). Дебиты скважин в зависимости от характера трещиноватости гранитоидов изменяются в широких пределах: от 8,6—43,2 до 432—864 м³/сутки (от 0,1—0,5 до 5—10 л/сек) при понижении уровня от 2 до 20 м. Это в основном гидрокарбонатные кальциевые, сульфатно-гидрокарбонатные кальциевые, гидрокарбонатно-хлоридные кальциево-натриевые воды с общей минерализацией до 1 г/л:



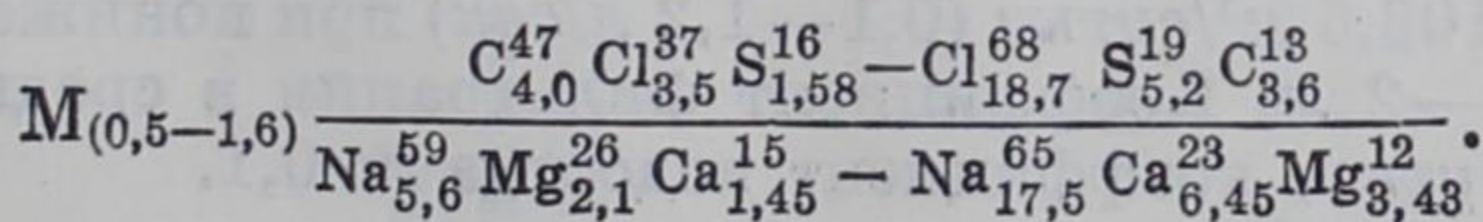
Режим вод тесно связан с климатом. Амплитуда колебаний их уровня в зависимости от водности года изменяется от 1 до 3 м. Максимальные уровни наблюдаются в конце апреля — начале мая, минимальные фиксируются в марте — начале апреля.

Девон-каменноугольный комплекс преимущественно

карбонатных пород занимает отдельные замкнутые мульды (Коксенгирская, Яблоновская, Тамсорская, Новомихайловская и др.) в восточной, центральной, западной и южной частях области. Мульдообразное залегание карбонатных, нередко закарстованных пород создает благоприятные условия для формирования в них подземных вод субартезианского типа. Карбонатные породы слагают крылья синклиналий структур и выходят на поверхность в виде гряд шириной от 0,5 до 2—3 км.

Водовмещающими породами являются известняки, песчаники, сланцы, алевролиты и аргиллиты, по трещинам и карстовым пустотам которых циркулируют подземные воды на глубине до 15 м и более. Дебиты скважин достигают 2500 м³/сутки (29 л/сек) при понижении уровня на 5—10 м. Расходы источников, приуроченных к карбонатным породам, колеблются от 43,2 до 432 м³/сутки (0,5—5 л/сек). Вскрытая мощность водонасыщенной зоны изменяется от 80 до 100 м и более.

В центральных частях девон-карбоновых и других более мелких структур повсеместно развит *верхнепалеозойский водоносный комплекс терригенно-осадочных пород*. В распространенных здесь песчаниках, аргиллитах, алевролитах и сланцах вскрыты грунтовые и слабонапорные воды на глубине от 0,5 до 150 м производительностью от 8,6 до 86,4 м³/сутки (0,1—1 л/сек) при понижении уровня от 0,9 до 20 м. Вскрытая мощность обводненных зон 80—90 м. Коэффициент фильтрации в карбонатных породах изменяется от 0,7 до 40 м/сутки, средний — 6 м/сутки. Другие литологические разности обладают более низкими фильтрационными свойствами — от 0,05 до 1,5 м/сутки. Минерализация вод изменяется от 0,2 до 3—5 г/л и более. Пресные воды (0,2—1,6 г/л) распространены в краевых обнаженных участках девон-карбоновых структур. Воды по составу гидрокарбонатно-хлоридные натриево-магниевые, хлоридные натриевые, сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые. Состав вскрытых скважинами вод следующий:



В годовичном цикле наблюдений уровни подземных вод испытывают значительные колебания. При неглубоком залегании вод амплитуда колебаний уровня достигает 0,8—0,9 м, при глубоком залегании она уменьшается до 0,2—0,3 м.

Плоская водораздельная равнина

Она занимает южную окраину междуречья Ишима и Иртыша в северной и северо-восточной частях области. На юго-западе и юге равнина ограничена мелкосопочной равниной Центрального Казахстана. Равнинность нарушается котловинами озер, долинами рек и плоскими блюдцеобразными понижениями. Наклонена она на северо-восток. Абсолютные отметки изменяются от 80 до 100—110 м на севере области и от 200 до 250 м у обрамления мелкосопочника. Общий уклон 0,0005. В геологическом строении плоской аккумулятивной равнины участвуют песчано-глинистые отложения палеогена, неогена и четвертичного возраста. Подземные воды широко распространены в пределах участков развития как палеогеновых, неогеновых, так и четвертичных отложений.

Палеогеновый водоносный комплекс мелко- и тонкозернистых песков и алевритов распространен в пограничной с мелкосопочником зоне, в долине р. Чаглинка на западе и до оз. Селетытениз на востоке (рис. 6). В пределах мелкосопочника отложения этого комплекса встречаются в виде разрозненных останцовых полей в районе пос. Бестюбе, в долинах рек и на других участках. Кроме того, они прослеживаются на склонах озерных впадин. Водовмещающими породами служат разнозернистые кварцевые пески с включением хорошо окатанного гравия. В северо-восточном направлении они замещаются тонко- и мелкозернистыми, часто глинистыми песками и алевритами. Мощность комплекса увеличивается с юга на север от 3—5 до 50 м и более. Глубина залегания вод определяется главным образом рельефом местности и находится в пределах от 15 до 30 м. Наиболее близко воды залегают у подножий мелкосопочника, на озерных террасах и в долинах рек. Дебиты скважин и колодцев изменяются от 8,6 до 103,6 м³/сутки (0,1—1,2 л/сек) при понижении уровня на 0,5—2 м. Коэффициент фильтрации в среднем равен 5—10 м/сутки, коэффициент водоотдачи 0,1.

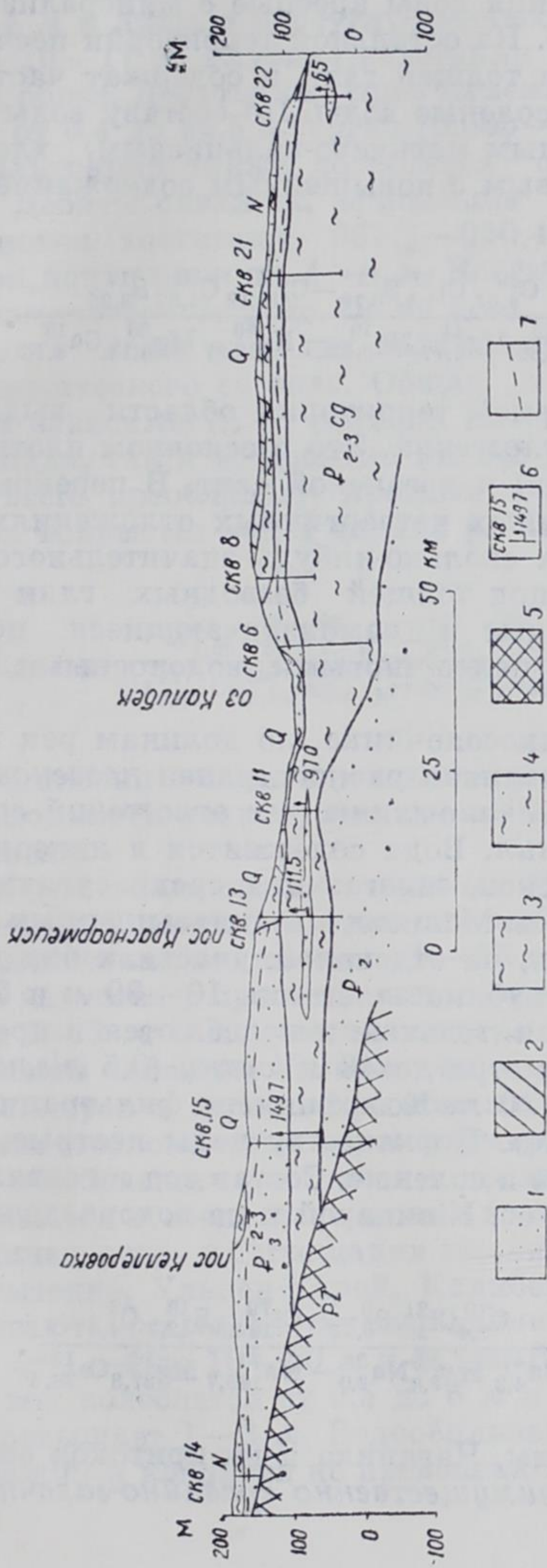
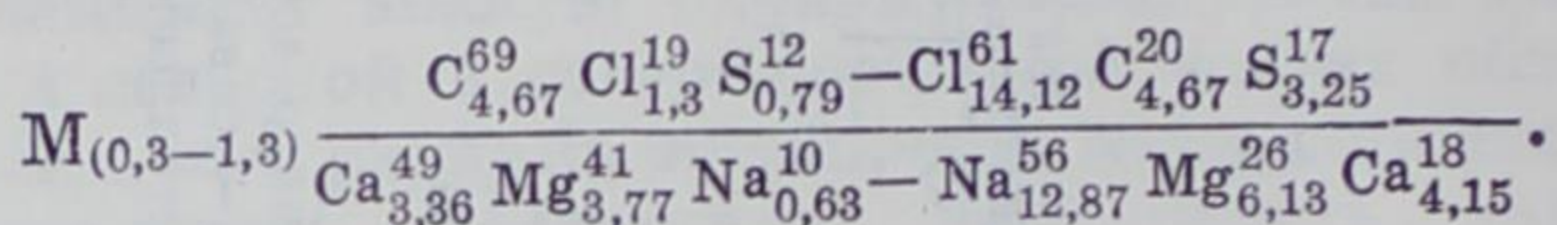


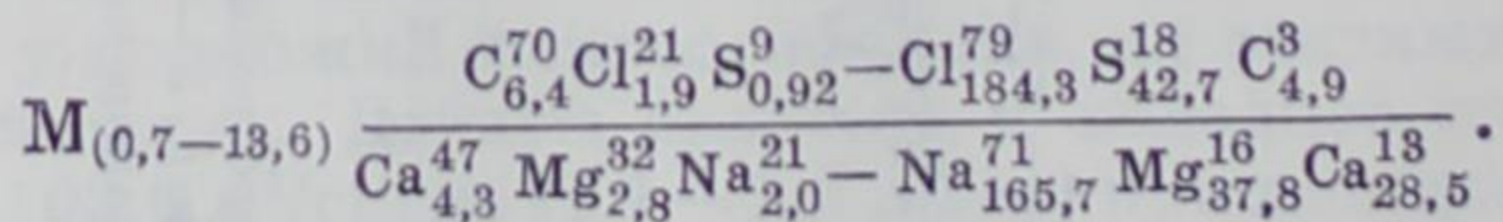
Рис. 6. Гидрогеологический разрез по линии Келлеровка — Мироновка — Ленинградское. 1 — пески; 2 — суглинки; 3 — глины; 4 — глинистые пески; 5 — палеозойские породы; 6 — скважина и ее номер. Стрелка — напор подземных вод. Цифра у стрелки — абсолютная отметка пьезометрического уровня воды; 7 — уровень грунтовых вод.

В областях питания воды пресные с минерализацией от 0,3—0,5 до 1—2 г/л. На остальной территории песчаные отложения перекрыты толщей глин и содержат часто напорные солоноватые и соленые воды. По составу воды относятся к гидрокарбонатным магниево-кальциевым, хлоридным, сульфатным натриевым с повышенным содержанием гидрокарбоната:



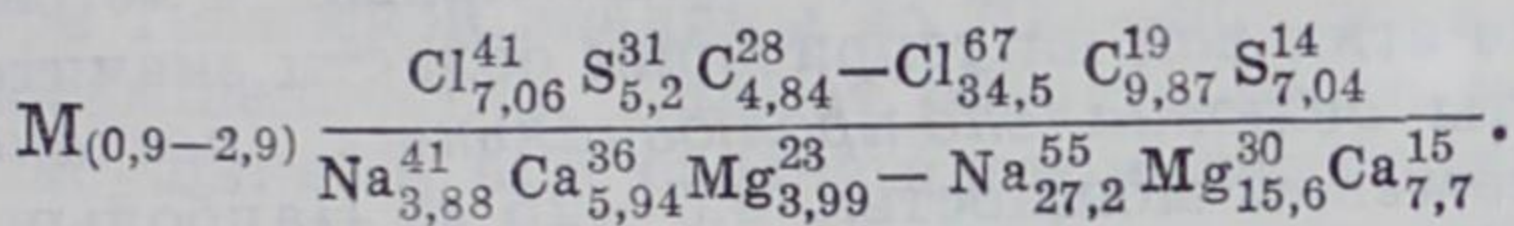
На рассматриваемой территории области выделен *безводный комплекс отложений*. Это в основном плотные жирные глины аральской и чеганской свит. В перекрывающих эти глины маломощных четвертичных отложениях не происходит накопления сколько-нибудь значительного количества воды. Однако под толщей безводных глин нередко вскрываются напорные и самоизливающиеся подземные воды, связанные с палеогеновыми водоносными отложениями.

У подножий мелкосопочника, по долинам рек и в некоторых озерных котловинах распространен *неогеновый водоносный комплекс песчано-глинистых отложений спорадического распространения*. Вода содержится в линзах и прослоях супесей и песков, залегающих среди суглинисто-глинистых пород неогена. Мощность водонасыщенных прослоев и линз около 3—4 м, на отдельных участках она достигает 10—15 м и более. Глубина залегания 10—30 м и более. Дебиты скважин незначительные и колеблются в пределах от десятых долей кубометра до 43 м³/сутки (0,5 л/сек) при понижении уровня до 10 м. Коэффициент фильтрации составляет 0,5—2,5 м/сутки. По качеству воды пестрые, в основном они солоноватые и соленые. Состав вод из скважин, расположенных вблизи оз. Юшикарой и на водораздельной равнине, следующий:



Долины рек Ишим, Чаглинка и их притоков выполнены *аллювиальными преимущественно гравийно-галечниковыми*

отложениями. Мощность водовмещающих прослоев не превышает 2—4 м и лишь в переуглубленных участках увеличивается до 10—17 м. Глубина залегания вод варьирует от 0,5 до 3 м и более. Дебиты колодцев изменяются в широких пределах — от 0,4 до 34,5 м³/сутки (0,005—0,4 л/сек). Коэффициент фильтрации также колеблется от 2—3 до 30—40 м/сутки. Дебиты скважин, вскрывшие подрусловый поток р. Чаглинки, достигают 691,2—950,4 м³/сутки (8—11 л/сек) при понижении на 4—5 м. Коэффициент фильтрации здесь изменяется от 2 до 20 м/сутки, иногда достигает 60—90 м/сутки. Воды аллювия отличаются значительной пестротой химического состава. Общая минерализация и состав вод в зависимости от условий питания изменяются как по площади, так и во времени (от 0,2 до 5—10 г/л). Однако чаще всего преобладают пресные и слабосоленоватые воды. Состав вскрытых вод в долине р. Чаглинки следующий:

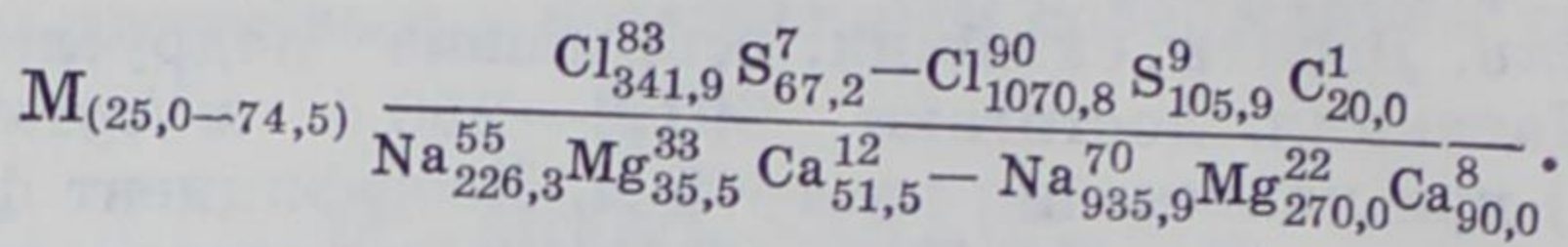


Режим вод аллювия связан с режимом рек. Максимальные уровни наблюдаются весной, минимальные — в летнюю и зимнюю межень.

В устьях рек, впадающих в крупные озера, и в эрозионных углублениях залегают озерно-аллювиальные песчано-глинистые отложения мощностью 1—20 м, вмещающие воды пестрого качества с преобладанием соленых. Глубина залегания вод 0—5 м, а на участках озера Селетытениз от 0 до 15 м. Дебиты скважин изменяются от десятых долей до единиц кубометров в сутки при понижении на 0,5—1 м. Пресные и слабосоленоватые воды формируются в устьевых частях рек, в небольших суходолах и логах, по которым весной сбрасываются в озера паводковые воды.

Во впадинах озер, на площадях низких озерных террас Теке, Селетытениз, Улькен-Карой, Калибек, Алабота, Кши-Карой залегают озерные песчано-глинистые отложения мощностью от 1—4 до 10—20 м и более. Глубина залегания подземных вод колеблется от 0,5 до 6 м и вблизи береговой линии не превышает 1—3 м. Водообильность пород слабая. Дебиты скважин и колодцев не превышают 0,8—2,59 м³/сут-

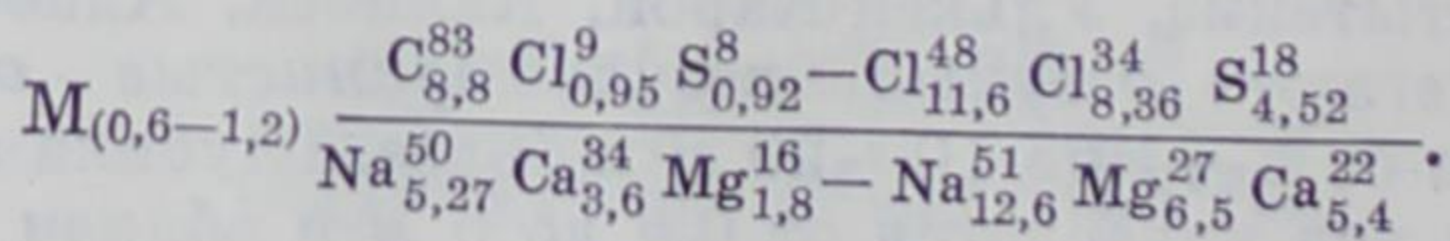
ки (0,01—0,03 л/сек) при понижении уровня на 1—8 м. Минерализация вод колеблется в широких пределах — от 0,5—1 до 50—100 г/л и более, в большинстве случаев от 5 до 10 г/л. Химический состав этих вод в отложениях оз. Калибек следующий:



Пресные и слабосоленоватые воды встречены в отложениях пресных, а также некоторых соленых озер, что объясняется особенностями питания их за счет подтока пресных вод из подстилающих и контактирующих палеогеновых песков.

Уровень вод озерных отложений находится в прямой зависимости от уровня поверхностных вод. Максимальные уровни отмечаются весной, минимальные — летом.

Кроме этих вод на территории области значительно развиты воды *делювиально-пролювиальных песчано-суглинистых отложений* мощностью 0,5—25 м. Наибольшие площади они занимают в северной части области, в верховьях и по склонам долин рек. Глубина залегания подземных вод зависит от рельефа местности, в западинах и понижениях рельефа она составляет 0,4—4 м, на водоразделах возрастает до 30 м. Дебиты родников изменяются в пределах 0,86—86,4 м³/сутки (0,01—1 л/сек). Они более водообильны у подножия сопок и возвышенностей. Вблизи мелкосопочника водовмещающими породами являются разномерные, часто гравелистые или щебенистые пески мощностью от 3 до 10 м. Дебиты скважин и колодцев составляют 34—192 м³/сутки (0,4—2 л/сек). Коэффициент фильтрации суглинков не превышает 3 м/сутки, песков — 4,6—5,2 м/сутки. Общая минерализация воды изменяется от 0,6 до 1,5 г/л. По составу это гидрокарбонатные кальциево-натриевые, хлоридно-гидрокарбонатные магниевые-натриевые воды:



На равнине и в замкнутых понижениях, удаленных от возвышенностей, воды *делювиально-пролювиальных песчано-*

суглинистых отложений имеют более высокую минерализацию — до 3—5 г/л.

Режим вод непостоянный. В суглинках амплитуда колебания в 2 раза больше, чем в песках, и достигает 1—2 м. Максимальный уровень отмечается весной, минимальный — зимой.

Подземные воды этих участков в народном хозяйстве используются ограниченно из-за их повышенной минерализации.

ЦЕЛИНОГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ

Целиноградская область занимает большую часть Тенизской впадины, окаймленную с севера Зерендинской и Кокчетавской возвышенностями, с юга Улутаускими горами и Сарысу-Тенизским водоразделом, с востока горами Ерементау. Абсолютные отметки поверхности колеблются от 300 м в центре Тенизской впадины до 700—800 м на водораздельных возвышенностях. Климат области резко континентальный, засушливый при среднегодовом количестве атмосферных осадков 250—270 мм: минимальном — 200 мм/год в Кургальджинском районе и максимальном — 360 мм на северных водораздельных возвышенностях. Гидрографическая сеть представлена бассейнами двух основных рек — Ишима в его среднем течении с притоками Терсаккан и Колутон и Нуры в ее нижнем течении. Коэффициент эрозионной расчлененности, или густота речной сети, колеблется от 0,005 км на 1 км² в равнинной части впадины до 0,3 км на 1 км² в низкогорной. Наряду с этим на территории области имеется большое количество бессточных и проточных озер, многие из которых связаны со старицами Нуры по ее левобережью. Наиболее крупные озера Тениз и Кургальджино занимают самое низкое гипсометрическое положение и являются конечной областью стока р. Нуры, ряда временных водотоков и подземных вод.

По строению рельефа в пределах области четко выделяется мелкосопочник, переходящий на севере в низкогорье и на юге в равнину. В соответствии с геоморфологическим строением представляется возможным выделить и гидрогеологические районы для первых от поверхности водоносных горизонтов и комплексов.

Низкогорье и возвышенный мелкосопочник

Низкогорье и возвышенный мелкосопочник охватывают южные склоны Кокчетавского нагорья, северные склоны Сарысу-Тенизского водораздела и на востоке — горы Ерементау, представляющие водораздел рек Селеты, Оленты. Для района характерно преимущественное развитие трещинных вод, приуроченных к метаморфическим породам докембрия и палеозоя, вулканогенно-осадочным и интрузивным комплексам палеозоя. Их водоносность предопределяется степенью трещиноватости пород, расчлененностью рельефа и наличием источника питания. Трещиноватость скальных пород во многом зависит от их литологического состава, степени метаморфизации и интенсивности тектонического воздействия на породы. Из указанных комплексов пород наиболее трещиноватыми являются гранитоиды, слагающие Шортандинский и Зерендинский массивы. В них зона активной трещиноватости распространяется до глубины 60—80 и даже 100 м, о чем позволяют судить абсолютные отметки выходов родников и данные бурения скважин. Трещиноватость, связанная с мощными зонами разломов, наиболее интенсивно проявляется в горах Ерементау, где мощные толщи кварцитов пересекаются многочисленными региональными и локальными зонами разломов. Здесь глубина трещиноватости достигает 200 м. Трещиноватость эффузивно-осадочных и осадочных пород, представленных песчаными сланцами, алевролитами, порфиритами и их туфами, распространяется до глубины 80 м и более (данные бурения). Коэффициент фильтрации трещиноватых пород колеблется от 0,005 до 1,5 м/сутки. Перечисленные водоносные комплексы располагаются в зоне активного водообмена, где выпадает повышенное количество атмосферных осадков и существуют благоприятные условия питания и разгрузки. Вследствие этого трещинные воды района характеризуются повышенной производительностью и преимущественно невысокой минерализацией. Глубина залегания подземных вод не подчиняется определенным закономерностям. Она обычно зависит от рельефа поверхности, дренированности территории и достигает 30—50 м, чаще 10—30 м. Воды безнапорные. На отдельных участках имеют место невысокие напоры. Водообильность комплекса характеризуется дебитами скважин 170—430 м³/сутки (2—5 л/сек) с максимальными

ми расходами родников до $1220 \text{ м}^3/\text{сутки}$ (14 л/сек). Удельные дебиты скважин изменяются от $0,01$ до $0,9 \text{ л/сек}$, средние дебиты родников — от $4,3$ до $432 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($0,05—5 \text{ л/сек}$). Воды в большинстве случаев пресные, минерализация $0,5—1 \text{ г/л}$, химический тип гидрокарбонатный и хлоридно-гидрокарбонатный натриевый или гидрокарбонатно-сульфатный кальциевый.

Данный гидрогеологический район является основной областью питания водоносных горизонтов и комплексов прилегающего мелкосопочника и в какой-то мере центральной части впадины. Однако большая часть подземного стока с возвышенных районов дренируется реками и озерами. В частности, подземные воды, стекающие с северного склона Сарысу-Тенизского водораздела, разгружаются в оз. Тениз, о чем свидетельствуют источники, выходящие по берегу озера, и незамерзающая полынья на юге озера.

Мелкосопочный район

Этот район распространен в периферийных частях Тенизской впадины и является своего рода переходной зоной от низкогорья к равнине. Он представляет собой чередование пологих и невысоких гряд и грив, вытянутых в соответствии с простиранием пород и широких мелкосопочных понижений. Относительные превышения рельефа $10—15 \text{ м}$.

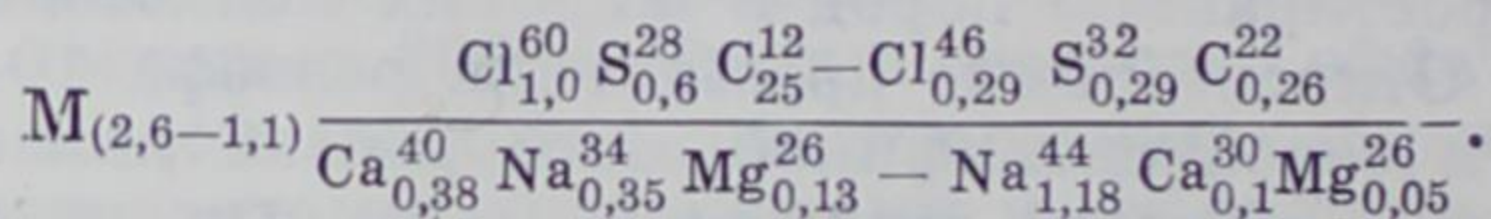
Геологической спецификой этого района является широкое распространение терригенно-осадочных пород среднего палеозоя от силура до карбона, образующих либо линейно-вытянутые (S—D), либо мульдообразные структуры (D—C). Водоносность пород, так же как и динамика приуроченных к ним подземных вод, предопределяется литолого-структурным положением, по которому четко выделяются подземные воды мульдообразных структур, сложенных терригенно-карбонатными породами девона — карбона. Вне этих структур распространены водоносные комплексы ордовикских, силурийских и девонских песчаников, конгломератов, сланцев, алевролитов, реже эффузивов и их туфов.

Трещиноватость в песчаниках, алевролитах и сланцах обычно двух типов — совпадающая с напластованием и сланцеватостью и секущая ее. Ширина трещин на поверхности от долей до $2—5 \text{ мм}$. Трещинная проницаемость в соответствии с замерах трещин по обнажениям измеряется

от 4 до 38 мд, что, по классификации Г. И. Теодоровича, относится к средне- и слабопроницаемым породам. Коэффициент фильтрации от 0,005 до 1—2 м/сутки. Глубина распространения открытых трещин по бурению и горным выработкам от 60—80 до 100—350 м. В приповерхностных зонах выветривания количество трещин увеличивается. Глубина залегания подземных вод в среднем составляет 15—20 м с интервалом колебания 1—50 м.

По характеру циркуляции воды трещинные и трещинно-пластовые, безнапорные, на локальных участках (при наличии слабопроницаемой кровли) напорно-безнапорные. Величина напора от 11 до 60 м. Водообильность водоносных комплексов в целом невысокая и определяется дебитами скважин от сотых долей до 86—129 м³/сутки (1—1,5 л/сек) при понижении на 9—15 м. Максимальные дебиты до 516—602 м³/сутки (6—7 л/сек) дали скважины, приуроченные к зонам тектонических разломов. Расходы родников 0,8—8 м³/сутки (0,01—0,1 л/сек), в приконтактной зоне — 86—129 м³/сутки (1—1,5 л/сек), особенно на контакте с интрузиями.

Подземные воды девон-ордовикских комплексов района преимущественно слабосоленоватые — 1—3 г/л, хлоридного, хлоридно-сульфатного состава:



Подземные воды водоносных комплексов, слагающих девон-карбоновые мульды, широко распространены в районе и имеют свои специфические особенности. Их гидрогеологические условия изучались в течение длительного времени. В результате были выявлены закономерности распространения, накопления и формирования подземных вод большинства мульд области: Североакмолинской, Тамсорской, Богембайской и других более мелких. Эти структуры сложены терригенно-карбонатными осадками верхнего девона — нижнего карбона. Турнейские и верхнедевонские известняки, слагающие крылья структур, обычно сильнотрещиноваты и кавернозны на глубину до 200 м и более (на отдельных структурах скважины вскрывают разрушенные известняки до горизонта 450—470 м). Углы падения крыльев к оси мульды от 10 до 80°. В ядре мульды залегание песчано-алев-

ролито-сланцевой толщи визе — намюра пологое, близкое к горизонтальному. Породы верхней толщи слаботрещиноваты и нередко с поверхности перекрыты глинистыми отложениями. Такое строение мульд предопределило их гидрогеологические условия. В трещиноватых и закарстованных известняках, слагающих крылья структур, формируются трещинные и трещинно-карстовые воды, которые обычно залегают на глубине до 40 м. Воды безнапорные, повышенной производительности. Дебиты скважин до $2560 \text{ м}^3/\text{сутки}$ (29 л/сек), чаще $520—688 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($6—8 \text{ л/сек}$), минерализация невысокая — до 1 г/л , реже $1,5—2 \text{ г/л}$. Водообильность и минерализация подземных вод известняков с глубиной изменяются незначительно. В направлении к центру структуры происходит их погружение, в ядре они залегают на значительной глубине. Здесь отмечаются увеличение минерализации и повышение напора. В слаботрещиноватых, пологозалегающих отложениях ядра мульды формирование подземных вод затруднено. Обычно подземные воды здесь низкодебитные с повышенной и высокой минерализацией — от $3—10$ до 50 г/л .

В центральных частях мульд водоносный комплекс фамен-турне перекрыт терригенными осадками более молодых отложений средне-верхнего карбона и нижней перми. Их водоносность определяется глубиной и интенсивностью трещиноватости. Воды безнапорные, с глубиной залегания до 30 м. Это низкопроизводительные водоносные комплексы с дебитами скважин от 8 до $140 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($0,1—1,6 \text{ л/сек}$) при понижении на $3—27 \text{ м}$. Минерализация подземных вод повышенная и высокая — до 20 г/л , средняя — $3—7 \text{ г/л}$. Состав вод хлоридный и хлоридно-сульфатный натриевый.

Формируются подземные воды наложенных мульд в самой структуре. Основное питание здесь осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков на крыльях структуры, занимающих нередко высокое гипсометрическое положение. Определенная доля в питании принадлежит поверхностному стоку рек и временных водотоков, проходящих через обнаженные участки структуры. Трещинно-карстовые воды разгружаются, очевидно, в вышележащий водоносный комплекс визе-намюрских отложений. В центральных частях мульд водообмен затруднен. Трещинно-карстовые воды наложенных мульд широко используются для водоснабжения.

Тениз-Кургальджинская слабосхолмленная равнина

Этот район представляет собой выровненную поверхность крупной депрессии центральной части Тенизской впадины. Рельеф ее слабо расчленен. Пологие водоразделы разделяют бассейны двух основных рек — Ишима и Нуры. Уклон поверхности обычно не превышает 0,001. В структурном отношении центральная часть впадины распадается на большое количество овальных мульд, сложенных пермскими породами (красноцветными песчаниками), разделенных слабовыраженными антиклинальными поднятиями, в ядрах которых залегают терригенные осадки средне-верхнего карбона. Более молодые отложения — палеоген-неогеновые и четвертичные различной мощности — перекрывают древние породы. Палеогеновые преимущественно глинистые осадки наиболее широко распространены на Ишим-Тенизском и Нура-Ишимском водоразделах. Только на отдельных участках в долине Нуры, восточнее озер Алаколь и Аупельдек и некоторых других, встречаются белые кварцевые пески, которые на поверхности превращены в сливные песчаники. Общая мощность отложений до 100 м. Неогеновые глины с линзами опесчаненных глин и тонкозернистых песков распространены на западе района и по левобережью Нуры, их мощность достигает 50—70 м. Четвертичные песчано-глинистые отложения различной мощности и разного генезиса развиты повсеместно. Центральная часть Тенизской впадины является областью затрудненного водообмена и весьма слабой циркуляции высокоминерализованных напорных вод. Наиболее изученными здесь являются первые от поверхности водоносные горизонты и комплексы, среди которых выделяются два типа подземных вод — поровые и трещинные.

Трещинные воды связаны с трещиноватыми песчаниками и алевролитами пермского возраста, мощность их 20—50 м, реже 200—300 м. Водоупором служат аргиллиты. Глубина залегания подземных вод зависит от мощности перекрывающей толщи и колеблется от 5—10 до 20—50 м и более. Режим вод безнапорно-напорный. Максимальная высота напора до 105 м отмечается в районе оз. Коржунколь. В большинстве случаев напор не превышает 5—40 м. Пьезометрический уровень снижается к оз. Тениз и долине Ишим с уклоном от 0,0005 до 0,001.

Производительность комплекса невысокая, дебиты скважин изменяются от 0,8 до 256 $m^3/сутки$ (0,01—3 л/сек) при понижении уровня на 1,4—29 м. Трещинные воды мультитипных структур, как правило, соленые. Их минерализация колеблется от 10 до 40 г/л. По составу они хлоридно-сульфатные натриевые, только в краевых частях структур, где нет глинистой кровли и песчаники выходят на поверхность (к западу от оз. Тениз), воды слабосоленоватые с минерализацией до 3 г/л.

Поровые воды приурочены к водоносным комплексам четвертичных, неогеновых и палеогеновых песчаных отложений. С песчано-глинистой свитой олигоценовых отложений связан водоносный горизонт, распространенный в восточной и юго-восточной частях района. Суммарная мощность водоносного горизонта, который нередко разделяется на ряд слоев глинистыми прослоями, от 5 до 30 м. Коэффициент фильтрации 0,2—11 м/сутки. Глубина залегания 30—60 м, а на участках выхода на дневную поверхность (оз. Алаколь) до 10 м. На большей части территории воды напорные с напором 5—10 м, реже 26—52 м. Падение пьезометрических уровней отмечается в сторону р. Ишим. Наиболее часто встречающиеся дебиты водопунктов (скважин и колодцев) от 8 до 30 $m^3/сутки$ (0,1—0,3 л/сек), в отдельных случаях до 86—860 $m^3/сутки$ (1—10 л/сек). Резким колебаниям подвержена и минерализация вод от пресных (1—2 г/л) при отсутствии глинистой кровли до соленых (5—15 г/л) при ее наличии. В низовье Нуры и на юге оз. Тениз минерализация достигает 30—44 г/л. Состав вод гидрокарбонатно-хлоридный, сульфатно-хлоридный, хлоридный натриевый и магниевый.

Несмотря на широкое распространение неогеновых отложений, подземные воды, связанные с ними, имеют спорадический характер и приурочены только к песчаным и супесчаным линзам и прослоям среди глин. Мощность водовмещающих отложений от 0,5 до 5—8 м. Глубина залегания самая различная. Наиболее частая 5—10 м, на водоразделах до 35—40 м. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород от 0,3 до 2,5 м/сутки. Воды имеют свободную поверхность, и только на отдельных участках отмечаются небольшие напоры. Производительность комплекса оценивается дебитами скважин и колодцев 0,8—27 $m^3/сутки$ (0,01—0,3 л/сек). Грунтовые и напорные воды комплекса

обычно отличаются повышенной и высокой минерализацией (5—30 г/л), хлоридным натриевым составом. Однако на отдельных участках водораздела (очевидно, участки интенсивного питания) вскрываются пресные и слабосолоноватые воды с минерализацией 0,7—1,5 г/л. Увеличение минерализации отмечается и в сторону долин рек и озерных впадин, которые либо дренируют водоносные комплексы, либо являются местными базисами стока подземных вод. В частности, А. В. Солнцевым (1955) была прослежена определенная закономерность увеличения минерализации подземных вод от водораздела к долине р. Ишим. При этом минерализация увеличивалась почти в 10 раз.

Поровые воды аллювиальных отложений в Тениз-Кургальджинской равнине распространены очень широко. Они развиты в долинах Ишима, Колутона и Нуры, приурочены к песчаным гравелисто-песчаным отложениям мощностью 5—15 м. В отдельных местах, например на участке соединения Ишима и Колутона, эта мощность достигает 30—35 м. Водоотдача водоносного аллювия на различных участках долин Ишима и Колутона варьирует от 0,04 до 0,15. Коэффициент фильтрации аллювия этих рек колеблется от 0,1 до 100 м/сутки. Наиболее высокими фильтрационными способностями отличаются гравийно-галечники долины Ишима в восточной части равнины, у г. Целинограда. Коэффициент фильтрации песков аллювия Ишима обычно изменяется от 3—5 до 20 м/сутки. Супеси, мелкозернистые и глинистые пески долин Ишима и Колутона имеют коэффициент фильтрации менее 1 м/сутки.

Глубина залегания грунтовых вод аллювиальных отложений долин Ишима и Колутона варьирует от 1—2 до 10 м. При этом наименьшее ее значение отмечается в поймах рек, протоках, блюдцеобразных понижениях (рис. 7). Глубина от 3—5 до 7 м установлена на поверхности первой надпойменной террасы. Самое глубокое залегание уровня отмечается на останцах второй надпойменной террасы и в прибортовых частях речных долин. Основными источниками питания вод аллювия являются паводковые воды, атмосферные осадки и подземный сток.

По направлению движения грунтового потока в связи с расширением долины и увеличением мощности аллювия расход его увеличивается и составляет в районе пос. Ново-ишимский 108 л/сек. Качество вод аллювиальных отложе-

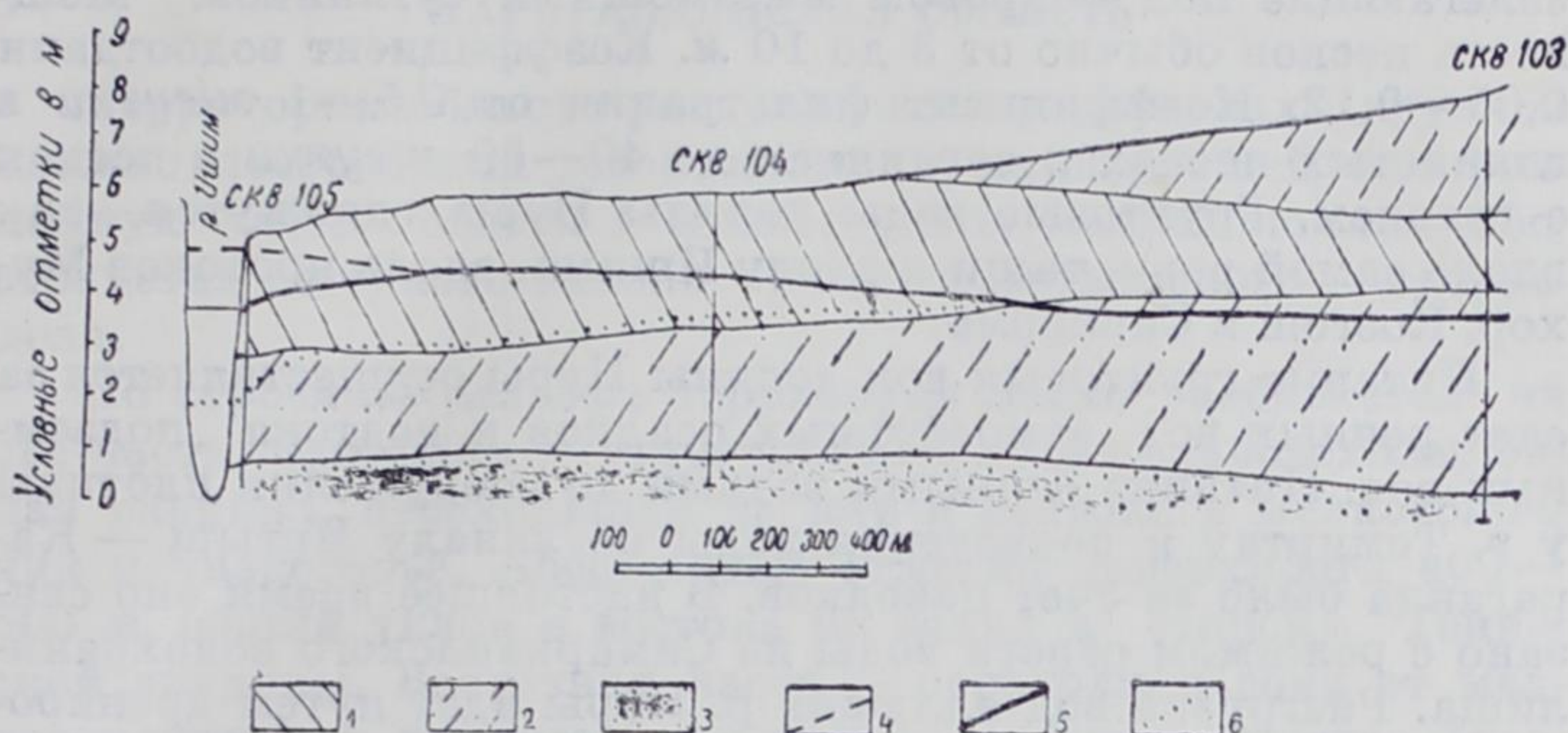
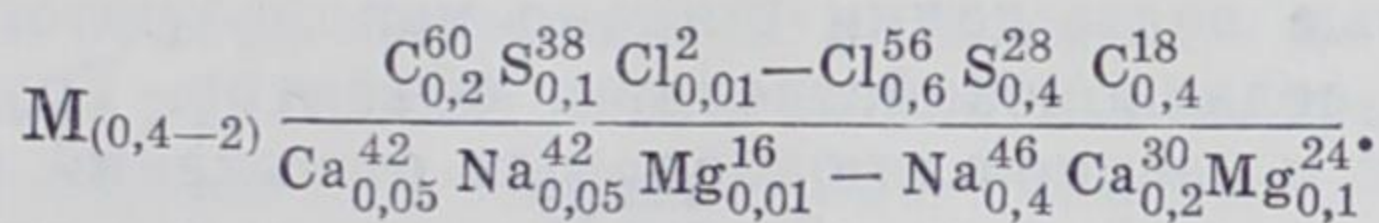


Рис. 7. Взаимоотношение уровней воды в р. Ишим и грунтовых вод аллювиальных отложений. Составил А. В. Солнцев. 1 — суглинки; 2 — супеси; 3 — пески; 4 — 6 — положение уровня воды: 4 — 1 мая 1955 г., 5 — 27 июня 1955 г., 6 — 21 сентября 1955 г.

ний в разных местах долин неодинаково. В долине Ишима преобладают пресные и слабосоленоватые воды:



По составу они изменяются от гидрокарбонатных кальциево-натриевых до хлоридных с преобладанием натрия. Вместе с тем в разных местах долин Ишима и Колутона встречены солоноватые и даже соленые воды с минерализацией до 20 г/л и более и хлоридным натриевым составом. Эти воды чаще бывают связаны с мелкозернистыми и глинистыми песками в центральной и северо-восточной частях равнины. Дебиты колодцев и скважин варьируют от 15 до 400 м³/сутки (0,2—4,6 л/сек) при понижении на 1—5 м.

Грунтовые воды аллювиальных отложений развиты и в низовьях долины Нуры. Ширина ее до 20 км. Юго-западнее Целинограда долина Нуры сливается с долиной Ишима. В низовьях она плавно переходит в приозерную впадину озер Тениз и Кургальджино. Общий уклон долины 0,0004—0,0002. Расчленена она слабо. Мощность аллювия колеблется чаще всего от 10 до 20 м. Водоносными являются пески,

залегающие под покровом маломощных суглинков. Мощность песков обычно от 3 до 10 м. Коэффициент водоотдачи 0,05—0,12. Коэффициент фильтрации от 0,5—1 м/сутки в глинистых песках и суглинках до 40—50 м/сутки в песках с гравием. Грунтовые воды долины Нуры движутся как вдоль самой реки, так и к руслу Ишима, вдоль протоков Мухор, Козгош и Саркрома.

Питание грунтовых вод долины Нуры осуществляется за счет речных вод, атмосферных осадков и подтока подземных вод. Питание речными водами до сооружения плотины у г. Темиртау и подведения воды по каналу Иртыш — Караганда было за счет паводков. В настоящее время оно связано с режимом сброса воды из Самаркандского водохранилища. Разгрузка вод аллювия р. Нуры идет путем дренирования рекой, а также испарением и транспирацией растительностью. По качеству воды от пресных и солоноватых с суммой солей от 0,5 до 3 г/л до соленых, особенно вблизи озерных котловин Тениза и Кургальджино. Состав вод при этом меняется от гидрокарбонатного с преобладанием кальция и натрия до хлоридного натриевого. Дебиты колодцев обычно колеблются от 4 до 90 м³/сутки (0,05—1 л/сек) при понижении уровня на 1—3 м.

Грунтовые воды долин широко используются для водоснабжения сельскохозяйственных объектов. Грунтовые воды озерных и озерно-аллювиальных отложений развиты в основном в южной части Тениз-Кургальджинской равнины вокруг одноименных озер, на площади, имеющей в поперечнике 40—50 км. Мощность озерных и озерно-аллювиальных отложений составляет 15—20 м на побережье озера и в удалении от него. Мощность водоносных пород 10—15 м. Они представлены в восточной части котловины песками, на остальной площади побережья Тениза — глинистыми песками, супесями, суглинками. Коэффициент водоотдачи их варьирует от 0,15—0,2 до 0,01, а коэффициент фильтрации — от 20 до 0,1 м/сутки. Глубина залегания вод озерных осадков небольшая, чаще до 3—5 м. Качество вод невысокое, часто они солоноватые, соленые с минерализацией до 50—80 г/л и более. Состав вод хлоридный натриевый. Дебиты колодцев обычно небольшие — 1—4 м³/сутки (0,01—0,04 л/сек) при понижении на 1—5 м. В восточной части котловины они выше — до 10—20 м³/сутки (0,1—0,2 л/сек) при таком же понижении.

КАРАГАНДИНСКАЯ ОБЛАСТЬ

Территория области располагается в пределах крупной сложно построенной геосинклинали, занимающей всю равнинную часть области и низкогорные, мелкосопочные пространства северного склона Балхаш-Иртышского водораздела.

По строению рельефа территория четко разбивается на две части. Западная — широтно вытянутая слабовсхолмленная равнина, переходящая на юге и востоке в мелкосопочник и низкогорье. Абсолютные отметки поверхности 400—600 м, общий уклон с востока на запад в сторону Тенизской впадины. Восточная часть — переходная зона от мелкосопочника к низкогорью с преобладанием первого. Абсолютные отметки понижаются с юга на север от 1400—1000 до 900—670 м. Определенное значение в строении поверхности имеют слабонаклонные аккумулятивные равнины, приуроченные к широким древним и современным речным долинам. Характер рельефа предопределил и особенности изменения резко континентального аридного климата. В низкогорье климат мягче, и сумма годовых осадков выше (до 400 мм и более), коэффициент увлажнения до 0,7. В мелкосопочнике и равнинной части он засушлив, среднегодовое количество осадков не превышает 300—325 мм.

Гидрографическая сеть представлена бассейнами р. Нуры и ее крупного притока Шерубай-Нуры и более мелкими реками — Жарлы, Каркаралинка, Талды, — относящимися к бассейну оз. Карасор. Модуль поверхностного стока вблизи водораздела 0,5—1 л/сек с 1 км², в мелкосопочнике 0,1—0,25 л/сек с 1 км². Речные воды преимущественно пресные, гидрокарбонатно-сульфатного натриевого состава. Озер немного, наиболее крупными из них являются Карасор, Балыктыколь, Катынколь с соленой и солоноватой водой.

Территория области сложена преимущественно палеозойскими породами, среди которых на западе больше развиты эффузивные образования, а на востоке — терригенно-осадочные, метаморфические и интрузивные толщи, а также карбонатные породы, образующие ряд небольших брахиструктур. Юрские осадки выполняют впадину в пределах Карагандинского синклинория; кайнозойские и неогеновые рыхлые

отложения приурочены к древним и современным речным долинам и межсопочным понижениям.

Гидрогеологические условия территории предопределяются широким развитием трещинных вод вулканогенно-осадочных комплексов, трещинно-карстовых вод карбонатных пород, поровых вод рыхлых осадков долин и пластовых вод юрских образований. По особенностям формирования и накопления первых от поверхности водоносных комплексов в пределах области можно выделить три гидрогеологических района: низкогорье, высокий мелкосопочник (Балхаш-Иртышский водораздел), мелкосопочник и крупные речные долины.

Балхаш-Иртышский водораздел

Этот район занимает восточную половину области и в плане представляет собой дугу, обращенную выпуклой стороной на север и северо-запад. На севере он граничит с Тениз-Карасорской впадиной, на западе — с мелкосопочником бассейна рек Нуры и Шерубай-Нуры, на востоке серией тектонических нарушений (Центрально-Казахстанский разлом) он резко отделяется от Чингизской горной гряды, а на юге сочленяется постепенным переходом с мелкосопочными пространствами Северного Прибалхашья. Строение водораздела ступенчатое. Самая высокая ступень (1500—1000 м) располагается на востоке и северо-востоке (горы Кзылрай — 1565 м, Кент — 1469 м, Каркаралы — 1403 м), к югу и западу рельеф постепенно снижается до 900—700 м, на фоне которого выделяются отдельные вершины с отметками 1000—1200 м. Расчленение склонов водораздела долинами и логами привело к формированию поперечных местных водораздельных пространств с превышением над долинами до 300 м и даже до 450—500 м. Гидрографическая сеть относится к бассейнам озер Балхаш (реки, текущие на юг), Карасор (на север) и Тенгиз (на запад). Здесь находятся истоки большинства крупных рек Центрального Казахстана: Нура, Шерубай-Нура, Талды, Жарлы, Токрау, Жамши. Густота речной сети (коэффициент расчлененности рельефа) достигает 0,6—0,7 км/км².

Благоприятное сочетание геоморфологических, геолого-тектонических и отчасти климатических факторов и интенсивная трещиноватость пород выделяют водораздельный

район как региональную область питания подземных вод Центрального Казахстана. Широко развитые здесь трещинные воды связаны с нижне-среднепалеозойским водоносным комплексом эффузивно-осадочных пород (порфириды, туфы, туфолавы, туфопесчаники, песчаники, алевролиты, реже известняки) и разновозрастными интрузиями и приурочены к верхней трещиноватой зоне, мощность которой не превышает 40—60 м, увеличиваясь до 80—100 м по тектоническим нарушениям и на участках с сильно расчлененным рельефом. Коэффициент водоотдачи для большинства пород 0,01—0,015, а для пермских гранитов увеличивается до 0,02.

Подземные воды, заполняющие трещиноватую зону, имеют безнапорный характер. Высокая расчлененность рельефа способствует значительным колебаниям глубин залегания их. На возвышенных, сильно дренированных участках уровень подземных вод находится на глубине до 30 м, в отдельных случаях до 50 м. С уменьшением абсолютных отметок поверхности и степени расчлененности рельефа снижается и глубина залегания вод до 10—15 м. С водоносными комплексами трещинных вод связано большое количество выходов родников, дебиты которых колеблются от 4 до 258 м³/сутки (0,05—3 л/сек), средние значения 8—86 м³/сутки (0,1—1 л/сек), расходы скважин обычно 43—86 м³/сутки (0,5—1 л/сек), реже 258 м³/сутки (3 л/сек) при понижении уровня воды до 20 м и более. Высокодебитные водоисточники приурочены обычно к разломам, приконтактовым зонам, а также к трещиноватым гранитам пермского возраста. Модуль родникового стока для эффузивно-осадочного комплекса не превышает 0,1—0,3 л/сек с 1 км². Для горных массивов Кент и Каркаралы, сложенных в основном аляскитовыми грубозернистыми сильно трещиноватыми пермскими гранитами, родниковый сток определен в 0,7—0,9 л/сек с 1 км². Здесь по глубоким врезам рельефа наблюдается массовое выклинивание подземных вод в виде мочажин, одиночных и групповых выходов родников, которые, сливаясь, образуют непересыхающие ручьи с расходами до 8640 м³/сутки (100 л/сек), дающие начало большинству рек района. Воды повсеместно пресные с минерализацией от 0,5 г/л в центральной (наиболее возвышенной) части водораздела до 1 г/л по его обрамлению. Состав преимущественно гидрокарбонатный кальциево-натриевый:

$$M_{0,1-0,67} \frac{C_{0,073}^{80} Cl_{0,006}^{13} S_{0,006}^7 - C_{0,488}^{62} S_{0,158}^{26} Cl_{0,057}^{12}}{Ca_{0,017}^{60} Na_{0,012}^{33} Mg_{0,002}^7 - Na_{0,124}^{42} Mg_{0,051}^{33} Ca_{0,066}^{27}}$$

Основным источником питания водоносных комплексов являются атмосферные осадки как зимне-весеннего, так и летнего периода. Суммарная величина подъемов уровня подземных вод в районе Каркаралинска достигала летом 1,7 м, весной 1,5 м. Режим трещинных вод, по классификации У. М. Ахмедсафина (1951), относится к климатическому типу. Величина питания их определяется коэффициентом инфильтрации, который для эффузивно-осадочного комплекса пород составляет 0,013—0,022, для пермских гранитов увеличивается до 0,07 (по отношению к годовым осадкам). Трещинные воды района используются для водоснабжения небольших населенных пунктов и обводнения пастбищ.

Мелкосопочный район

Этот район расположен преимущественно к западу от Балхаш-Иртышского водораздела в междуречье Нуры и Шерубай-Нуры. Абсолютные отметки поверхности здесь колеблются от 700 до 500 м. На территории мелкосопочника находятся бассейны основных рек Центрального Казахстана, берущих начало с водораздельных возвышенностей. Коэффициент эрозионной расчлененности 0,1—0,2 км/км². Это область накопления и транзита трещинных вод и формирования поровых вод рыхлых отложений. Широко распространены трещинные и в меньшей степени трещинно-карстовые воды. Поровые воды, имеющие практическое применение, рассматриваются самостоятельно.

Трещинные воды приурочены к метаморфическим, эффузивно-осадочным и интрузивным допалеозойским и палеозойским породам. Обводненность их связана с зоной активной трещиноватости, мощность которой колеблется от 30—40 до 60—70 м. В крупных тектонических нарушениях отмечается значительное усиление трещиноватости. Воды комплекса вскрываются многочисленными скважинами и колодцами, а также выклиниваются в виде родников. Глубина залегания их обычно не превышает 5 м. Только на отдельных участках, где эффузивы перекрыты суглинистыми и глинистыми отложениями кайнозойского возраста, глубина

залегания возрастает до 10—15 м, иногда до 32—35 м. Водообильность трещинных вод неравномерная и в целом слабая. Дебиты источников изменяются от 0,8 до 86 м³/сутки (0,01—1 л/сек). Большинство из них бывают многоводными лишь весной и в начале лета, к осени же полностью пересыхают или значительно снижают дебиты. Наибольшие расходы фиксируются по тектоническим разломам и в приконтактных зонах. Модуль подземного стока в зависимости от времени года составляет 0,04—0,3 л/сек с 1 км². Скважины, находящиеся вблизи зон тектонических разломов, характеризуются дебитами от 100 до 370 м³/сутки (1,2—4,3 л/сек) при понижении на 13,5—23,5 м, в то время как в условиях слабой расчлененности рельефа и незначительной трещиноватости пород скважины имеют дебиты от 0,8 до 60 м³/сутки (0,01—0,7 л/сек). Коэффициент водоотдачи крайне низкий — 0,0001—0,005. Общая минерализация подземных вод 0,1—1 г/л, местами встречаются воды с содержанием солей 1—3 г/л. Состав пресных вод гидрокарбонатный и гидрокарбонатно-сульфатный кальциевый, слабосоленых — гидрокарбонатно-хлоридный, сульфатно-гидрокарбонатный и хлоридный натриевый.

В осадочных толщах песчаников, конгломератов и туфов подземные воды циркулируют по трещинам выветривания, распространяющимся на глубину 50—70 м. Наиболее интенсивная трещиноватость характерна до 30—35 м. Глубина залегания подземных вод изменяется от 1 до 10 м, в среднем не превышает 7 м. Водообильность комплекса невелика. Расходы родников изменяются от 0,43 до 43 м³/сутки (0,005—0,5 л/сек) при обычных величинах 8—16 м³/сутки (0,1—0,2 л/сек) и зависят от сезона и водности года. Дебиты скважин варьируют в пределах 8—250 м³/сутки (0,1—3 л/сек) при понижении более 20 м. Коэффициент фильтрации пород составляет 0,004—0,25 м/сутки. Воды комплекса пресные с минерализацией от 0,1 до 0,5—1 г/л, обычно гидрокарбонатные, реже сульфатно-гидрокарбонатные кальциевые и натриевые.

Несколько больше водообильность у трещиноватых интрузивных пород — гранитоидов и их производных. Мощность зоны активной трещиноватости в них 40—60 м. Ориентировка трещин в массивах различная, угол падения от 5 до 90°. Ширина трещин чаще всего 2—3 мм, но в отдельных случаях она достигает нескольких сантиметров. Коэффици-

ент водоотдачи не более 0,007, фильтрации изменяется от 0,02—0,6 до 2—15 м/сутки. Сравнительно большая изменчивость величины водопроницаемости объясняется различной степенью трещиноватости пород. Глубина залегания уровня подземных вод от 1,5 до 10 м у подножия склонов и до 30 м на водоразделах. В местах, где интрузивные породы перекрыты более молодыми образованиями, глубина залегания их увеличивается до 50 м. Дебиты родников и скважин колеблются от 8 до 52 м³/сутки (0,1—0,6 л/сек), иногда достигают 86—344 м³/сутки (1—4 л/сек). Модуль подземного стока составляет 0,3—0,5 л/сек с 1 км². Воды интрузивных пород отличаются высоким качеством и довольно постоянной минерализацией, которая колеблется от 0,05 до 0,5 г/л, а общая жесткость — от 0,5 до 15,2 мг-экв/л (в среднем 1,6 мг-экв/л). По химическому составу подземные воды относятся к гидрокарбонатному кальциевому и гидрокарбонатно-сульфатному кальциевому типам.

Ограниченные площади в районе занимают трещинно-карстовые воды, распространенные в пределах мульдообразных структур и по периферии каменноугольного Карагандинского бассейна. Известняки, слагающие мульды, подвержены трещиноватости и закарстованности до глубины 100—150 м. Трещинно-карстовые воды вскрываются на глубине от 2 до 30 м. Водообильность комплекса значительная, имеющиеся родники характеризуются расходами до нескольких сотен метров кубических в сутки (родник Аулие — 1200 м³/сутки, или 14 л/сек). Дебиты скважин 86—860 м³/сутки (1—10 л/сек) при понижении уровня до 10 м. Модуль подземного стока составляет 1 л/сек с 1 км². Качество вод хорошее, минерализация редко превышает 1 г/л, состав сульфатно-гидрокарбонатный кальциевый.

По периферии каменноугольных бассейнов известняки также характеризуются трещинным карстом, прослеживаемым до глубины 40—60 м, а в отдельных случаях — 80—90 м. Глубина залегания подземных вод здесь колеблется от 0,6 до 26 м. Фильтрационные свойства и степень водообильности пород весьма неравномерны. Дебиты скважин 0,43—1460 м³/сутки (0,005—17 л/сек), средние 26—215 м³/сутки (0,3—2,5 л/сек) при удельных дебитах от 0,002 до 7,5 л/сек. Коэффициент фильтрации варьирует от 0,001 до 2,7 м/сутки, чаще 0,01—0,3 м/сутки. Воды карбонатных отложений обычно пресные с общей минерализацией 0,4—

0,9 г/л, иногда на участках, где циркуляция вод плохая, она достигает 2 г/л. Общая жесткость изменяется от 3 до 10—17 мг-экв/л. По типу воды гидрокарбонатные натриевые и гидрокарбонатно-сульфатные натриевые. Трещинно-карстовые воды широко используются в качестве источника водоснабжения рабочих поселков и других населенных пунктов.

Речные долины

Наиболее крупными реками Карагандинской области являются Нура, Шерубай-Нура, Талды, Жарлы с их мелкими притоками. Они имеют широкие хорошо выработанные долины, выполненные рыхлообломочными отложениями. Четко выделяются два водоносных горизонта, разделенных водоупорными глинами. На отдельных участках они сливаются и образуют единый горизонт. Верхний водоносный горизонт распространен повсеместно, основным источником его питания являются паводковые воды, в меньшей степени — атмосферные осадки, выпадающие на площади долины, и подток трещинных вод.

Долина Нуры в пределах области располагается своими верхней и средней частями. Выполнена она современными аллювиальными отложениями, представленными песчано-гравийно-галечниковой толщей с прослоями и линзами глин. В кровле водоносного горизонта залегают суглинки и супеси, подошвой служат водоупорные глины неогена. Средняя мощность водоносного горизонта составляет 14 м, в наиболее углубленных участках увеличивается до 25 м и даже до 40 м. Коэффициент фильтрации изменяется от 30 до 125 м/сутки при водоотдаче 0,15—0,2. Уровень подземных вод — от 0,2—4 до 6—10 м. Производительность скважин варьирует от 1300 до 2600 м³/сутки (15—30 л/сек). Минерализация вод не превышает 1 г/л при гидрокарбонатном, гидрокарбонатно-сульфатном натриевом и кальциевом составе.

Вторым водоносным горизонтом в долине является верхнеолигоценовый песчано-галечниковый, отделенный от верхнего неогеновыми водоупорными глинами. Ширина его составляет 1—3 км, достигая в отдельных случаях 5—7 км. Горизонт вскрывается скважинами на глубине 50—60 м. Мощность его варьирует от 3 до 30 м. Воды напорные. Пьезометрические уровни часто устанавливаются выше поверхности земли на 0,5—3,5 м. Производительность скважин из-

меняется от 86 до 3450 $m^3/сутки$ (1—40 л/сек), средняя 860—1300 $m^3/сутки$ (10—15 л/сек) (участки Молодецкий, Самарский). Коэффициент фильтрации 15—150 $m/сутки$, а средний коэффициент водоотдачи 0,2. По химическому составу воды хлоридно-гидрокарбонатные натриевые и хлоридно-сульфатные натриевые и кальциевые. Большое влияние на их химический состав оказывают трещинные воды подстилающих пород. Преобладают пресные и слабосоленоватые воды с минерализацией от 0,5—1 г/л до 1,5—3 г/л.

Река Шерубай-Нура — самый крупный приток р. Нуры целиком располагается в пределах области. Общая ее длина 277 км. Площадь водосбора 16,5 тыс. $км^2$. Среднемноголетний сток реки 42,9 млн. $m^3/год$.

В геологическом строении долины участвуют рыхлообломочные и глинистые образования от палеогенового до четвертичного возраста. В основании разреза непосредственно на палеозойском ложе залегают песчано-гравийные отложения древнего аллювия (рис. 8), с которыми связаны напорные воды. Кровлей их являются неогеновые глины, плотные, жирные, загипсованные, мощность которых достигает иногда 90—100 м. Четвертичный аллювий поймы и надпойменных террас, состоящий из гравийно-галечниковых образований с включением линз супесчано-глинистого материала, имеет мощность от 5—6 м в бортах долины до 18—20 м в осевой части. Такое строение долины предопределило формирование в ней двух водоносных горизонтов.

Мощность верхнего водоносного горизонта колеблется от 3—4 м в верховьях реки до 18—20 м в устьевой части. Глубина залегания подземных вод 3—5 м. Дебиты скважин изменяются от 1300 до 2600 $m^3/сутки$ (15—30 л/сек) при понижении уровня на 2—4 м. Коэффициент фильтрации для различных литологических разностей колеблется от 10 до 200 $m/сутки$, а водоотдачи достигает 0,23.

Нижний водоносный горизонт имеет мощность от 1 до 10—15 м и ширину 400—900 м. Воды напорные, величина напора до 90 м. Дебиты скважин достигают 670—1300 $m^3/сутки$ (7,7—15 л/сек), реже 2150 $m^3/сутки$ (25 л/сек) при понижении уровня на 15 м. Коэффициент фильтрации варьирует от 15 до 20 $m/сутки$, а водоотдачи достигает 0,15—0,2. Воды верхнего и нижнего водоносных горизонтов преимущественно пресные и слабосоленоватые различного химического состава с минерализацией 0,3—3 г/л.

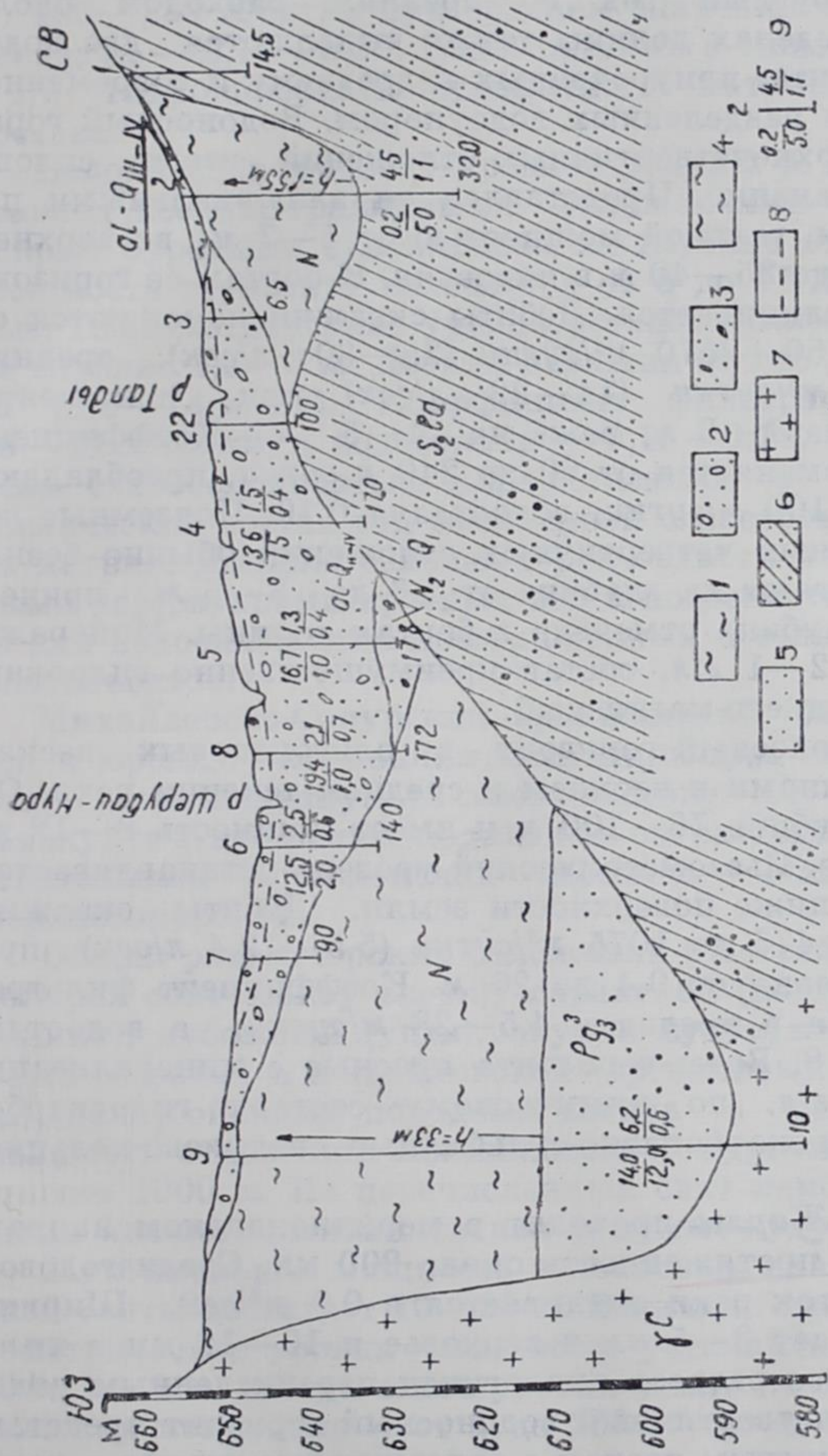


Рис. 8. Гидрогеологический разрез долины р. Шерубай-Нура у свх. «Нурагалдинский». 1 — пески, су-
 пси среди непроницаемых глинистых пород; 2 — песчано-гравийно-галечниковые отложения современной
 долины; 3 — гравий и галька с крупнозернистым и мелкозернистым песком; 4 — глины красноцветные
 плотные жирные; 5 — песок мелкозернистый с включением мелкой гальки; 6 — песчаники, сланцы
 кварцево-слюдистые; 7 — граниты, гранодиориты; 8 — уровень грунтовых вод; 9 — скважина. Цифры:
 слева в числителе — дебит (л/сек), в знаменателе — понижение (м); справа в числителе — глубина до во-
 ды (м), в знаменателе — минерализация (г/л).

Река Талды протекает в меридиональном направлении от гор Кошубай до оз. Карасор. Поверхностный сток в реке сохраняется круглый год со средним расходом около $5 \text{ м}^3/\text{сек}$. В пределах долины также выделяются два водоносных горизонта, приуроченных к древнему и современному аллювию и разделенных водоупором. Водоносный горизонт ниже-верхнечетвертичных отложений имеет сплошное распространение. Представлен он аллювиальными песками, гравием, галькой мощностью от $5—7 \text{ м}$ в верхней части долины до $35—40 \text{ м}$ в низовьях. К бортам ее горизонт несколько выклинивается. Дебиты скважин изменяются от $86—172$ до $2150—2670 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($25—30 \text{ л/сек}$), средние $1200—1890 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($14—22 \text{ л/сек}$) при понижении уровня воды на $1—3 \text{ м}$, реже на $4—5 \text{ м}$. Коэффициент фильтрации изменяется от 60 до 240 м/сутки , преобладают значения $80—100 \text{ м/сутки}$, водоотдача $0,19$. Подземные воды аллювиальных четвертичных отложений обычно безнапорные и залегают на глубине от $1,6$ до $3—5 \text{ м}$, причем наибольшая глубина отмечена в бортах долины. Минерализация воды $0,2—1 \text{ г/л}$, состав преимущественно гидрокарбонатный кальциево-магниевый.

Второй водоносный горизонт в олигоценовых песках вскрыт скважинами в верхнем и среднем течении реки. Он залегает на глубине $76—100 \text{ м}$ и имеет мощность $8—12 \text{ м}$. Воды напорные. Пьезометрический уровень устанавливается на $2,5—5,4 \text{ м}$ ниже поверхности земли. Дебиты скважин колеблются от 475 до $1075 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($5,5—12,4 \text{ л/сек}$) при понижении уровня от $0,4$ до 26 м . Коэффициент фильтрации изменяется в пределах $4,5—28 \text{ м/сутки}$, а водоотдачи — $0,15—0,18$. Воды горизонта пресные с минерализацией от $0,4$ до 1 г/л , по химическому составу гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные натриево-кальциевые.

Долина р. Жарлы проходит в меридиональном направлении и имеет протяженность около 200 км . Среднегодовой многолетний сток реки оценивается в $0,9 \text{ м}^3/\text{сек}$. Ширина долины достигает $3—5 \text{ км}$ в верховье и $10—12 \text{ км}$ в низовье. Характер ее разреза аналогичен перечисленным долинам. Верхний четвертичный водоносный горизонт представлен крупнозернистым песком с содержанием гравия и гальки до 30% . Дебиты скважин варьируют от 430 до $1300 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($5—15 \text{ л/сек}$), средний $600—860 \text{ м}^3/\text{сутки}$

(7—10 л/сек) при понижении уровня от 1 до 10 м. Воды горизонта со свободной поверхностью и залегают на глубине 0,3—4 м. Коэффициент фильтрации колеблется от 17—20 до 100—120 м/сутки при среднем значении 50 м/сутки, водоотдача — 0,15—0,20. Воды пресные с минерализацией до 1 г/л гидрокарбонатно-сульфатного натриево-кальциевого состава.

Водоносный горизонт древней долины р. Жарлы представлен песчано-гравийными отложениями олигоцена и вскрыт буровыми скважинами на глубине от 32 до 100 м. Мощность горизонта колеблется от 5 до 25 м. Воды напорные. Пьезометрические уровни устанавливаются чаще всего на глубине 1,5—3 м. Дебиты скважин от 140 до 1200 м³/сутки (1,6—14 л/сек). Коэффициент фильтрации достигает 30—40 м/сутки, а водоотдачи — 0,15—0,18. Воды пресные, реже слабосоленоватые, минерализация от 0,8 до 1,6 г/л. Химический состав вод смешанный с преобладанием катиона натрия. Долины основных рек области являются огромными резервуарами пресных вод и повсеместно используются для водоснабжения промышленных и сельскохозяйственных объектов.

Михайловско-Сокурский артезианский бассейн приурочен к юрским отложениям, выполняющим глубокую котловину, расположенную к северо-востоку от г. Караганды. Майкудук-Акжарским поднятием он разделен на два самостоятельных артезианских бассейна — Михайловский и Верхнесокурский.

Общий разрез юрских отложений в бассейнах состоит из четырех свит (снизу вверх): саранской (конгломераты, песчаники), дубовской (угли), кумыс-кудукской (песчаники, конгломераты) и михайловской (аргиллиты). Подстилаются они палеозойскими породами девона и карбона. Общая мощность отложений Михайловско-Сокурского бассейна достигает 1000 м. Из перечисленных свит наиболее обводненными являются михайловская и кумыс-кудукская.

Максимальная мощность водоносных пластов михайловской свиты достигает 10—20 м. Величина напора 50 м. Пьезометрические уровни чаще всего устанавливаются на глубине 1—5 м, иногда выше уровня земли на 1—3 м. Дебиты скважин невысокие — от 1 до 258 м³/сутки (0,01—3 л/сек). Воды в большинстве случаев имеют минерализацию 5—10 г/л и пестрый химический состав.

ДЖЕЗКАЗГАНСКАЯ ОБЛАСТЬ

Джезказганская область занимает в основном территорию Центрально-Казахстанского мелкосопочника. В западной и центральной ее частях на отдельных участках развит низкогорный и возвышенный мелкосопочный рельеф (горы Улутау — 1135 м, Ортау — 1050 м и др.).

Территорию области прорезают реки Токрау и Моинты, относящиеся к бассейну оз. Балхаш, и р. Сарысу с ее притоками Атасу, Кенгир и др. Климат резко континентальный. Годовое количество осадков колеблется от 150—200 мм в равнинной части до 250—300 мм на низкогорных участках.

Гидрогеологические условия области освещаются по пяти отличающимся друг от друга районам: Северное Прибалхашье, бассейн р. Сарысу, Улутауское поднятие, Джезказганская впадина и юго-восточная часть Тургайской равнины.

Северное Прибалхашье

Восточная часть территории расположена в пределах Джунгаро-Балхашской геологической провинции и относится к северной части бассейна оз. Балхаш. Рельеф здесь мелкосопочный с засушливым полупустынным климатом. Реки Моинты, Токрау и Жамши приурочены к широким древним долинам.

Гидрогеологическое положение территории обусловлено наличием гидрогеологического массива трещинных вод, образованного водоносными комплексами вулканогенных, вулканогенно-осадочных, интрузивных и в меньшей степени терригенно-осадочных трещиноватых палеозойских пород и бассейнов поровых вод, приуроченных к древним и современным долинам рек.

По строению поверхности и особенностям формирования подземных вод здесь выделяются три гидрогеологических подрайона: средне-низкогорье Балхаш-Иртышского водораздела, мелкосопочник с долинами и слабовсхолмленная Прибалхашская равнина.

Подрайон средне-низкогорного рельефа южного склона Балхаш-Иртышского водораздела представляет собой основную область питания трещинных вод и формирования по-

верхностного стока. Здесь преимущественно развиты трещинные воды интрузивных и вулканогенных комплексов средне-верхнего карбона и перми. Породы интенсивно трещиноваты, особенно гранитоиды. Коэффициент трещинной проницаемости достигает 200—250 *мд* (гранитные массивы Кзыл-Рай, Майтас и др.), что позволяет отнести их к хорошо проницаемым породам. Мощность зоны активной трещинной проницаемости достигает 60—70 м и хорошо фиксируется по выходам родников. Глубина залегания трещинных вод в целом для района составляет до 30 м, а для высоких гор — до 50 м. Наиболее часто встречающиеся дебиты родников и скважин составляют 43—215 *м³/сутки* (0,5—2,5 *л/сек*). Максимальные их значения 860—1290 *м³/сутки* (10—15 *л/сек*). Воды пресные (0,5—1 *г/л*) гидрокарбонатного натриевого и кальциевого состава. Питаются подземные воды за счет инфильтрации атмосферных осадков в хорошо трещиноватые обнаженные толщи на протяжении всего года. Общая величина питания изменяется от 20 *мм* на западе района (7—8% от среднегодового количества осадков), 40—42 *мм* на центральном участке (13—15%) до 10—12 *мм* на востоке (3—5%). Подземные воды широко используются для водоснабжения и обводнения пастбищ.

Подрайон мелкосопочника и долин представляет собой область транзита трещинных вод и интенсивного поглощения стока половодий рек мощными горизонтами песчано-гравийных отложений, выполняющих современные и древние долины. Трещинные воды района приурочены преимущественно к вулканогенно-терригенным, интрузивным, метаморфическим и реже карбонатным комплексам палеозоя. Трещиноватость водоносных пород неравномерная и в целом невысокая. Коэффициент трещинной проницаемости 15—30 *мд* (среднепроницаемые), коэффициент трещинной порозности 0,5—25% и коэффициент фильтрации 0,1—1,5 *м/сутки*. Мощность зоны активной трещиноватости 30—40 м, минимальная (10—15 м) наблюдается в метаморфических сланцах. Подземные воды имеют свободную поверхность, которая в общем виде повторяет рельеф и тесно увязывается с гидрографической сетью и оз. Балхаш. Глубина залегания подземных вод составляет в среднем 15 м.

Производительность водоносных комплексов, за исключением карбонатных пород, невысокая, и дебиты водопунктов колеблются от 8 до 43 *м³/сутки* (0,1—0,5 *л/сек*). Пovy-

шенная водообильность отмечается в терригенно-туфовых комплексах, слагающих мульдообразные структуры «керегетас», где расход скважины достигает 430—860 м³/сутки (5—10 л/сек). Минерализация вод преимущественно 1—3 г/л, тип сульфатный натриевый.

Ограниченные площади на западе района занимают трещинно-карстовые воды известняков ордовика, связанные с антиклинориями Киик и Сарыбулак. Известняки закарстованы и трещиноваты до глубины 150—200 м. Воды вскрываются скважинами на глубине 5—10 м, иногда глубже. Дебиты родников и скважин 256—1720 м³/сутки (3—20 л/сек), минерализация 1—1,5 г/л, состав гидрокарбонатно-сульфатный натриево-кальциевый.

Поровые воды района распространены в песчано-гравийных аллювиально-пролювиальных отложениях долин Токрау, Жамши, Моинты, имеющих мощность от 3—5 до 40—70 м. Коэффициент фильтрации водоносных отложений от 5—7 до 50—70 м/сутки. Воды залегают неглубоко — 3—5 м, дебиты скважин в среднем составляют 256—430 м³/сутки (3—5 л/сек) в долине Моинты и 1720—2560 м³/сутки (20—30 л/сек) в долине Токрау. Минерализация до 1 г/л в русловой части долины и 1—3 г/л у бортов. Состав вод сульфатный натриевый и смешанный по анионам и катионам.

Сток как трещинных, так и поровых вод происходит локальными потоками, которые концентрируются на участках с повышенной проницаемостью в зонах разломов, зонах выветривания, долинах рек, логах и других понижениях. В частности, производительность потоков вулканогенных водоносных комплексов девона составляет 50 м³/сутки (0,6 л/сек) на 1 км фронта потока, а удельная производительность потоков трещинных вод, дренируемых долиной Жамши, равна 350 м³/сутки на 1 км, долиной Токрау — 600—1000 м³/сутки на 1 км. Потоки трещинно-карстовых вод оцениваются в 7000 м³/сутки на 1 км.

Модуль подземного стока трещинных вод в целом по району равен 0,1—0,2 л/сек с 1 км². Наряду с транзитом трещинных вод происходит питание грунтовых вод за счет фильтрации паводковых вод. Величина фильтрационного питания для долины Токрау оценена в 65 млн. м³, Жамши — 56 млн. м³ и Моинты — 6,5 млн. м³ со средней водоносностью рек. Основное питание осуществляется через гравийные русловые отложения. Такое питание предохра-

деляет формирование мощных подрусловых потоков, производительность которых для разных долин колеблется от 100 до 500—700 л/сек. Модуль стока 1,4—1,7 л/сек с 1 км².

Подрайон Прибалхашской слабовсхолмленной равнины, ограниченный на юге оз. Балхаш, является основной областью разгрузки подземных вод района. Подземные воды здесь распространены в слаботрециноватых ($K_T=10$ мд) метаморфических сланцах, песчаниках, алевролитах, а также в песчано-гравийных отложениях низовий крупных долин. Трещинные воды малодебитны — 8—10 м³/сутки (0,09—0,11 л/сек) с повышенной минерализацией (3—5 г/л) сульфатно-натриевого состава.

Гравийно-галечниковые водоносные комплексы обычно связаны с депрессиями низовий долин Токрау и Жамши, где они достигают значительных мощностей (до 70 м) и образуют общий водоносный горизонт палеоген-четвертичного возраста. Подземные воды безнапорные и напорно-безнапорные, залегают на глубине 5—10 м. Дебиты скважин в низовьях Жамши достигают 860 м³/сутки (10 л/сек), в низовьях Токрау — 3500—4300 м³/сутки (40—50 л/сек). Минерализация вод меняется в пределах депрессии: для Нижнетокрауской — от пресных до солоноватых (0,6—3 г/л), для Нижнежамшинской — от солоноватых до соленых (8—10 г/л). Состав воды от гидрокарбонатно-сульфатной до сульфатной и сульфатно-хлоридной. Подземные воды Нижнетокрауской депрессии используются для водоснабжения городов и рабочих поселков.

Разгружаются подземные воды в оз. Балхаш и соровые понижения концентрированными потоками по долинам рек. Общая величина подземного стока в озеро с северного Прибалхашья составляет 3—4 м³/сек. Разгрузка путем испарения и транспирации определяется в 280 млн. м³/год.

Бассейн реки Сарысу

Бассейн р. Сарысу по строению поверхности относится к равнинной части с участками возвышенного мелкосопочника. Гидрографическая сеть представлена р. Сарысу и ее притоками Атасу, Кенгир и др. Гидрогеологическая характеристика бассейна приводится по трем выделенным подрайо-

нам: низкогорье, мелкосопочник и аккумулятивная равнина с речными долинами.

Подрайон низкогорья с участками возвышенного мелкосопочника занимает междуречья Атасу — Шажагай и Коктас — Карасай, в пределах которых абсолютные отметки поверхности изменяются от 750 до 1100 м. Здесь развиты допалеозойский и нижнепалеозойский комплексы метаморфических пород, разновозрастные интрузивные массивы, реже эффузивные образования, содержащие в основном трещинные воды.

Активная зона трещиноватости горных пород до глубины 50—60 м имеет коэффициент трещиноватости 0,01—0,03. Дебиты водопунктов 0,8—86,4 м³/сутки (0,01—1 л/сек) при понижении уровня на 15—20 м. На изолированных участках Актау-Моинтинского антиклинория в карстующихся известняках нерасчлененного кембрия — ордовика и в зоне дробления других литологических разностей производительность скважин при понижении уровня на 5—10 м в среднем составляет 130—172,8 м³/сутки (1,5—2 л/сек), иногда достигает 260—430 м³/сутки (3—5 л/сек).

Глубина залегания вод колеблется от 10—15 до 20—30 м. Тип режима климатический с амплитудой колебания уровня 2—3 м. Воды пресные с минерализацией 0,3—0,5 г/л, реже до 1 г/л при гидрокарбонатном кальциево-натриевом составе. Практически эти воды могут служить как временный источник водоснабжения для сельских потребителей.

Подрайон среднего и низкого мелкосопочника охватывает значительные площади в центральной и юго-восточной частях территории, ограниченные абсолютными отметками 550—750 м. Здесь развиты следующие водоносные комплексы: нижне-среднепалеозойский осадочно-вулканогенный, верхнепалеозойский терригенно-осадочный и верхний девон-нижнекаменноугольный существенно карбонатный. По характеру циркуляции воды в основном трещинные, отчасти трещинно-карстовые. Обводненность всей толщи неравномерная. Характерные дебиты водопунктов 0,8—43,2 м³/сутки (0,01—0,5 л/сек) при понижении уровня на 10—15 м. Воды пресные, реже слабосоленые и слабосоленые с минерализацией от 1—3 до 5—7 г/л. Пресные воды имеют гидрокарбонатный кальциевый либо натриевый состав. По мере нарастания минерализации анионный состав изменяется от

гидрокарбонатно-сульфатного до сульфатно-хлоридного с преобладанием натрия, реже кальция. Трещинные воды могут быть использованы для водоснабжения мелких объектов.

Трещинно-карстовые воды развиты в карбонатных структурах девона — карбона, сложенных известняками, доломитами, реже конгломерат-песчаниками. Глубина залегания вод в этих структурах колеблется от 10—30 до 40—50 м. Превалируют дебиты скважин до 172—432 м³/сутки (2—5 л/сек) при понижении уровня от 2—3 до 5—10 м. Например, в Коктасской структуре, к югу от г. Каражала, дебиты одиночных скважин в известняках достигли 3100 м³/сутки (36 л/сек) при понижении уровня до 5 м. В Северо-Ащилинском водозаборе, в 8 км от г. Каражала, эксплуатационные расходы только двух скважин (№ 229 и 230) составили 6048 м³/сутки (70 л/сек).

Химический состав вод неоднороден, наряду с пресными вскрываются также слабосоленоватые, иногда и слабосоленые воды с минерализацией от 1—3 до 5—7 г/л; состав вод смешанный, зачастую сульфатно-хлоридный натриевый. Воды карбонатных структур используются для централизованного водоснабжения.

Подрайон аккумулятивных равнин и речных долин занимает значительные площади, прилегающие к современным речным долинам. В четвертичном аллювии мощность песчано-гравелистой толщи изменчива; максимума (до 10 м) она достигает в средней части долины р. Сарысу и на участке Тузколь. По остальным долинам (реки Атасу, Коктас, Шажагай) величина этого параметра не превышает 5—6 м.

Грунтовые воды залегают на глубине до 3—5 м. Производительность скважин неодинакова. Например, в долине р. Сарысу более обводнена средняя часть, где достигнутые дебиты в скважинах при понижении уровня на 2—3 м нередко составляют 432—864 м³/сутки (5—10 л/сек). В других речных долинах водоносность обычно значительно ниже при одновременном ухудшении качества грунтовых вод, имеющих минерализацию от 1—3 до 5—7 г/л. Режим грунтовых вод аллювия речной со среднегодовой амплитудой колебания уровней 0,3—0,5 м.

Воды древнего аллювия, спорадически развитые в долинах рек Сарысу, Атасу, Шажагай, залегают на глубине 30—

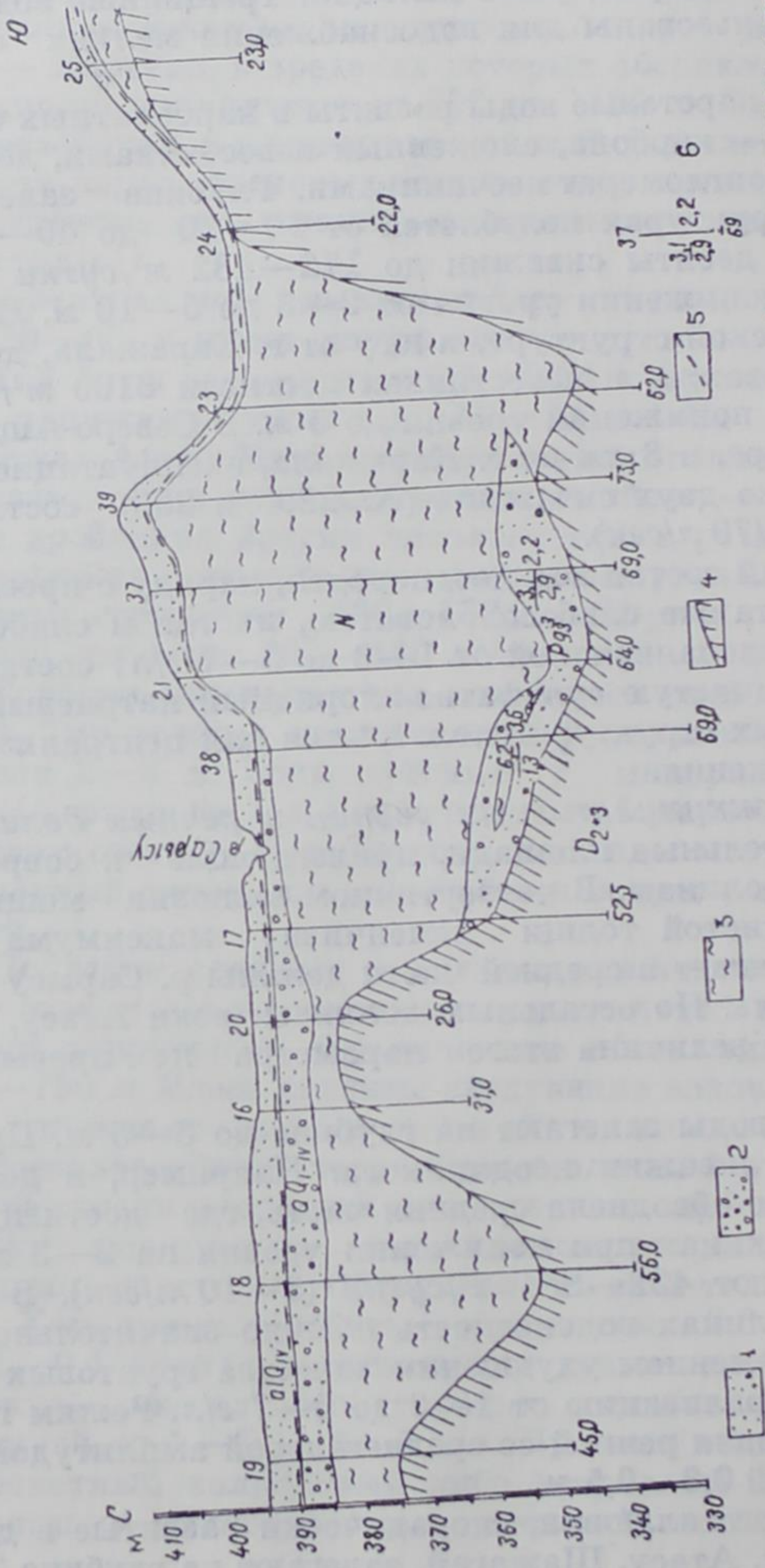


Рис. 9. Гидрогеологический разрез долины р. Сарысу в среднем течении: 1 — современные аллювиально-эоловые пески мелкозернистые, отчасти пылеватые; 2 — современные нижнетвердые и верхне-олигоценые песчано-гравелистые отложения; 3 — неогеновые глины; 4 — кровля палеозойских пород; 5 — установленный уровень подземных вод; 6 — скважина. Цифры: сверху — номер скважины, внизу — глубина выработки (м), справа — минерализация подземных вод (г/л), слева: в числителе — дебит (л/сек), в знаменателе — понижение (м).

50 м под толщей глин неогена (рис. 9). Они обладают напором, пьезоуровни их обычно устанавливаются на глубине 4—5 м, местами (долина р. Акдала) давая самоизлив до 4—10 м над поверхностью земли.

Мощность водоносных песчано-гравелистых отложений изменяется от 7 до 20 м, реже до 25—30 м. Размеры подземных потоков в поперечнике, составляя в среднем 2,5—3 км, в Акдале достигают 10—12 км. Наибольшей водообильностью обладает древний аллювий рек Сарысу и Атасу, где дебиты одиночных скважин достигают 1555—1728 м³/сутки (18—20 л/сек) при понижении уровня от 10 до 20 м, в Акдале — до 432—860 м³/сутки (5—10 л/сек) при понижении до 10 м.

В водоносном горизонте преобладают солоноватые воды с минерализацией от 2 до 3—5 г/л при их хлоридно-сульфатном натриевом составе. Воды древнего аллювия могут использоваться в основном для технического водоснабжения и обводнения пастбищных угодий.

Улутауское поднятие

Низкогорье и возвышенный мелкосопочник водораздельных частей Улутауского поднятия характеризуются расчлененным рельефом с отметками 800—1000 м в центральной части до 400—500 м по периферии. В геологическом строении участвуют преимущественно допалеозойские и палеозойские метаморфические и эффузивно-осадочные породы и интрузивные образования. Широко развиты карбонатно-терригенные отложения карбона, слагающие отдельные структуры.

Водоносные горизонты и комплексы кристаллических пород содержат трещинные воды, приуроченные к верхней выветрелой зоне. Мощность зоны изменяется от 15—20 до 50—70 м. Уровни вод находятся на глубине от 15—20 до 25—30 м. Расходы родников не превышают 86,4 м³/сутки (1 л/сек), за исключением приуроченных к зонам разломов, дебиты которых достигают 432—604 м³/сутки (5—7 л/сек). Производительность скважин составляет 172—432 м³/сутки (2—5 л/сек) в осадочных отложениях карбона при понижении уровня воды на 15—20 м. Водоотдача пород изменяется от 0,001 до 0,01 при их водопроницаемости от 20 до

150 м²/сутки. Коэффициент уровнепроводности $2 \cdot 10^3 - 7 \cdot 10^2$ м/сутки. Амплитуда колебания уровня от 2 до 4 м.

На формирование подземных вод низкогорья большое влияние оказывают приподнятость территории и величина зимне-весенних осадков. Средний модуль подземного стока составляет 0,2 л/сек с 1 км², а на участках низкогорья его величина возрастает до 2,4 л/сек с 1 км². Здесь развиты пресные гидрокарбонатные кальциевые воды с минерализацией до 0,5 г/л. Ближе к участкам затрудненного водообмена минерализация повышается до 1—1,5 г/л и состав становится сульфатно-хлоридным натриево-кальциевым, на отдельных участках минерализация повышается до 3—5 г/л и выше, а состав изменяется на хлоридный натриевый. Воды широко используются для водоснабжения сельских населенных пунктов.

К закарстованным известнякам, доломитам и мергелям приурочены трещинно-карстовые воды, распространенные в антиклинальных складках и наложенных мульдах. Закарстованность и кавернозность известняков распространяются до 200 м, а в разрывных нарушениях еще глубже. Глубина залегания уровня вод меняется от 5 до 50 м, в среднем — до 15—30 м. Амплитуда колебания уровня — от 0,5 до 2 м. Производительность скважин составляет 2160—4320 м³/сутки (25—50 л/сек), достигая иногда 8640—10 368 м³/сутки (100—120 л/сек) при понижении до 2—3 м. Эксплуатационные дебиты скважин на водозаборах равны 12 960—17 280 м³/сутки (150—200 л/сек). Коэффициент фильтрации колеблется от 7 до 15 м/сутки, а для наиболее водообильных участков составляет 20—35 м/сутки. Водоотдача пород в среднем равна 0,03—0,05, а в зонах разломов — 0,06—0,08. Водопроницаемость составляет 500—2000 м²/сутки, а в зонах тектонических нарушений ее величина достигает 5—8 тыс. м²/сутки. Коэффициент уровнепроводности варьирует от $8 \cdot 10^3$ до $30 \cdot 10^3$ м²/сутки.

Эти воды в основном пресные и имеют сульфатный, сульфатно-хлоридный натриево-кальциевый состав. Реже встречаются слабосоленоватые воды с минерализацией до 1,5—2 г/л хлоридно-сульфатного натриево-кальциевого и сульфатно-хлоридного натриево-кальциевого состава. Воды этого комплекса представляют большой практический интерес для централизованного водоснабжения городов, промыш-

ленных предприятий и сельскохозяйственных объектов.

В аллювиальных отложениях речных долин, в частности в долине р. Каракенгир, развиты поровые воды. Здесь мощность аллювия достигает 2—20 м при мощности обводненной зоны 3—5 м. Глубина залегания вод не превышает 3—5 м. Среднегодовая амплитуда уровня их в аллювии колеблется от 0,6—0,7 до 1,3—1,5 м.

Производительность водопунктов не более 0,8—43,2 м³/сутки (0,01—0,5 л/сек). Откачками из буровых скважин, заложенных в аллювии, получены расходы до 259—345 м³/сутки (3—4 л/сек) при понижении уровня воды на 1—5 м. Коэффициент фильтрации равен 10—100 м/сутки. По минерализации и химическому составу воды аллювия неоднородны. В верхнем и среднем течении они гидрокарбонатно-сульфатные с содержанием солей до 1 г/л. Ниже вскрываются также слабосоленоватые воды сульфатно-хлоридного типа. Воды аллювиальных отложений используются для водоснабжения сельских населенных пунктов и водопоя скота.

Джезказганская впадина

Этот район представляет собой волнистую равнину, слабонаклоненную с севера на юг, сложенную рыхлыми отложениями кайнозоя и пенепленизированными верхнепалеозойскими толщами. Отметки поверхности составляют 400 м на севере и 250—300 м в южной части.

Гидрогеологические условия района определяются особенностями геологического строения. Водосодержащими породами являются песчаники, эффузивы и их туфы, алевролиты, мергели карбона и перми, конгломераты, пески и песчано-галечниковые отложения мела и палеогена, а также четвертичные аллювиальные и эоловые образования. Глубина залегания трещинных вод не превышает 15 м, а на некоторых участках достигает 20—30 м. Коэффициент фильтрации аргиллитов равен 0,02 м/сутки, лишь в зонах разрывных нарушений он достигает 3—4 м/сутки. Водоотдача этих пород колеблется в пределах 0,001—0,003, возрастая в зонах тектонических нарушений до 0,01—0,02. Расход скважин колеблется от 0,8 до 200—260 м³/сутки (2,3—3 л/сек) при понижении в десятки метров. Воды в основном

с минерализацией до 3 г/л, иногда до 10 г/л при сульфатно-хлоридном натриево-кальциевом составе.

В эоловых песках, аллювиальных песчанистых, песчано-галечниковых и гравийно-галечниковых отложениях четвертичного возраста распространены поровые воды, которые на отдельных участках палеоген-неогеновых песчано-глинистых образований получили спорадическое развитие. Глубина залегания этих вод обычно не превышает 3—5 м и лишь в песчано-глинистых отложениях она возрастает до 15 м. Расходы скважин колеблются от 0,25 до 172 м³/сутки (0,003—2 л/сек) при понижении на 0,5—3 м.

Воды преимущественно слабосоленоватые с общей минерализацией до 3 г/л. В засоленных палеоген-неогеновых отложениях минерализация достигает 5—6 г/л. По составу воды чаще всего сульфатно-хлоридные и хлоридные натриево-кальциевые.

Мощность водоносных эоловых песков и аллювиальных отложений северо-западной глинистой части Бетпак-Далы колеблется в пределах 8—15 м при глубине залегания подземных вод 2—5 м. Средняя производительность скважин в эоловых песках равна 0,8—215 м³/сутки (0,01—2,5 л/сек) при понижении на 0,5—2 м. Коэффициент фильтрации 5—15 м/сутки. Воды эоловых образований пресные, с сухим остатком менее 1 г/л, гидрокарбонатного натриево-кальциевого состава. Подземные воды имеют пеструю минерализацию. Наряду с пресными обнаруживаются солоноватые и соленые воды. Химический состав сульфатно-хлоридный и хлоридный смешанный по катионам.

Подземные воды верхнемеловых песчано-глинистых образований с прослоями и линзами алевритов, аргиллитов и гравийно-галечниковых отложений имеют глубину залегания до 30 м. На севере подземные воды безнапорные и слабонапорные, к югу напоры увеличиваются и наблюдается самоизлив. При неглубоком залегании напор равен 3—6 м. Фильтрационные свойства пород различны. Коэффициент фильтрации в крупнообломочных отложениях варьирует от 5 до 15 м/сутки. Расходы скважин колеблются от 0,16 до 172 м³/сутки (0,002—2 л/сек) при понижении на 2—7 м. Подземные воды меловых отложений слабосоленоватые и солоноватые, тип сульфатно-хлоридный.

Юго-восточная часть Тургайской столово-останцовой равнины

Эта территория представляет собой слабонаклонную равнину с абсолютными отметками 300—140 м. На фоне равнины выделяются столово-останцовые поднятия с чинковыми обрывами, соровые понижения и сухие русла временных водотоков. Наиболее крупные из них реки Байконур и Калмаккырган. Поверхность равнины сложена мезозой-кайнозойскими породами, гидрогеологические условия которых изучены недостаточно.

В отложениях мелового, неогенового и четвертичного возрастов преобладают разномерные пески с гравием, а палеогенового — глины. С песчаными прослоями всех отложений связаны подземные воды, которые в силу аридности климата территории, ограниченного площадного распространения, а следовательно, слабого водообмена отличаются низкими водоотдающими свойствами.

Грунтовые воды меловых отложений вскрыты на глубине до 30 м, а неоген-нижнечетвертичных — до 10 м. Дебиты водопунктов изменяются в пределах 0,3—25 м³/сутки (0,003—0,3 л/сек) при понижении уровня воды на 1—3 м. Минерализация воды колеблется от 3 до 10 г/л, а в палеогеновых породах достигает 120 г/л. По химическому составу они сульфатно-хлоридные и хлоридные натриевые.

Несколько лучшие гидрогеологические показатели имеют подземные воды четвертичных аллювиальных отложений. Глубина их залегания 3—8 м. Грунтовые воды эоловых песков, вскрытые колодцами на глубине 1—4 м, имеют минерализацию до 3 г/л и используются для водопоя овец. Дебиты выработок колеблются от 8 до 25 м³/сутки (0,1—0,3 л/сек). Формируются грунтовые воды юго-восточной части Тургайской равнины путем просачивания атмосферных осадков на участках обнажения песчаных пород, за счет паводковых вод и подземного стока с вышележащих районов. Разгружаются они путем испарения, транспирации и стока в пониженные участки. Ввиду низкого качества использование подземных вод ограничено. Напорные воды на описываемой территории связаны с песками и рыхлыми песчаниками мелового и палеоцен-эоценового возраста Тургайского артезианского бассейна. Полная характеристика артезианского бассейна дана в разделе «Кзыл-Ординская область».

ТАЛДЫ-КУРГАНСКАЯ ОБЛАСТЬ

Талды-Курганская область расположена на юго-востоке Казахстана. На севере ее граница проходит по Центрально-Казахстанскому мелкосопочнику, на востоке — по озерам Алаколь и Сасыкколь, на юге — по р. Или и на западе — по пескам Сары-Ишик-Отрау. Здесь установлены три крупные впадины (Южно-Прибалхашская, Алакольская и Илийская), разделенные Джунгарским Алатау. Климат резко континентальный: во впадинах засушливый с количеством атмосферных осадков до 200—400 мм в год, а в горах влажный — 500—1000 мм.

Гидрогеологические условия территории рассматриваются по укрупненным геоморфологическим районам: горным сооружениям, предгорным равнинам северного склона Джунгарского Алатау, южного склона Джунгарского Алатау, бугристо-грядовой равнине восточной части Южного Прибалхашья и др.

Горные сооружения

Джунгарский Алатау, протягивающийся с запада на восток более чем на 450 км и с севера на юг на 250 км, представляет собой систему широтно ориентированных хребтов: Центрального, Южного и ряда мелких. Они разделены небольшими внутренними межгорными впадинами: Капал-Арасанской, Покатиловской, Колпаковской, Айдаусайской, Аманбукторской, Лепсинской и другими на севере, Талды-Курганской, Кугалинской и Коскудукской на юго-западе, Борохудзирской, Басчий-Конуруленской на юге.

Особенностью Джунгарского Алатау является наличие платообразных пенепленизированных поверхностей водоразделов, ступенчато возвышающихся друг над другом. Каждая широтно ориентированная горная цепь выше цепи, расположенной севернее, а в любой цепи восточные массивы выше западных. Причем северные склоны их круче, а южные положе и вытянутее.

Для южной части хр. Джунгарский Алатау характерно наличие передовых гряд, круто поднимающихся над Илийской депрессией. К ним относятся горы Калкан, Катутау, Дувантау и Долантау, которые имеют короткие пологие се-

верные склоны и крутые глубоко изрезанные узкими ущельями южные. В Джунгарском Алатау выделяются три ясно выраженные высотные зоны: низкогорье (от 700 до 1600 абс. м), среднегорье (от 1600 до 3100 абс. м) и высокогорье (от 3100 до 4500 абс. м).

Долины рек в горах разнообразны, часто они антецедентно пересекают горные хребты и имеют форму каньонообразных ущелий. В межгорных впадинах форма долин корытообразная, местами с четырьмя-пятью террасами. Климат резко континентальный. Атмосферных осадков в предгорьях выпадает 450—520 мм в год, в горах — до 1000 мм. Склоны с южной экспозицией и замкнутые котловины, межгорные депрессии и высокогорные плато получают осадков значительно меньше, чем хорошо расчлененные северные склоны. В предгорных регионах наблюдается глубокий минимум осадков летом и максимум весной и осенью. В горах наибольшее их количество выпадает в апреле — мае, наименьшее — в январе — феврале. Осадки теплого периода года в низких частях склонов составляют 60—66% годового количества, оно возрастает до 77% на высоте 2500 м и вновь снижается на большей высоте до 60—68%. Характерны ливни до 100 мм в сутки.

По особенностям геологического строения Джунгарский Алатау относится к области интенсивного проявления складчатых и разрывных нарушений. Основными структурными элементами являются Центрально- и Южно-Джунгарские антиклинории и Текелийский, Сарыозекский синклинории. В геологическом строении их принимают участие палеозойские вулканогенные комплексы, которые смяты в системы слоистых складок, расчленены сбросами и раздроблены многочисленными трещинами различного генезиса. Во многих местах эти породы прорваны интрузиями. Палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения выполняют межгорные впадины. Совокупность вышеуказанных геологических и климатических условий создают предпосылки для формирования и распространения трещинных и трещинно-жильных вод в толщах палеозоя, поровых в мезозой-кайнозойских осадках. Мощность наиболее обводненной трещинной зоны 100—150 м, глубина залегания подземных вод до 5 м в тальвегах долин и до 100 м на склонах и водоразделах. Основное питание трещинные воды получают весной при таянии снега и во время осенне-летних дождей.

Установлено, что водообильность палеозойских пород закономерно возрастает от подножия гор к его вершинам и с востока на запад — от более высоких горных массивов к их низкогорным отрогам. Соответственно модуль подземного стока в реки увеличивается с высотой водосборной площади от 0,1 до 5 л/сек с 1 км² (рис. 10). Однако места-

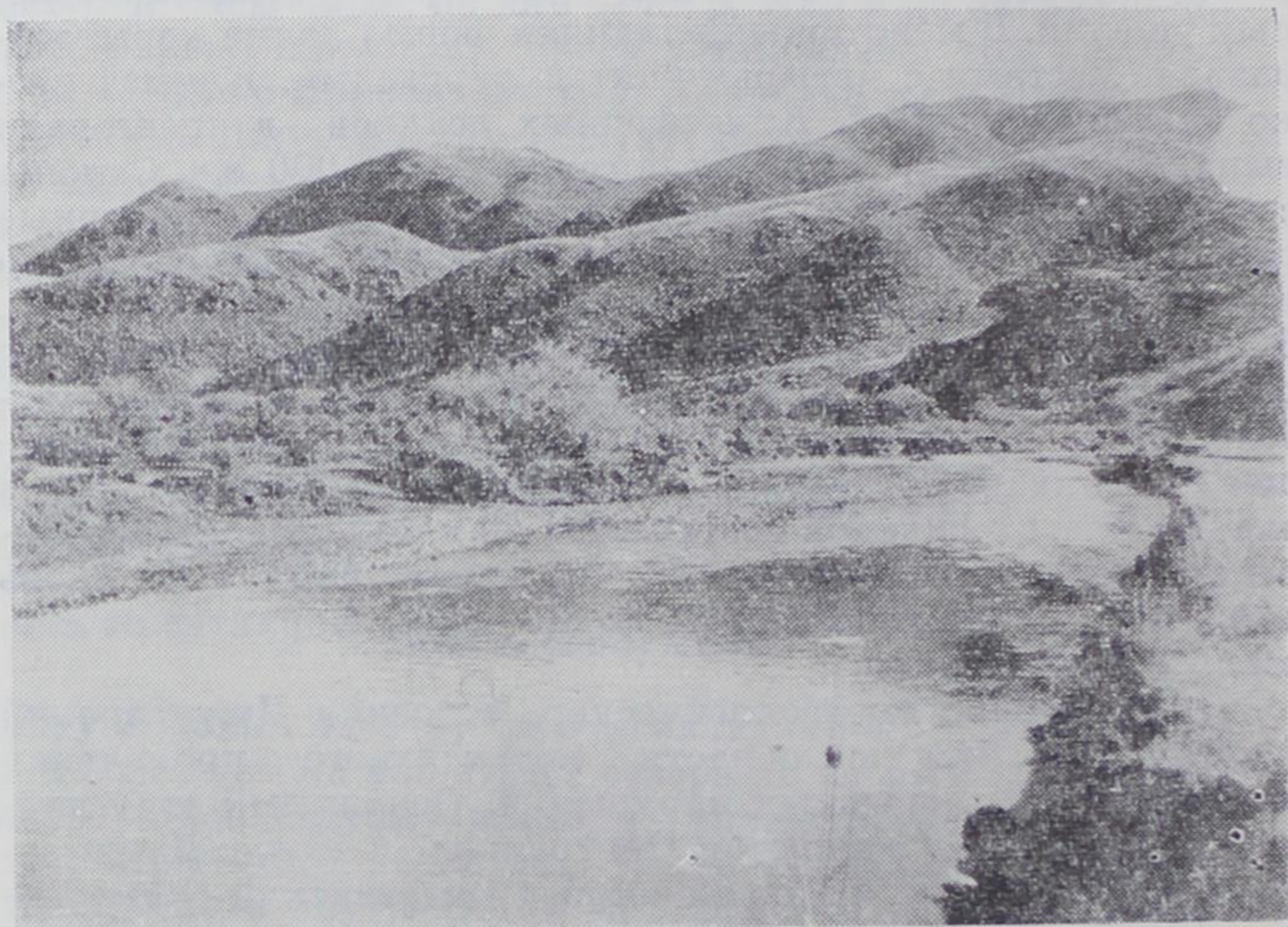


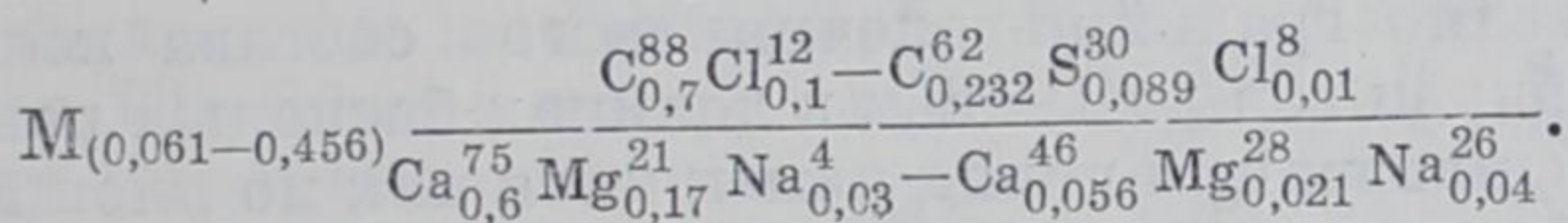
Рис. 10. Река Биже.

ми наблюдаются некоторые отклонения. Так, в бассейне р. Коктал при средневзвешенной высоте водосбора 1360 м модуль подземного стока в реку составил 6,4 л/сек с 1 км², а в бассейне р. Чижа — 7,1 л/сек с 1 км² при средневзвешенной высоте водосборной площади 2000 м. Подобные аномально высокие значения подземного стока в реки, по-видимому, объясняют дренирование реками сильно обводненных зон тектонических нарушений. Дебиты родников, вскрывающих трещинные воды, изменяются от 8,6 до 430 м³/сутки (0,1—5 л/сек), а в зонах нарушений достигают 860—2500 м³/сутки (10—15 л/сек). В карбонатных породах,

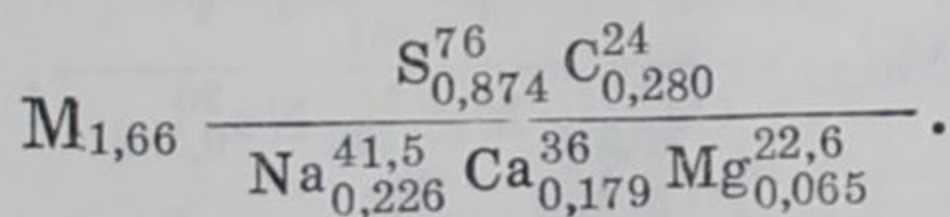
развитых в верховьях долин рек Биже, Кугалы и на хр. Алтын-Эмель, скважины показывают расходы $340 \text{ м}^3/\text{сутки}$ (до 4 л/сек) при понижении уровня воды до 15 м , а рудничный водоотлив на руднике Текели достигает $17\,200 \text{ м}^3/\text{сутки}$ (200 л/сек), по данным Р. А. Лахтук.

Режим подземных вод тесно связан с климатическими факторами. Поздней весной и летом в результате интенсивного таяния снега дебиты родников увеличиваются и достигают своей максимальной величины, а затем они уменьшаются и минимальные значения устанавливаются поздней зимой и весной.

По химическому составу трещинные воды гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией до $0,5 \text{ г/л}$:



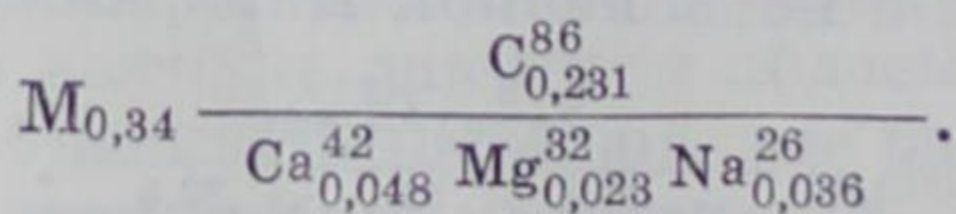
Район низкогорий (горы Архарлы, Ушколь, Кыскач, Урта-Керегетас, Малай-Сары, Чулак, Катутау) характеризуется засушливым климатом (атмосферные осадки не превышают $150-200 \text{ мм/год}$) и распространением трещинных подземных вод, связанных с эффузивно-осадочными и интрузивными породами. Глубина залегания их достигает 50 м . Местами воды имеют местный напор $5-10 \text{ м}$. Расходы скважин $1,73-173 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($0,02-2 \text{ л/сек}$), а в зонах разломов до $2074 \text{ м}^3/\text{сутки}$ (24 л/сек) при понижении уровня воды до 10 м . Дебиты родников обычно $0,86-86,4 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($0,01-1 \text{ л/сек}$), но в зонах разломов они составляют $864-1036 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($10-12 \text{ л/сек}$). Минерализация воды преимущественно до 1 г/л , реже 3 г/л . По составу встречаются гидрокарбонатно-сульфатные натриевые, гидрокарбонатно-хлоридные и сульфатно-хлоридные кальциевые и натриевые. По данным Р. А. Лахтук (1973 г.), среди пресных гидрокарбонатных кальциевых трещинных вод резко выделяются геохимические аномалии, связанные с рудопроявлениями. Здесь появляются кислые сульфатные и сульфатно-гидрокарбонатные воды с повышенной минерализацией:



Межгорные впадины (их насчитывается около 40), расположенные среди горных хребтов Джунгарии, характери-

зуются большим разнообразием форм, размеров, высотного положения, геологического строения, условиями подземного стока. Они, как правило, граничат с горным обрамлением по разломам. Мощность отложений, выполняющих впадины, колеблется от десятков до нескольких сот метров (в Талды-Курганской впадине достигает 250 м). Кровля палеозойских пород находится на высотах (в абс. отм.) от +1200 до —400 м. Однако геологическое строение их различное. Так, Талды-Курганская впадина выполнена неоген-четвертичными, Коскудукская и часть Басчий-Конуруленской — мел-четвертичными отложениями, а более мелкие — Покатиловская, Колпаковская и др. — только четвертичными. Глубина залегания грунтовых вод в четвертичных отложениях преимущественно гравийно-галечникового состава колеблется от 80 м вблизи гор до 1—2 м в долинах базисных рек. Коэффициент фильтрации пород изменяется как по площади, так и по глубине их распространения от 5 до 90 м/сутки. Так, в районе г. Талды-Кургана верхняя часть песчано-галечниковых отложений на глубине 60 м имеет средний коэффициент фильтрации 70—90 м/сутки, а нижняя ввиду наличия глинистого заполнителя — до 20 м/сутки (на глубине 90 м).

Часто коэффициенты фильтрации составляют 5—25 м/сутки в песчаных отложениях и 50—70 м/сутки в валунно-галечниках. Направление движения подземных вод, как правило, совпадает с уклоном поверхности и осуществляется от бортов к центрам впадин, в долинах рек — вдоль их течения. В долинах рек подземные воды тесно гидравлически связаны с поверхностными водами. Питаются они речными водами, атмосферными осадками и в меньшей мере притоком со стороны гор. Водообильность пород высокая, удельные дебиты скважин не ниже 86—173 м³/сутки (1—2 л/сек). Дебиты родников 173—259 м³/сутки (2—3 л/сек). Воды преимущественно пресные гидрокарбонатные кальциевые и кальциево-натриевые, иногда магниевые:



Режим неустойчивый. Колебания уровня подземных вод тесно связаны с изменениями расходов воды в реках и зави-

сят от атмосферных осадков, достигая 1—3 м за год. Максимальные расходы родников наблюдаются весной, минимальные — в январе, феврале.

Предгорные наклонные равнины северного склона Джунгарского Алатау

Эти равнины охватывают предгорные шлейфы, где развиты грунтовые и напорные воды. Здесь выделяются конусы выноса крупных и мелких рек и временных водотоков, сложенные гравийно-галечниками с включением валунов в долинах крупных рек, щебня и дресвы с глинистым заполнителем в долинах временных потоков.

В предгорном шлейфе подземные воды установлены на глубине 70—80 м в верхней части конуса выноса, а в нижней они выходят на поверхность в виде родников и речек типа «карасу». Коэффициент фильтрации пород составляет 30—70 м/сутки. На площади предгорного шлейфа происходит интенсивное поглощение поверхностных вод, особенно по конусам выноса рек, инфильтрация воды с полей орошения и из ирригационных каналов. Предгорный шлейф является основной областью питания подземных вод Южного Прибалхашья. Общее количество подземных вод, поступающих в Алакольскую впадину с предгорного шлейфа, составляет 17,8 м³/сек, а в Южно-Прибалхашскую — 27 м³/сек.

Уровни подземных вод подвержены значительным колебаниям — до 6—8 м. Наивысшее положение они занимают в августе — сентябре, а самое низкое — в апреле. Кривая изменения уровней повторяет гидрографы рек с опозданием на два-три месяца.

Производительность скважин достигает 1720 м³/сутки (20 л/сек) при понижении уровня воды на 2 м и даже 3600 м³/сутки (42 л/сек) при понижении на 4 м. Грунтовые воды в основном хорошего качества, пресные, гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией от 0,2 до 0,5 г/л. Средний химический состав подземных вод по родникам, выклинивающимся у периферии предгорного шлейфа, следующий:

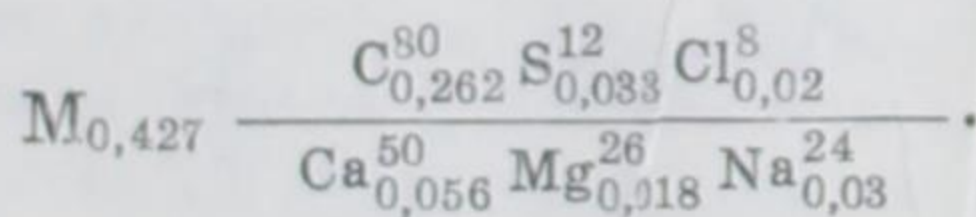




Рис. 11. Скважина в пос. Саратовка, вскрывающая подземные воды аллювиально-пролювиальных
нижнечетвертичных отложений. Расход 20 л/сек. Фото Г. Г. Ошлакова.

Напорные воды на равнине Южно-Прибалхашской впадины приурочены к аллювиально-пролювиальным нижне- и среднечетвертичным галечниковым отложениям мощностью от 30 до 150 м, залегающим среди супеси и суглинков. В этих отложениях вскрыто до четырех напорных водоносных горизонтов, пьезометрический уровень которых располагается на 1—15 м выше или 5—10 м ниже поверхности земли. Расходы скважин при самоизливе достигают 3500—4300 м³/сутки (20—50 л/сек) (рис. 11), а при понижении уровня воды на 20—35 м выработки дают 30—120 л/сек. Однако наиболее часто встречаются скважины с дебитами 55—100 л/сек. Большая водообильность указанных отложений наблюдается в конусах выноса р. Лепсы. Воды пресные, гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией 0,2—0,5 г/л.

В Алакольской впадине напорные воды залегают на глубине 100—150 м и приурочены к галечниковым прослоям мощностью 15—20 м. К центру впадины кровля водоносного горизонта опускается до 180—540 м. Расходы скважин изменяются от 130 до 4320 м³/сутки (1,5—48 л/сек). Воды пресные, гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией до 0,5 г/л.

Предгорные наклонные равнины южного склона Джунгарского Алатау

Указанные равнины занимают обширные пространства на юге Джунгарского Алатау. Они сложены аллювиально-пролювиальными отложениями, мощность которых достигает 300 м. Глубина залегания подземных вод 50—100 м по бортам и не превышает 3—5 м в речных долинах. Основное питание грунтовые воды получают от инфильтрации атмосферных осадков (особенно в период весеннего снеготаяния) и фильтрации речных вод, которые имеют важное значение в питании подземных вод на конусах выноса. Воды преимущественно пресные гидрокарбонатные кальциевые и лишь на участках неглубокого залегания в зонах рассеивания подземного стока их минерализация повышается до 3—5 г/л, а состав меняется на сульфатный натриевый. Типовой химический состав грунтовых вод аллювиально-пролювиальных отложений отражен в видоизмененной формуле Курлова:

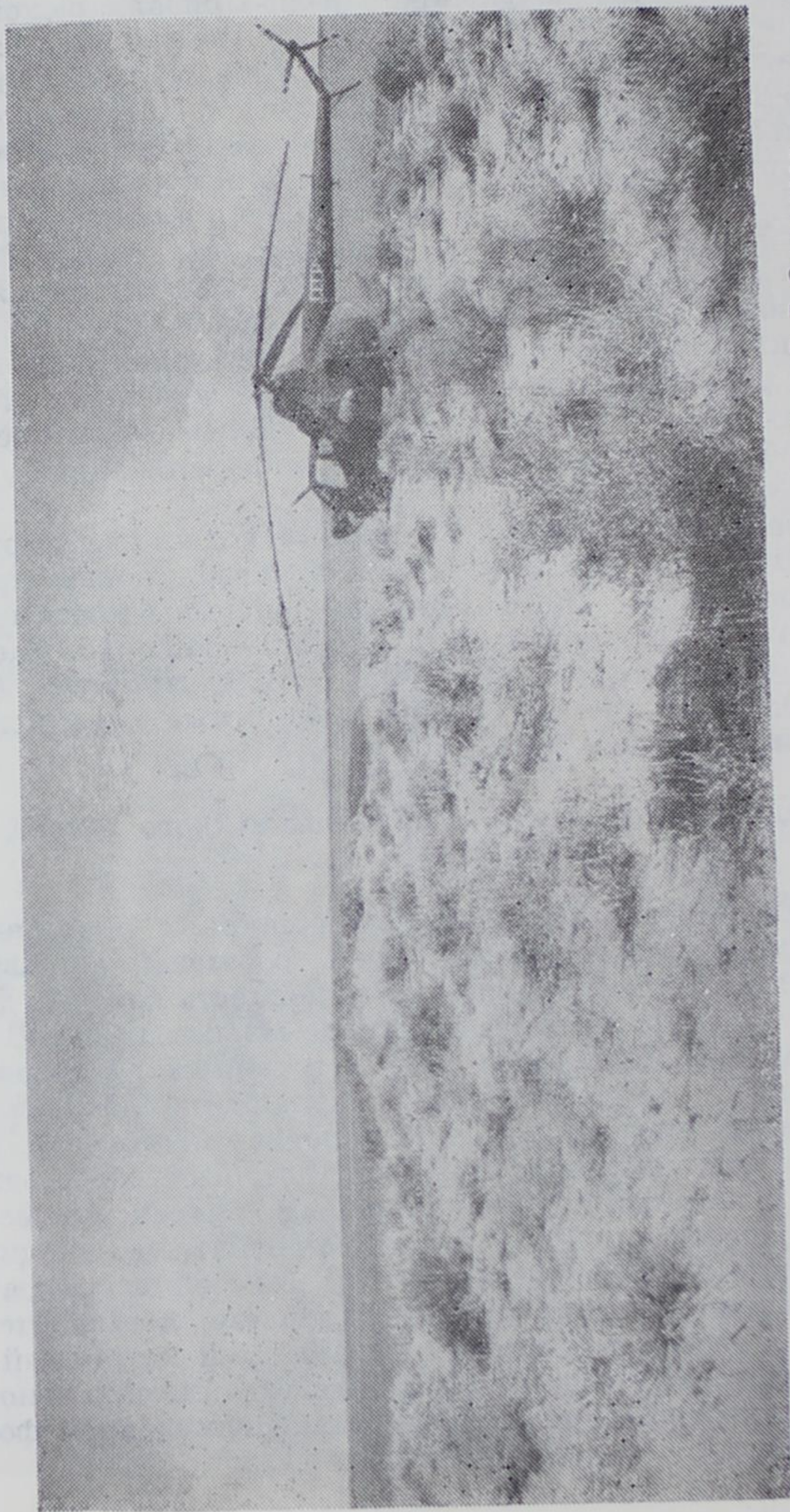
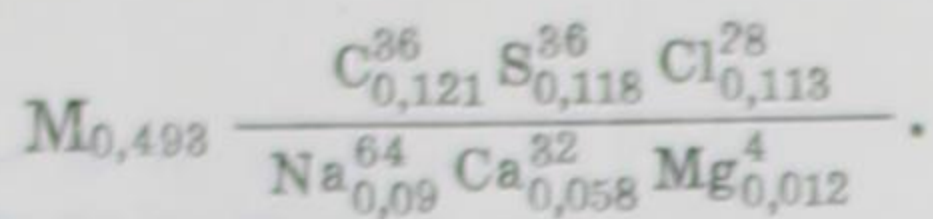
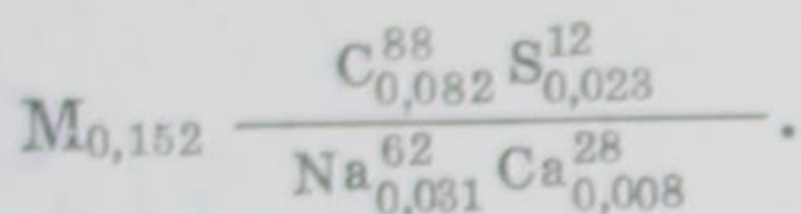


Рис. 12. Бугристо-грядовые пески на южном берегу оз. Балхаш. Фото Г. Г. Ошлакова.



Дебиты выработок различны; преобладают 432—864 м³/сутки (5—10 л/сек) при понижении на 2—5 м.

Напорные воды распространены повсеместно. Наиболее водообильны отложения верхнего плиоцена, характеризующиеся грубообломочным составом. Так, в предгорьях Джунгарского Алатау, у его южных склонов, известны источники с дебитами до 2160 м³/сутки (25 л/сек). Воды пресные с минерализацией менее 1 г/л, гидрокарбонатные кальциевые и натриевые:



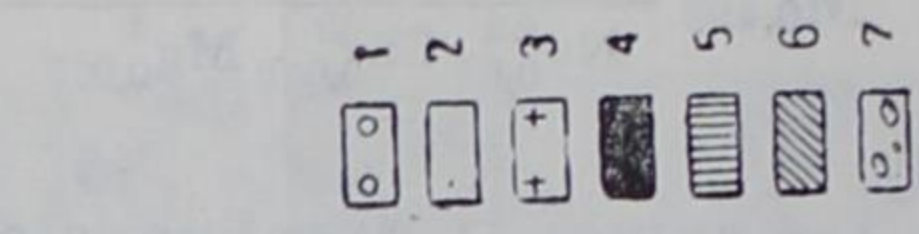
Значительной водообильностью характеризуются отложения верхнего мела — эоцена в Джаркентском бассейне. Дебиты скважин здесь достигают 6480 м³/сутки (75 л/сек) на самоизливе (скв. у Борохудзирской переправы).

Бугристо-грядовые равнины восточной части Южного Прибалхашья

Эти равнины охватывают восточные части песков Жуанкум и Сары-Ишик-Отрау, пески Люккум, Аралкум и Каракум, расположенные восточнее р. Каратал. Указанные песчаные массивы имеют грядовый и бугристо-грядовый эоловый рельеф (рис. 12).

Грунтовые воды приурочены к озерным и озерно-аллювиальным мелкозернистым пескам с прослоями ленточных глин и суглинков, перевеянных в верхней части эоловыми процессами. Мощность озерных отложений на востоке составляет 40—50 м, уменьшаясь к оз. Балхаш до 30 м. В песках Сары-Ишик-Отрау она находится в пределах 10—150 м, постепенно уменьшаясь до 30 м в песках Аралкум.

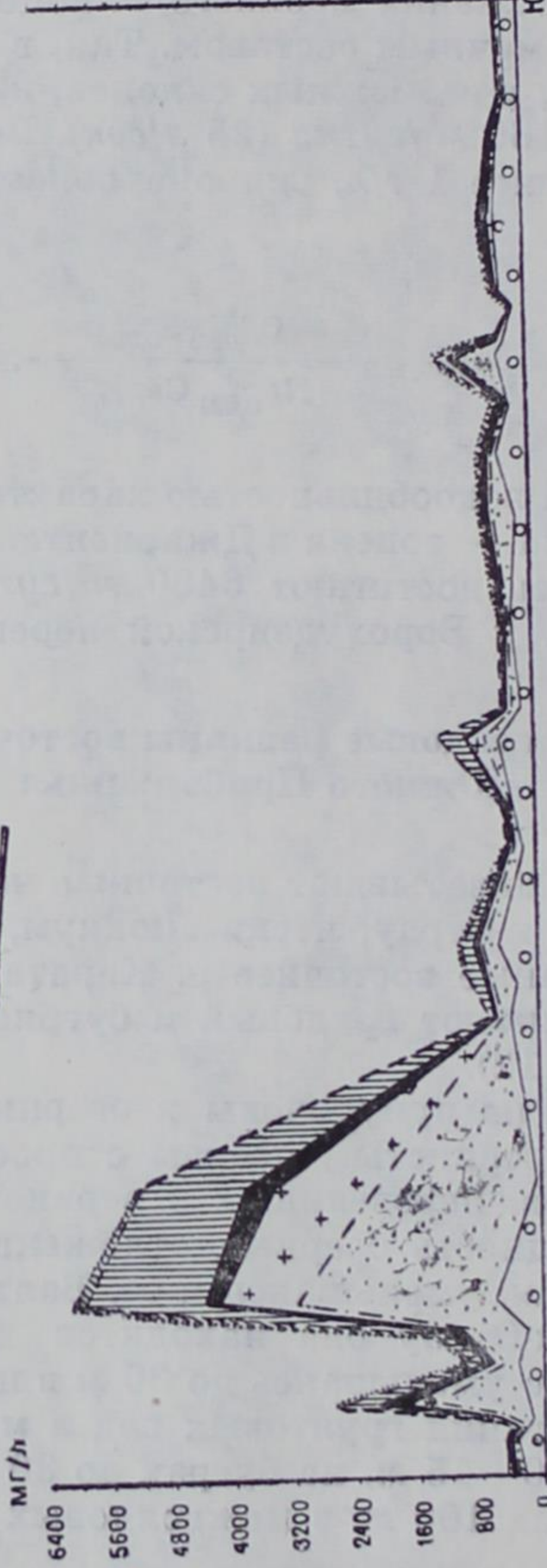
Глубина залегания грунтовых вод в межгрядовых понижениях песков 10—15 м, на буграх до 30 м, а в песках Жуанкум и на буграх 100 м, в межгрядовых понижениях 30—



Содержание компонентов, мг/л

6400
5600
4800
4000
3200
2400
1600
800
0

2 0 2 4 6 8 10 км



мг/л

6400
5600
4800
4000
3200
2400
1600
800
0

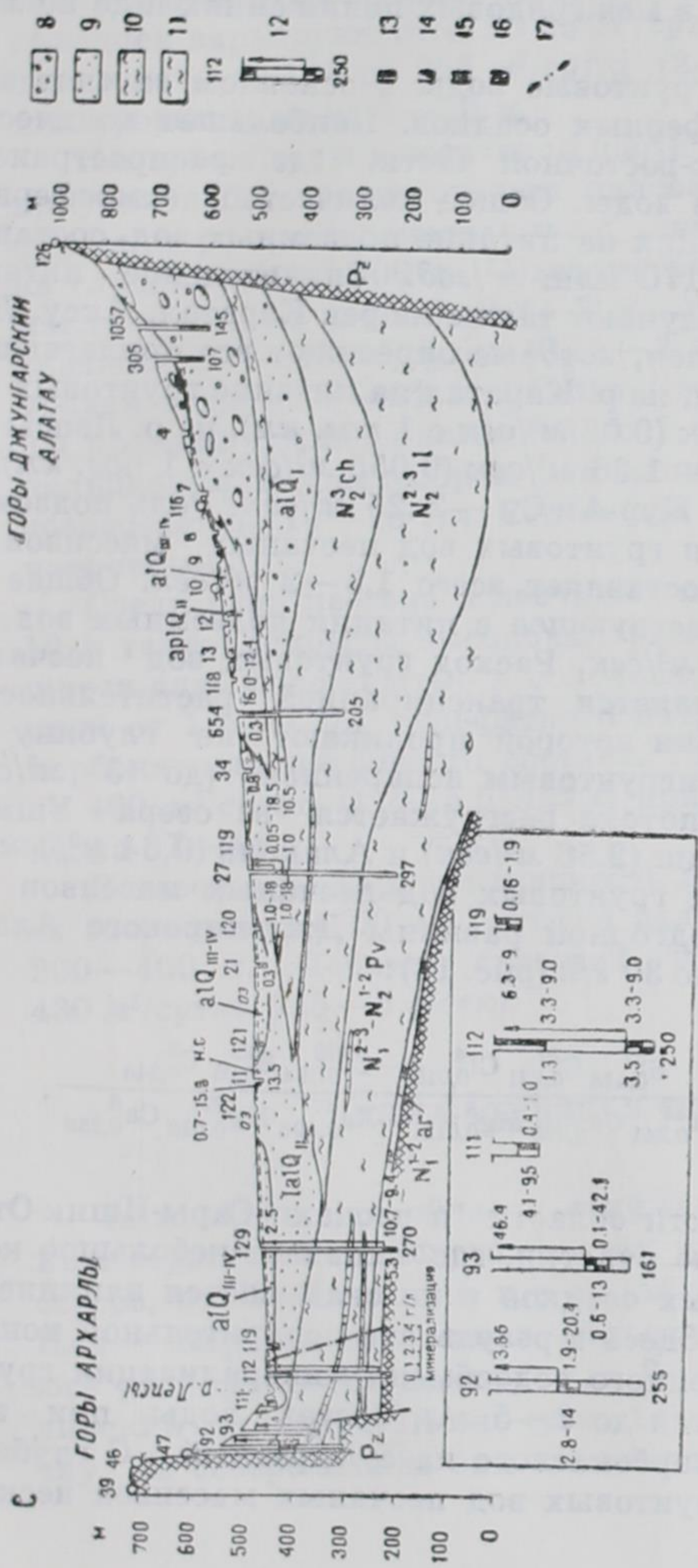


Рис. 13. Гидрохимический профиль восточной части Южно-Прибалхашского артезианского бассейна от гор Джунгарский Алатау до гор Архарлы. Содержание ионов (мг/л): 1 — HCO₃, 2 — SO₄, 3 — Cl, 4 — Са, 5 — Na, 6 — Mg. Литология: 7 — валунно-галечники с песчаным заполнителем; 8 — гравийно-галечники с песчаным заполнителем; 9 — пески; 10 — супеси; 11 — глины; 12 — скважина. Цифры: вверху — номер, внизу — глубина (м), слева — минерализация (г/л), через дефис — понижение (м). Стрелка указывает на появление и восстановление воды. Цифра у стрелки — глубина установившегося уровня (м). Химический состав воды в скважинах: 13 — гидрокарбонатный; 14 — сульфатный; 15 — хлоридный; 16 — смешанный; 17 — график изменения минерализации с глубиной.

80 м. У оз. Балхаш глубина залегания грунтовых вод уменьшается до 5—10 м в межрядовых понижениях и до 20 м на буграх.

Формируются грунтовые воды в основном за счет зимне-весенних атмосферных осадков. Наибольшее количество их отмечено в юго-восточной части, где распространены пресные грунтовые воды. Общее количество атмосферных осадков, поступающих на питание подземных вод, составляет 5,5 м³/сек, или 170 млн. м³/год. Значительное питание грунтовые воды получают также из рек Каратал, Аксу, Лепсы (в низовье) и Биен, которые опресняют все прилегающие к долине зоны. Так, из р. Каратал на питание грунтовых вод теряется до 5 м³/сек (0,03 м³/сек с 1 пог. км), из р. Лепсы ниже пос. Саргорин — 1,36 м³/сек (0,055 м³/сек с 1 пог. км), из р. Аксу ниже пос. Кур-Ак-Су — 2,25 м³/сек. Роль подземного стока в питании грунтовых вод песчаных массивов незначительна. Он составляет всего 1,5—2 м³/сек. Общее количество воды, участвующее в питании подземных вод, определяется в 16,1 м³/сек. Расход грунтовых вод песчаных массивов осуществляется транспирацией растительностью (до 9,7 м³/сек), корни которой проникают на глубину до 10—15 м, и внутригрунтовым испарением (до 3 м³/сек). Часть грунтового потока разгружается в озера Ушколь (0,19 м³/сек), Балхаш (2,56 м³/сек) и Алаколь (0,64 м³/сек).

Минерализация грунтовых вод песчаных массивов увеличивается от предгорной равнины Джунгарского Алатау к оз. Балхаш от 1 до 30 г/л (рис. 13):

$$M_{(0,9-12,9)} \frac{S_{0,413}^{67} C_{0,221}^{29} Cl_{0,018}^4 - Cl_{5,194}^{68} S_{3,03}^{29} C_{0,348}^3}{Na_{0,241}^{82} Ca_{0,025}^{10} Mg_{0,012}^8 - Na_{3,496}^{67} Mg_{0,618}^{27} Ca_{0,258}^6}.$$

В западной части области в песках Сары-Ишик-Отрау имеются отдельные участки, где выпадает небольшое количество атмосферных осадков и не сказывается влияние поверхностных вод. Здесь в результате испарительной концентрации и затрудненного водообмена минерализация грунтовых вод повышается до 3—5 г/л. Состав воды при этом меняется с гидрокарбонатного на сульфатный. С глубиной минерализация грунтовых вод песчаных массивов несколько уменьшается.

В аллювиальных отложениях рек Каратал, Аксу и Лепсы минерализация подземных вод колеблется от 0,3 до 0,95 г/л при гидрокарбонатном кальциевом составе. Дебиты колодцев варьируют от 8 до 43 м³/сутки (0,1—0,5 л/сек), а скважин — от 186 до 256 м³/сутки (2—3 л/сек) при понижении уровня воды на 5—20 м.

Напорные воды в восточной части Южного Прибалхашья приурочены к трещиноватым палеозойским породам (порфирам, порфиритам, песчаникам, алевролитам) и залегают на глубине 250—800 м. Пьезометрические уровни устанавливаются на глубине 0,3—5 м, реже 2—6 м. Дебиты скважин 10—260 м³/сутки (0,15—3 л/сек) при понижении уровня воды на 7—45 м. Вблизи Джунгарского Алатау воды пресные с минерализацией до 1 г/л, гидрокарбонатные кальциевые, а в некотором удалении от гор сумма солей возрастает до 10—15 г/л. Состав вод становится хлоридным натриевым.

Среди глин неогена в песчаных линзах мощностью 5—10 м также вскрыты высоконапорные, иногда самоизливающиеся слабосоленоватые и солоноватые воды с минерализацией от 1 до 5 г/л сульфатного натриевого, иногда гидрокарбонатного натриевого состава. Расходы скважин от 100 до 460 м³/сутки (1,2—5,5 л/сек) при понижении уровня воды на 37—44 м.

В низовье р. Каратал мощность водосодержащих прослоев возрастает до 50 м. Глубина залегания напорных вод 200—400 м. Дебиты скважин изменяются от 43 до 430 м³/сутки (0,5—5 л/сек).

АЛМА-АТИНСКАЯ ОБЛАСТЬ

Алма-Атинская область занимает территорию от снежных вершин Заилийского Алатау на юге до оз. Балхаш на севере, от Чу-Илийских гор на западе до водораздела рек Или — Каратал на востоке. Рельеф очень разнообразен. На юге располагаются высокие (до 3—5 тыс. м) хребты Заилийский Алатау, Кетмень (рис. 14), Терскей- и Кунгей-Алатау. На северо-западе они сменяются невысокими Чу-Илий-

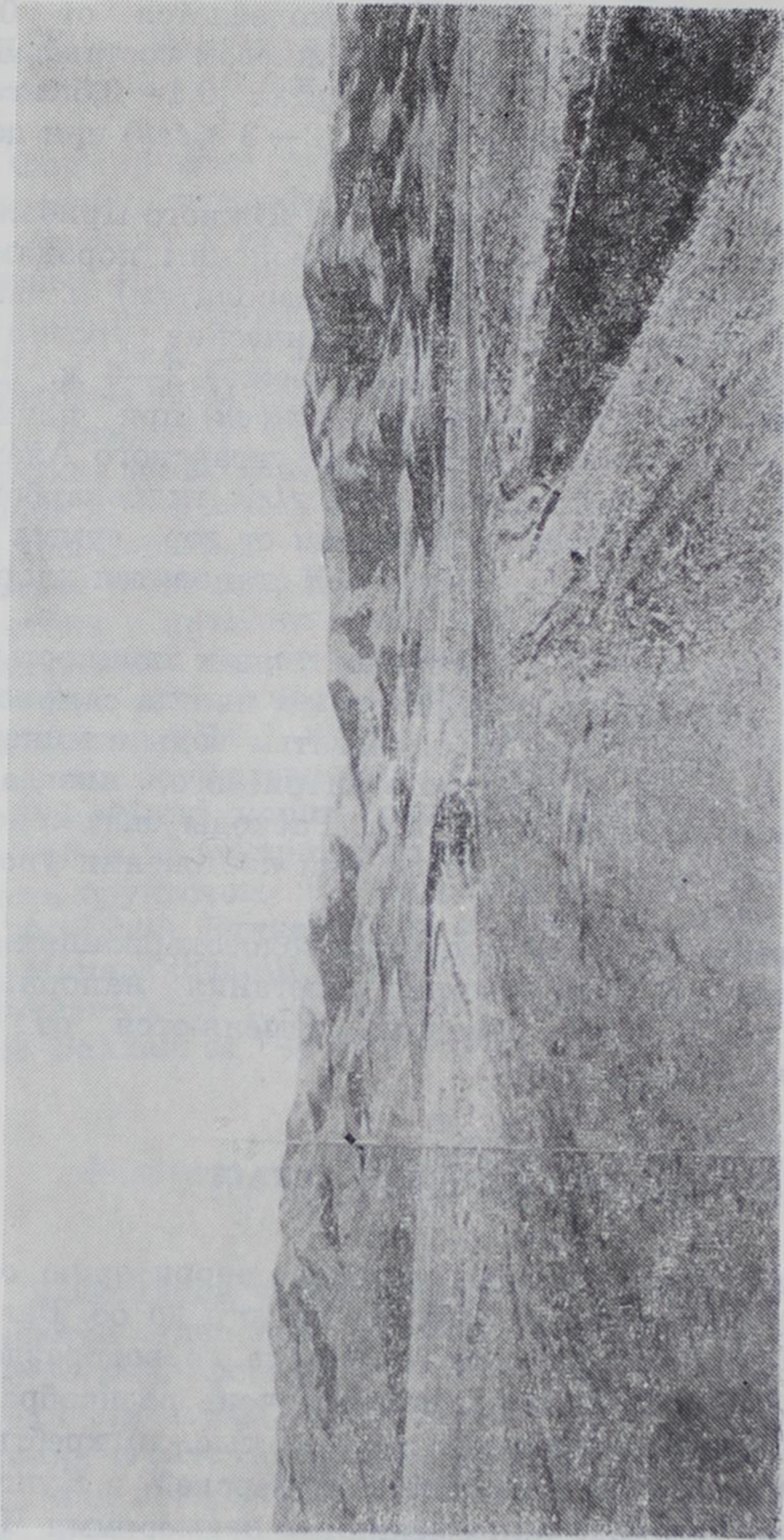


Рис. 14. Северный склон хр. Кетмень. Фото В. Ф. Шлыгиной.

скими горами с отметками 600—1000 м. В горах размещены впадины, наибольшая из которых Копа-Илийская. Она занимает площадь более 27 тыс. км² и протягивается с запада на восток на 700 км и с юга на север на 60—150 км. Северную часть области занимает обширная Южно-Прибалхашская впадина (абс. отм. 400—600 м), занятая песчаными пустынями.

Климат области резко континентальный. Атмосферные осадки достигают 1200 мм в год в высокогорных районах, 200—400 мм в предгорьях и 100—150 мм в пустынях.

Поверхностные воды представлены р. Или (среднегодовой расход 470 м³/сек по ст. Капчагай) и ее притоками. Максимальные расходы реки наблюдаются в июне — августе, но в связи с постройкой Капчагайской ГЭС в настоящее время расход ее зарегулирован. В долине р. Или между зеркалом грунтовых вод и уровнем воды в реке устанавливаются различные взаимоотношения. На участке от ущелья Капчагай до пос. Баканас, по данным гидроизогипс, река с левого борта получает питание за счет грунтовых вод, а с правого — теряет свой сток на фильтрацию. Ниже пос. Баканас она в течение всего года теряет свои воды на пополнение грунтовых вод.

Гидрогеологические условия области очень разнообразны. Они рассматриваются по крупным геолого-геоморфологическим и структурным подразделениям: горные районы, плато Карой, межгорные впадины, предгорная равнина северо-восточного склона Чу-Илийских гор, бугристо-грядовая равнина Южного Прибалхашья.

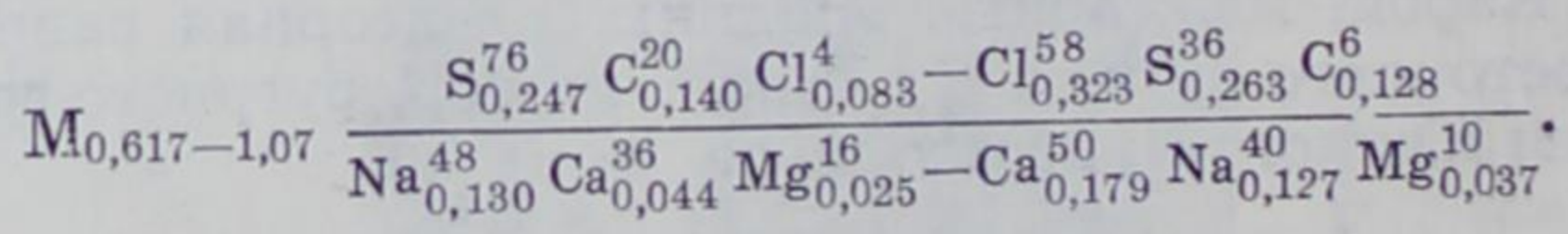
Горные районы

В юго-восточной части Алма-Атинской области расположены высокогорные хребты: Заилийский Алатау, Кунгей- и Терскей-Алатау и Кетмень, ориентированные почти широтно и разделенные межгорными впадинами. Характерны крутые склоны, глубокая и интенсивная расчлененность речными долинами. Талгарский горный узел в центре Заилийского Алатау поднимается на высоту 5017 м. Природные условия весьма благоприятны для формирования обильных подземных вод. Выделяются четыре водоносных комплекса: рыхлые грубообломочные кайнозойские отложения; вулканиты верхнего палеозоя; вулканиты, песчаники, конгломе-

раты и гранитоиды среднего палеозоя; дислоцированные, иногда метаморфизованные терригенные, вулканогенные, карбонатные породы допалеозоя и нижнего палеозоя. Преимущественно распространены трещинные грунтовые воды в зоне выветривания, высокой водообильностью характеризуются зоны тектонических нарушений.

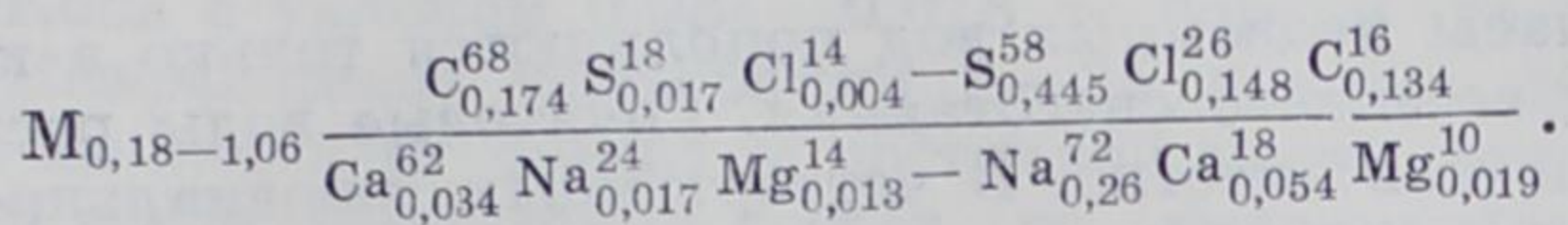
В долинах рек в рыхлых грубообломочных кайнозойских отложениях депрессий грунтовые воды залегают на глубине от 0,5 до 26 м. Воды пресные (0,2—0,5 г/л), гидрокарбонатные кальциевые. Производительность водопунктов 172,8—1296 м³/сутки (2—15 л/сек). В основаниях горных склонов и многочисленных мелких межгорных депрессиях водоносны обычно маломощные (2—5 м) дресвяно-щебенистые линзы, производительность водопунктов менее 86 м³/сутки (1 л/сек). В моренах высокогорий имеются термокарстовые полости с большими запасами ультрапресных талых вод, местами образующих родники с расходами в несколько сот литров в секунду.

В отложениях неогена глинисто-мергелистые разности пород безводны. В конгломератах и песчаниках подземные воды распространены спорадически. Водообильность различная. Воды пресные и слабосоленоватые (0,2—3 г/л), гидрокарбонатные кальциевые и сульфатные натриевые:



Дебиты источников 17—43 м³/сутки (0,2—0,5 л/сек). Водообильность трещиноватых палеозойских пород меняется с высотой и экспозицией склонов. На склонах северной экспозиции, получающих до 1000 мм в год атмосферных осадков, модуль подземного стока в реки (л/сек с 1 км²) изменяется: на северном склоне Заилийского Алатау — от 1 до 17, на южном — от 1 до 5, на северном склоне Кунгей-Алатау — от 3 до 10, в Кетмене и на северном склоне Терской-Алатау — от 3 до 7. Проявляется высотная гидрохимическая зональность: на высоте более 3000 м распространены воды с минерализацией 0,1—0,15 г/л, от 2000 до 3000 м — 0,15—0,3 г/л и ниже 2000 м — с минерализацией 0,3—0,5 г/л, а

иногда и более 1 г/л. Типовой химический состав трещинных вод палеозойских пород следующий:



В горных районах Алма-Атинской области распространены минеральные лечебные воды. Среди них известны курамские хлоридно-сульфатные натриево-кальциевые воды, радоновые талгарские сульфатно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые воды, кремнистые алма-атинские гидрокарбонатно-сульфатные натриево-магниевые воды, кремнистые горельниковские гидрокарбонатно-сульфатные натриевые воды, сульфатные натриево-кальциевые воды тургенские, жамантинские, хлоридно-сульфатные натриевые чульадырские воды и др.*

Наибольшей устойчивостью дебитов и температуры характеризуются трещинные воды глубокой циркуляции, особенно воды зон тектонических разломов. Коэффициенты постоянства дебитов и температуры достигают высоких значений ($K_Q = 0,9$; $K_t = 0,85 - 0,96^{**}$). В режиме трещинных грунтовых вод, приуроченных к зоне выветривания и к рыхлообломочным отложениям склонов и террас, отмечается резко выраженный летний максимум, связанный с поступлением в зону аэрации в этот период до 70% осадков и ледниковых вод. Сезонный характер питания определяет непостоянство режима в годовом разрезе. Коэффициент постоянства дебита изменяется в пределах 0,1—0,28, а температура — 0,1—0,9.

Плато Карой

Плато Карой расположено между Чу-Илийскими горами и западными отрогами Джунгарского Алатау. Это пенепленизированная равнина, в центре которой обнажаются палеозойские породы. Мощность перекрывающих мезозой-кайнозойских отложений, представленных красными гипсоносными глинами, конгломератами, песчаниками, увели-

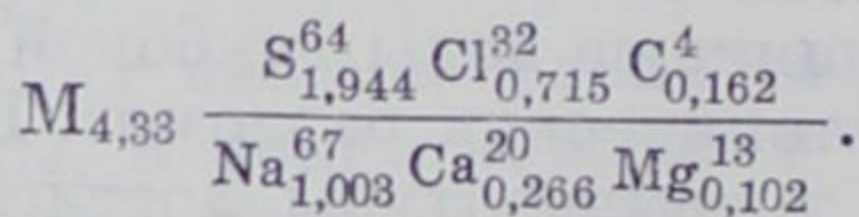
* Описаны подробно в книге Ж. С. Сыдыкова, М. С. Кана, Н. М. Бондаренко, Г. Р. Алещенко «Лечебные минеральные воды Казахстана».

** По данным Алма-Атинской гидрогеологической станции (А. Г. Голубь, С. С. Каратлеуова).

чивается от центра плато к его окраинам от 20 до 60 м и более.

Запасы подземных вод пополняются только в короткий период весеннего снеготаяния. Грунтовые воды распространены не повсеместно. В четвертичных элювиально-делювиальных песчано-суглинистых отложениях в Сорбулакской депрессии они вскрыты скважинами на глубине от 2 до 30 м. Минерализация их пестрая. Преобладают сульфатные натриевые (1—3 г/л) воды. На участках неглубокого (менее 3 м) залегания грунтовых вод их минерализация повышается до 68 г/л. Расходы водопунктов от 8 до 26 м³/сутки (0,1—0,3 л/сек).

В неогеновых и меловых отложениях грунтовые воды встречаются в логах на глубине 5—10 м. Минерализация вод различна — от 0,7 до 6 г/л; преобладают сульфатно-хлоридные натриевые воды с сухим остатком 3—5 г/л:



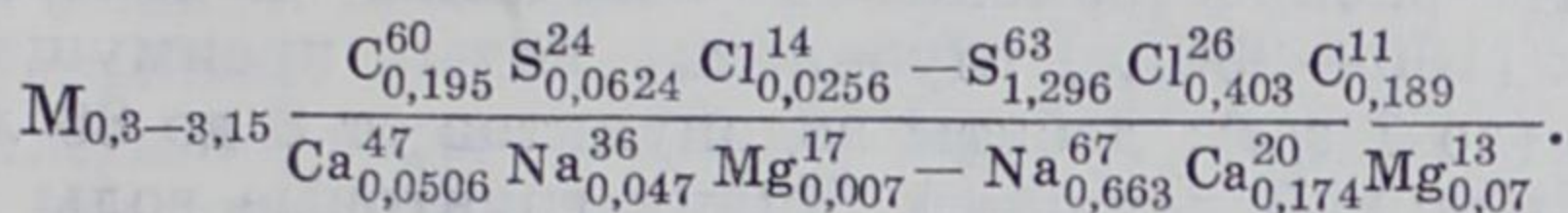
Трещинные воды в эффузивно-осадочных отложениях палеозоя вскрыты скважинами в логу Чушкалы и на южной окраине плато, а также выходят на поверхность в виде источников в долине р. Или и у оз. Сорбулак. Воды пресные и слабосоленоватые сульфатные натриевые и гидрокарбонатно-сульфатные натриевые. Содержат (мг/л): F—3, SiO₂—8, B—1 и имеют слабощелочную реакцию, рН—8,15. Дебиты до 8 м³/сутки (0,1 л/сек).

Межгорные впадины

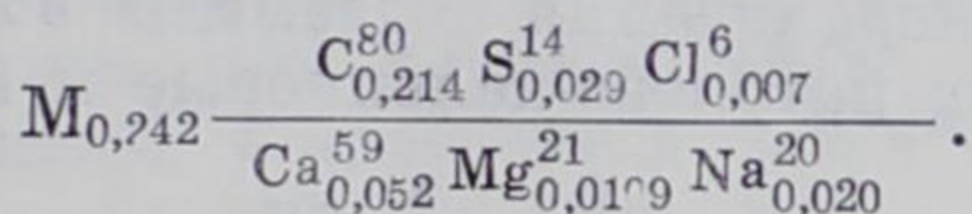
Межгорные впадины разнообразны по размерам, гипсометрическому положению, геологическому строению и гидрогеологическим условиям.

Грунтовые воды приурочены к четвертичным аллювиальным, аллювиально-пролювиальным и делювиально-пролювиальным отложениям и лишь по бортам впадин — к более древним. В Копа-Илийской межгорной впадине выделяются три бассейна грунтовых вод: Копинский, Алма-Атинский и Джаркентский. В Копинском мощность горизонтов 5—80 м с максимумом в центре впадины. Глубина залегания подземных вод уменьшается от бортов к долине р. Копа

от 70 до 5 м, а западнее железнодорожной станции Отар они выклиниваются на поверхность. Питание осуществляется фильтрационными водами из рек и инфильтрацией атмосферных осадков. Движение радиальное от бортов к долине р. Копа с уклоном 0,034—0,018 по бортам до 0,001 в центре. Коэффициент фильтрации 2—35 м/сутки. Минерализация меняется от бортов к восточной части долины от 0,2 до 10 г/л, а химический состав от гидрокарбонатных кальциевых до сульфатно-хлоридных и хлоридных натриевых вод:



В Алма-Атинском бассейне мощность водоносных горизонтов в отложениях конусов выноса достигает 400 м, на равнине не превышает нескольких метров. Глубина залегания уменьшается от бортов к периферии конусов выноса от 200 до 1 м, на равнине, в долинах рек, не превышает 3 м, а на междуречьях — 20—30 м. Движение происходит от бортов к долине р. Или при уклонах 0,03—0,008 на конусах выноса и 0,003—0,0001 вблизи долины р. Или. Коэффициент фильтрации 20—40 м/сутки; минерализация 0,2—0,5 г/л, на участках неглубокого залегания повышается до 83 г/л. Типичный состав пресных грунтовых вод следующий:



С 1970 г. началось формирование новой уровенной поверхности грунтовых вод под влиянием Капчагайского водохранилища.

В Джаркентском бассейне грунтовые воды распространены на предгорной равнине у южных склонов Джунгарского Алатау, южнее Чунджа-Дубунской зоны разлома и в дельте р. Чарын. Мощность горизонтов 5—20 м; глубина залегания 1—10 м; минерализация 0,2—1 г/л, в дельте Чарына до 10 г/л; дебиты водопунктов 86—432 м³/сутки (1—5 л/сек):

$$M_{1,73-10,08} \frac{Cl_{0,446}^{46} S_{0,525}^{40} C_{0,225}^{14} - Cl_{2,198}^{38} S_{2,556}^{33} C_{2,720}^{28}}{Na_{0,297}^{47} Ca_{0,179}^{33} Mg_{0,0642}^{20} - Na_{3,696}^{98} Mg_{0,017}^1 Ca_{0,075}^1}.$$

В Восточно-Талгарской впадине у южного и западного бортов грунтовые воды вскрыты на глубине 60—80 м. Мощность горизонтов более 40 м; минерализация 0,3 г/л; дебиты от 432 до 864 м³/сутки (5—10 л/сек) при понижении на 1—3 м.

В Согатинской и Джаланашской впадинах водоносные горизонты распространены спорадически и залегают на больших (100—250 м) глубинах; воды преимущественно пресные (до 1 г/л); дебиты водопунктов от 8 до 86 м³/сутки (0,1—1 л/сек). В долине р. Чилик грунтовые воды в аллювиальных отложениях залегают на глубине до 5 м.

В Текесском бассейне грунтовые водоносные горизонты залегают на конусах выноса на глубине 16—24 м в валуно-галечниках; мощность превышает 80 м. Минерализация 0,13—0,16 г/л:

$$M_{0,16} \frac{C_{0,122}^{84}}{Ca_{0,036}^{76} Mg_{0,005}^{24}}.$$

Удельные дебиты скважин изменяются от 0,25 до 17 л/сек.

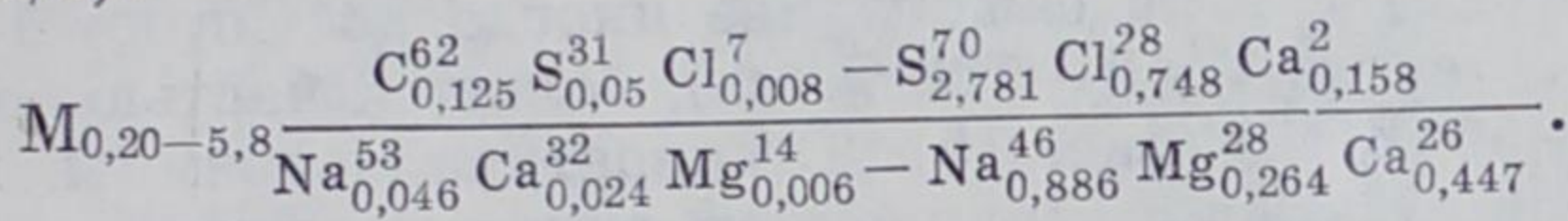
В Кегено-Каркаринской впадине глубина залегания грунтовых вод в долинах рек Кегень и Каркара меняется от 0,6 до 10 м в зависимости от высоты террас, а мощность — от 2 до 20 м; минерализация подземных вод 0,44 г/л; воды гидрокарбонатные натриево-кальциевые и натриевые:

$$M_{0,44} \frac{C_{323,3}^{84} S_{64,2}^{12} Cl_{62,4}^4}{Na_{0,065}^{40} Ca_{0,056}^{36} Mg_{0,033}^{24}}.$$

Напорные воды известны во всех отложениях мезозой-кайнозойского чехла и в палеозойском фундаменте впадин. Наиболее водообильны четвертичные, верхнеплиоценовые, верхнемеловые и юрские отложения. В Копа-Илийском бассейне общая мощность обводненной толщи четвертичных отложений, содержащей напорные воды, достигает 400—500 м. Глубина подземных вод меняется от 30—50 до 300—400 м. Напоры в водоносных горизонтах тем больше, чем глубже залегает водоносный горизонт. Воды пресные (0,2—

0,5 г/л) гидрокарбонатные кальциевые. Дебиты водопунктов от 1728 до 6900 м³/сутки (20—80 л/сек) на самоизливе. В Восточно-Талгарской впадине скважины на самоизливе дают от 432 до 2160 м³/сутки (5—25 л/сек) пресной гидрокарбонатной кальциевой воды.

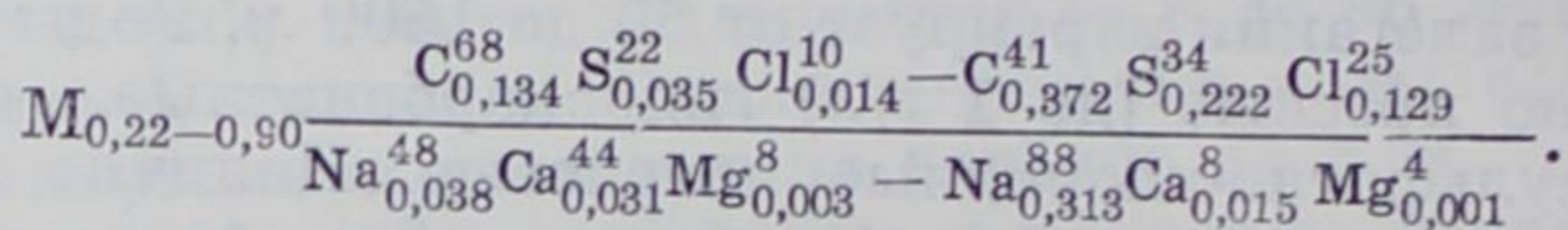
Напорные воды верхнеплиоценовых и нижнечетвертичных отложений вследствие их фациальной изменчивости разнообразны. У подножий гор в более грубообломочных отложениях (конгломератах, песчаниках, галечниках) водообильность больше. К центрам бассейнов они сменяются менее водообильными мелкозернистыми озерными осадками. Глубина залегания варьирует от 50 до 1500 м. Воды преимущественно пресные (до 1 г/л) гидрокарбонатные, сульфатные и сульфатно-хлоридные натриевые. Наличие легкорастворимых солей способствует образованию солоноватых вод (до 5,8 г/л):



Водообильность пород различна. Большие дебиты от 2590 до 3450 м³/сутки (30—40 л/сек) на самоизливе получены из скважин на предгорной равнине Кетменя в Коба-Илийском бассейне (урочище Кара-Дала). Эти воды широко используются для орошения. В Кегено-Каркаринской впадине, в районе пос. Кегень, на самоизливе получено 1468 м³/сутки (17 л/сек) пресной (0,65 г/л) воды. Слабо обводнены породы на предгорной равнине гор Чулак, в междуречье Таргап — Каскелен, в Текесской, Согатинской и Джаланашской впадинах.

Напорные воды в отложениях палеогена и нижнего неогена, представленных в основном озерными сильно засоленными и загипсованными глинами с прослоями грубообломочных и песчаниковых отложений, обычно имеют повышенную (20—54 г/л) минерализацию и только по бортам бассейнов встречаются солоноватые (6—8 г/л) воды. Характерно содержание в них (мг/л): йода — 2—6, брома — 15—60, фтора — 1,8—3, кремниевой кислоты — 2—13 и борной кислоты — 6—8. Дебиты скважин различны: от незначительных (17,2—34,5 м³/сутки, или 0,2—0,4 л/сек) при понижении на 130—150 м до 86—518 м³/сутки (1—6 л/сек) на самоизливе.

Напорные воды в отложениях верхнего мела широко известны в восточной части Копы-Илийского бассейна и в Коскудукском бассейне. Общая мощность водоносных пород уменьшается с востока на запад от 225 м в Джаркентской части бассейна до 25 м в низовьях Чилика и в Коскудукском бассейне. Глубина залегания подземных вод увеличивается от бортов, где отложения выходят на поверхность, к центру бассейна до 3700 м. Пьезометрические уровни от 162 м ниже до 114 м выше поверхности земли. Воды преимущественно пресные (0,2—0,9 г/л) гидрокарбонатные натриевые:



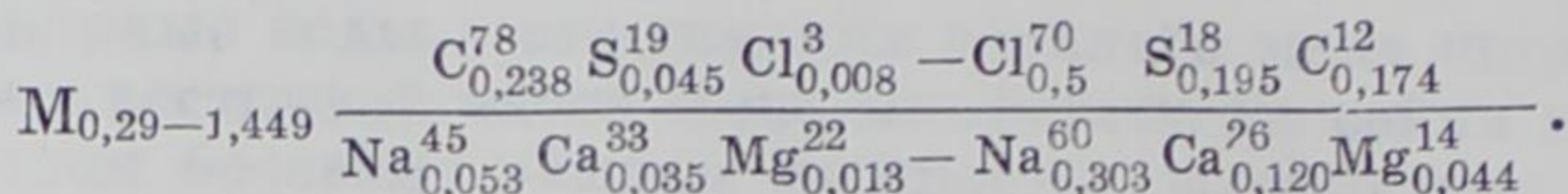
Дебиты скважин на самоизливе иногда достигают 12 090—16 416 м³/сутки (140—190 л/сек), большей частью составляют 30—50 л/сек (рис. 15). Температура подземных вод закономерно растет с увеличением глубин залегания водоносных горизонтов от 20 до 100°.

Напорные воды в отложениях триаса и юры известны на ограниченной площади в восточной части Копы-Илийского бассейна. Глубина их залегания 60—2200 м, мощность 60—760 м. Воды в предгорьях пресные (0,8 г/л) гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые, в центральной и северо-западной частях впадины солоноватые (2—5 г/л). Дебиты скважин на самоизливе 172—3110 м³/сутки (2—36 л/сек). Температура воды изменяется от 14 до 150°.

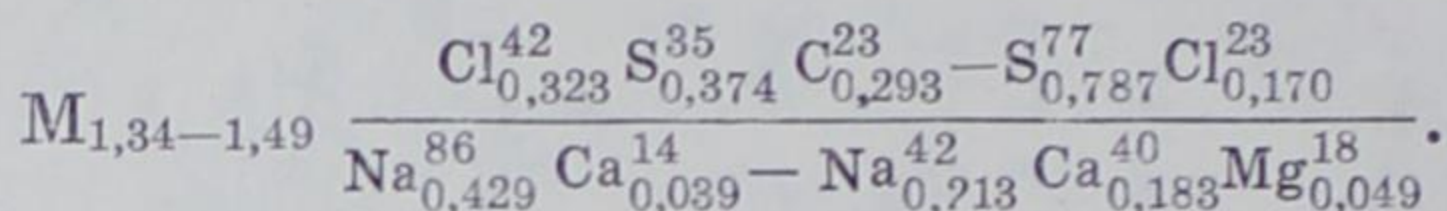
Напорные воды в палеозойских отложениях фундамента вскрыты в Копы-Илийской, Согатинской и в Кегено-Каркаринской впадинах. В эффузивно-осадочных отложениях верхнего палеозоя на глубине 1208—1231 м в Копы-Илийском бассейне вскрыты горько-соленые (20,8 г/л) сульфатные и хлоридные натриевые воды, содержащие (мг/л): йод — 12, бром — 50, аммиак — 3, борную кислоту — 12, а также свободный и растворенный газ. В районе Аяк-Калкана на глубине 37—265 м вскрыты сульфатные натриевые воды (5—5,5 г/л), содержащие йод (0,1—3 мг/л), бром (5 мг/л) и борную кислоту (40 мг/л). В с. Кегень (скв. 113) вскрыты пресные и слабосоленоватые воды, состав их следующий:



Рис. 15. Скважина, вскрывшая напорные воды верхнемеловых отложений. Дебит 35 л/сек. Фото В. М. Мирлас.



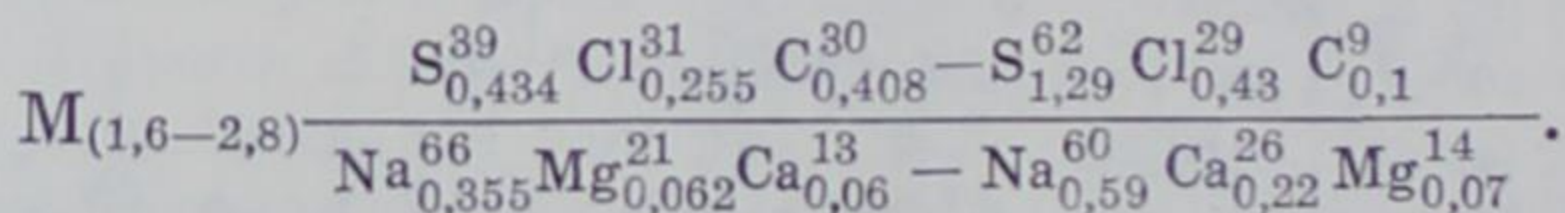
В Согатинской впадине подземные воды палеозойских отложений фундамента вскрыты на глубине 103—285 м в порфиритах:



Дебиты скважин небольшие — 6—8 м³/сутки (0,08—1 л/сек) при понижении уровня на 1,4—41,9 м.

Предгорные равнины северо-восточного склона Чу-Илийских гор

Предгорные равнины характеризуются широким распространением четвертичных делювиально-пролювиальных отложений, представленных щебнем, дресвой, гравием и реже галькой с суглинистым и супесчаным заполнителем мощностью 10—60 м. Глубина залегания подземных вод колеблется от 2 до 50 м. Питание их осуществляется за счет инфильтрации зимне-весенних атмосферных осадков, фильтрации временных поверхностных водотоков, а также за счет подтока трещинных вод палеозойского обрамления. По качеству воды слабосоленоватые с минерализацией от 1 до 3 г/л при сульфатном натриевом и смешанном анионном составе:

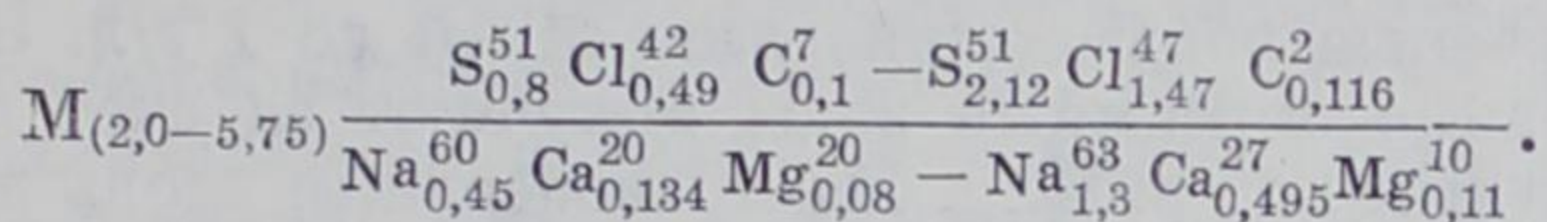


Расходы скважин изменяются от 43 до 860 м³/сутки (0,5—10 л/сек) при понижении уровня воды на 5—15 м.

Напорные воды приурочены к песчано-гравийно-галечниковым четвертичным отложениям (мощность до 50 м) и вскрыты на глубине от 15 до 30 м. Иногда они самоизливающиеся, особенно в северной части, ближе к песчаным массивам. Пьезометрические уровни устанавливаются на глубине 5—30 м, или на 2—5 м выше поверхности земли. Формируются они в основном путем потери поверхностных

вод в вершинных частях конусов выноса. Воды преимущественно солоноватые (минерализация 5—10 г/л) сульфатные натриевые. Расходы скважин изменяются от 86 до 436 м³/сутки (1—5 л/сек) при понижении уровня воды на 5—8 м.

В подстилающих неогеновых глинах на глубине 25—100 м встречены прослой и линзы песков мощностью до 3—5 м, содержащие высоконапорные и иногда самоизливающиеся воды. По составу они сульфатно-хлоридные натриевые с минерализацией 2—5,7 г/л:



Расходы скважин не превышают 432 м³/сутки (5 л/сек) при понижении уровня воды на 17—26 м.

Бугристо-грядовая равнина Южного Прибалхашья

Равнина сложена песками Жуанкум, Сары-Таукум, Сары-Ишик-Отрау с бугристо-грядовым и крупногрядовым рельефом. Грунтовые воды приурочены к четвертичным аллювиально-озерным отложениям, перевеянным в верхней части эоловыми процессами и представленным преимущественно мелкозернистыми песками с редкими прослоями глин, суглинков и супесей. Мощность водоносного горизонта у пос. Баканас достигает 250 м и постепенно снижается до 50—40 м в направлении к оз. Балхаш. Глубина до воды в межгрядовых понижениях достигает 5 м, а под буграми и грядами — 10—15 м. Вблизи оз. Балхаш, в долине и дельте р. Или глубина залегания не более 3 м. На Баканасской равнинной террасе и в межгрядовых понижениях песков Сары-Ишик-Отрау глубина до воды несколько больше и достигает 5—10 м, под буграми и грядами — 10—30 м. В крупногрядовых песках Сары-Таукум уровень вод опускается по мере удаления от р. Или и они вскрываются скважинами и колодцами на глубине 30—50 м в понижениях и на глубине 30—100 м на грядах и буграх. Расходы выработок колеблются от 86 до 430 м³/сутки (1—5 л/сек) при понижении уровня воды на 5—20 м. Коэффициент фильтра-

ции изменяется от 3—5 м/сутки в долине р. Или (иногда он достигает 10—15 м/сутки) до 0,5—1 м/сутки вблизи побережья оз. Балхаш. Общее направление потока северо-западное и северное с градиентами 0,002 на юге и 0,0001—0,0002 на севере. Средняя скорость движения грунтовых вод в сторону оз. Балхаш 5 м/год у пос. Бах-Бахты и 0,08 м/год у побережья.

Формируются грунтовые воды песчаных массивов за счет инфильтрации зимне-весенних атмосферных осадков, особенно в юго-восточной части песков Сары-Ишик-Отрау, Таукум и Жуанкум. Поэтому на этих участках распространены пресные воды с минерализацией до 1 г/л. Значительное питание подземные воды получают за счет потерь поверхностных вод р. Или. На правобережье вдоль долины реки протягивается область пресных гидрокарбонатных кальциевых вод с минерализацией до 1 г/л, образуются довольно мощные пресные грунтовые потоки, имеющие ширину до нескольких десятков километров. Расходятся подземные воды путем транспирации растениями с хорошо разветвленной корневой системой, способной доставать воду с глубины 5—10 м, за счет внутригрунтового испарения, с поверхности озер и дельты р. Или. Немаловажное значение в общем водном балансе имеет подземный сток, изучению которого посвящено много работ различных исследователей, но до последнего времени этот вопрос до конца не изучен. Выполненные предварительные исследования У. М. Ахмедсафина и С. М. Шапиро (1969) дали возможность оценить подземный сток в западную часть оз. Балхаш в количестве 9—10 м³/сек. Модуль подземного стока уменьшается от 2,5 л/сек вблизи гор Малай-Сары до 0,01 л/сек с 1 км² у оз. Балхаш.

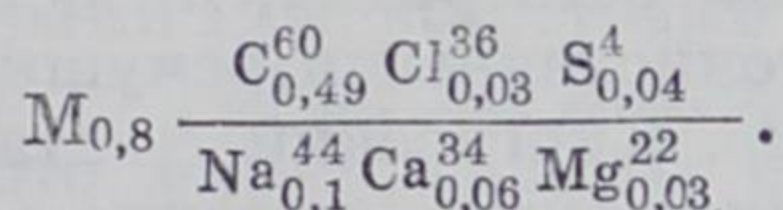
На рассматриваемой территории выделяются три типа режима грунтовых вод (Ахмедсафин, 1952): речной, климатический и ирригационный. Наибольшие колебания уровня грунтовых вод, достигающие 0,5—0,7 м, отмечены в долине Или (речной тип режима), где они почти полностью зависят от режима реки. Зона влияния реки на уровенный режим грунтовых вод распространяется в многоводные годы на 5—7 км, а в маловодные на 3—4 км. Амплитуда колебания уменьшается по мере удаления от реки: на 140 м в 2 раза, на расстояние до 600 м в 5—6 раз. Подъем уровня грунтовых вод начинается в мае, достигает максимума в июне или июле, затем начинается спад, который заканчивается в ок-

тябре — ноябре. Самое низкое положение уровня отмечается в январе — феврале.

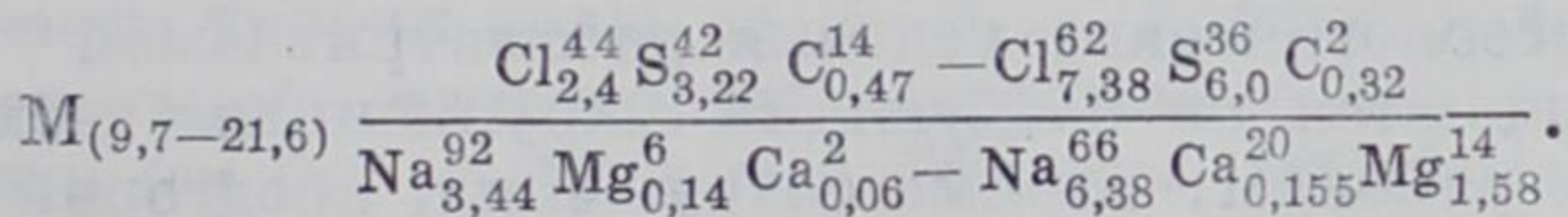
В песках Сары-Ишик-Отрау (климатический тип режима) уровень подземных вод более стабилен, амплитуда его не превышает 0,15 м.

Ирригационный тип режима выделяется в зоне влияния ирригационных вод на тасмурунской и акдалинской рисовых системах. Она протягивается вдоль регионального потока грунтовых вод на 5—7 км, а вкрест потока на 3—4 км. В результате воздействия ирригационных вод в песках происходит подъем уровня грунтовых вод на 0,25—0,5 м в год, что может явиться причиной засоления почв при недостаточном дренаже, (Иванов и др., 1973).

Минерализация грунтовых вод песчаных массивов колеблется в широких пределах в зависимости от источников и условий питания. Пресные воды с минерализацией до 1 г/л гидрокарбонатного кальциевого состава встречены в южных частях массивов Жуанкум, Сары-Таукум, Сары-Ишик-Отрау, где происходит наиболее интенсивное просачивание атмосферных осадков, а также в зоне опресняющего влияния р. Или. Химический состав их следующий:



С удалением от русла к водоразделам песков минерализация увеличивается до 1—3 г/л, причем состав становится сульфатный натриевый. По мере приближения потока к оз. Балхаш соленость воды повышается до 10—20 г/л и состав меняется на хлоридно-сульфатный натриевый:



В современной дельте р. Или состав вод очень пестрый. На небольших площадях встречаются как пресные (до 1 г/л) гидрокарбонатные, так и соленые (до 50 г/л) хлоридные воды. Это объясняется близким залеганием подземных вод (1—3 м), интенсивным испарением и континентальным засолением, чередующимся с рассолением и разбавлением соленых вод пресными речными.

Напорные воды приурочены к юрским, верхнемеловым, палеогеновым, неогеновым, песчаным и конгломератовым линзам неогена, залегающим на глубине 200—500 м. Воды напорные, не самоизливающиеся, пресные и слабосоленые, сульфатные натриевые. Производительность выработок 43—430 м³/сутки (0,5—5 л/сек).

ДЖАМБУЛСКАЯ ОБЛАСТЬ

Джамбулская область с юго-запада ограничена хр. Каратау, с юга — Киргизским Алатау, с востока — хр. Кендыктас, с северо-востока — Чу-Илийскими горами и с севера — южной частью плато Бетпак-Дала. К западу от Чу-Илийских гор, по правобережью р. Чу, широкой полосой простирается песчано-лессовая степь, называемая Саксаул-Далой. Самая низкая часть области занята Чу-Таласской впадиной, в центральной части которой расположен массив бугристо-рядовых песков Муюнкум.

Гидрографическая сеть редка, представлена реками Чу, Талас, Асса и многочисленными речушками, стекающими с северных склонов хр. Киргизский Алатау. В области много озер, расположенных преимущественно в низовье р. Чу (Камкалинские и др.), а также в междуречье Талас — Асса (Бийликколь, Акколь, Ащиколь и др.).

Климат области резко континентальный. В распределении атмосферных осадков отмечается закономерное увеличение их с севера на юг. На севере области за год выпадает меньше 150 мм, а на юге — 600—800 мм и более.

Гидрогеологические условия рассматриваемой территории освещаются по следующим укрупненным геоморфологическим районам: горные сооружения, предгорные равнины, бугристо-рядовые песчаные равнины, юго-восточная часть плато Бетпак-Дала, современные аллювиальные долины рек.

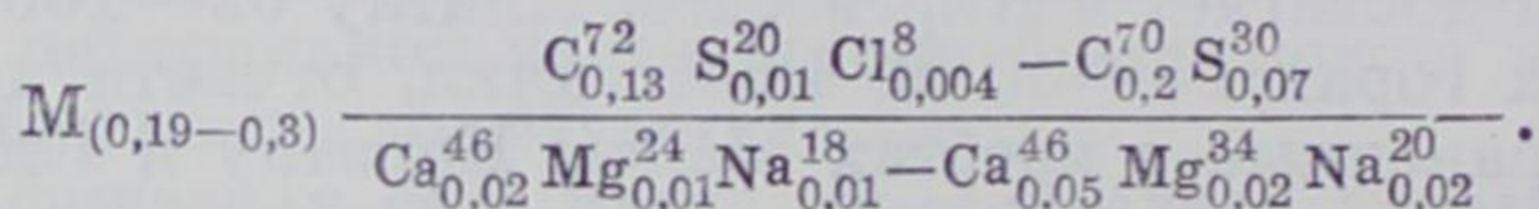
Горные сооружения

Горный район охватывает восточную оконечность хребта Каратау, Таласский Алатау, Киргизский Алатау, горы

Кендыктас, характеризующиеся высокогорным и среднегорным рельефом с абсолютными отметками от 1500 до 3700 м, Чу-Илийское низкогорье и возвышенный мелкосопочник с отметками 600—1000 м. Обилие тектонических нарушений и широкое развитие трещиноватости в зоне выветривания создают благоприятные условия для инфильтрации атмосферных осадков и талых вод снежников, которые обуславливают наличие подземных вод в породах, слагающих горный район. Больше обводнены средние и меньше — приосевые части склонов гор. Водообильность пород горных сооружений характеризуется в основном расходами родников, максимальные значения которых фиксируются, как правило, в марте — мае, в период снеготаяния.

В горных сооружениях выделяются водоносные комплексы допалеозойских, палеозойских и интрузивных пород. Допалеозойские отложения представлены кварцитами, мраморами, доломитами, различными сланцами, гнейсами, песчаниками, известняками. Мощность зоны интенсивной трещиноватости достигает в Киргизском Алатау 62—100 м, в Чу-Илийских горах 20—40 м. Известняки, отчасти доломиты, распространенные в хребтах Малом Каратау и Киргизском Алатау, местами закарстованы. Карстовые полости здесь проникают на глубину до 140 м. На месторождении фосфоритов Чулактау вскрыто восемь мощных зон тектонически раздробленных, сильно закарстованных пород с интенсивным проявлением различных типов карста от мелких каверн диаметром 0,5—2,5 см до полостей размером 60—80 см в поперечнике. Расходы родников, приуроченных к породам тамдинской серии кембрия, достигают 13 000 м³/сутки (150 л/сек), а дебиты скважин — 3500 м³/сутки (40,6 л/сек) при понижении уровня воды на 2—8 м. Дебиты водопунктов на остальной территории колеблются от 8,6 до 1380 м³/сутки (от 0,1 до 16 л/сек). Причем максимальные расходы наблюдаются у родников, приуроченных к зонам разломов. В горных сооружениях Каратау и Киргизского Алатау воды допалеозойских пород пресные и ультрапресные, а по составу гидрокарбонатные кальциевые. В Чу-Илийских горах и хр. Кендыктас минерализация подземных вод колеблется от 0,3 до 5 г/л, чаще 1—3 г/л, соответственно состав вод изменяется от гидрокарбонатно-сульфатного до сульфатного натриевого.

Подземные воды палеозойских пород приурочены к песчаникам, алевролитам, порфиритам, известнякам, конгломератам, эффузивам и их туфам. Глубина залегания водоносных горизонтов колеблется от 15 до 100 м, а на дне речных долин — от 1,1 до 24 м. Наибольшей водообильностью отличаются трещиноватые и закарстованные известняки. Дебиты источников составляют 43—864 м³/сутки (0,3—10 л/сек). В Малом Каратау родники, связанные с нижнетурнейскими известняками и доломитами, дают расходы до 17 280 м³/сутки (200 л/сек). В этих породах встречены карсты и пустоты размером от 1 мм до 30 см. Они обладают водоотдачей, достигающей 0,05. Меньшей водообильностью характеризуются песчаники, сланцы, туфы, алевролиты. Расходы родников колеблются от 7 до 220 м³/сутки (0,08—2,5 л/сек). Коэффициент фильтрации пород изменяется от 0,002 до 2,8 м/сутки. Подземные воды палеозойского водоносного комплекса пресные, общая минерализация составляет 150—350 мг/л:



По составу они гидрокарбонатные кальциевые, только в Чу-Илийских горах воды слабосоленоватые с минерализацией от 1 до 3 г/л, местами до 6 г/л и более, по составу сульфатные и сульфатно-хлоридные натриевые.

Широко развиты в Киргизском Алатау и хр. Кендыктас, ограничено в Чу-Илийских горах разновозрастные интрузии, представленные гранитами, гранодиоритами, сиенитами, гранит-порфирами. Дебиты водопунктов колеблются в Киргизском Алатау в пределах 86—420 м³/сутки (1—5 л/сек, в Чу-Илийских горах и Кендыктасе — от 34 до 50 м³/сутки (0,4—0,6 л/сек). Для интрузивных пород помимо мелких локальных разломов местного значения характерны региональные. Родники, приуроченные к ним, дают расходы 430—1720 м³/сутки (5—20 л/сек). Воды интрузий Киргизского Алатау и Кендыктаса отличаются хорошим качеством, они пресные, с минерализацией до 0,6 г/л, гидрокарбонатные кальциевые. В пределах Чу-Илийских гор величина минерализации 1—3 г/л, по составу воды сульфатные и сульфатно-хлоридные натриевые. Область питания

подземных вод горных сооружений совпадает с площадью распространения. Интенсивная инфильтрация атмосферных осадков осуществляется в районах развития сильнотрещиноватых пород и на участках, где аккумулируются значительные запасы снега. Модули подземного стока колеблются в широких пределах: для Киргизского Алатау они изменяются от 0,5 до 11 л/сек, из них модуль подземного стока в реки составляет 0,5—7,7 л/сек с 1 км² и модули подземного стока глубокой инфильтрации — 0,5—2,9 л/сек с 1 км²; в Чу-Илийских горах они обычно не превышают 0,2 л/сек с 1 км² (Ахмедсафин, Джабасов, Шлыгина и др., 1964, 1970).

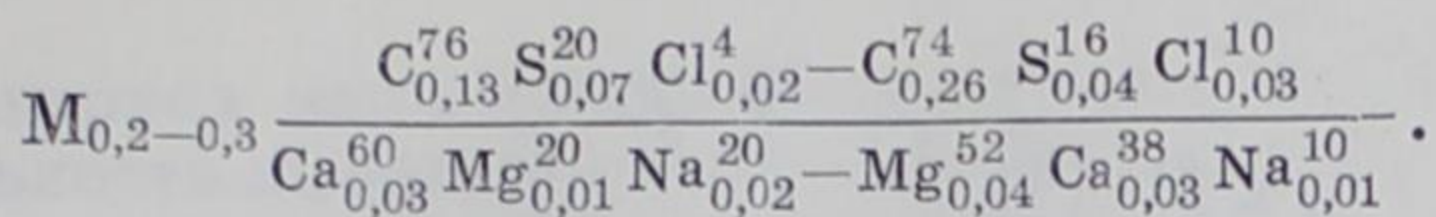
Предгорные равнины

Предгорные равнины распространены у северных склонов Киргизского Алатау, Кендыктаса и Чу-Илийских гор. Наибольшую площадь они занимают у Киргизского Алатау и наименьшую — между хребтами Таласским и Ичкелетау. Предгорные шлейфы сложены крупнообломочным материалом, что предопределяет более высокую водообильность отложений, чем на пролювиальных равнинах. Значительное содержание в разрезе мелкоземов и переслаивание их с линзами и слоями галечников в пограничной полосе пролювиальной равнины и конусов выноса создают, с одной стороны, условия для подпора потока подземных вод и образования зон выклинивания и близкого залегания грунтовых вод, а с другой — для широкого развития напорных водоносных горизонтов. Здесь выделяются воды нерасчлененных палеоген-неогеновых и четвертичных отложений.

Палеоген-неогеновые породы вскрыты небольшим количеством скважин в предгорьях Киргизского Алатау, Кендыктаса, Чу-Илийских гор, Таласского Алатау и в южной части гор Улькунбуралтау. Ими сложены возвышенные участки предгорной равнины Малого Каратау. Водовмещающие породы представлены прослоями и линзами песчаников, гравийно-галечников, конгломератов, песков, залегающих в толще глин, мергелей, суглинков, сильно загипсованных. Воды грунтового типа установлены на глубине от 1,5 до 30 м и имеют спорадическое распространение. Расходы водопунктов колеблются от 17—130 м³/сутки (0,2—1,5 л/сек) до 300 м³/сутки (4,12 л/сек) при понижении уровня воды на 1—10 м. По химическому составу воды сульфатные, хлорид-

но-сульфатные натриевые. Общая минерализация изменяется от 3 до 5 г/л, местами достигает 10 г/л. Подземные воды четвертичных отложений предгорных равнин приурочены к пролювиально-делювиальным и аллювиально-пролювиальным отложениям. Пролувиально-делювиальные отложения распространены в основном вдоль склонов Малого Каратау, Кендыктаса и Чу-Илийских гор. Они представлены щебнем, песком, гравием, дресвой и галькой с суглинистым заполнителем. Глубина залегания подземных вод закономерно уменьшается от склонов гор к равнине от нескольких десятков до первых метров. Расходы скважин колеблются от 60 до 864 м³/сутки (0,7—10 л/сек) при понижении уровня воды на 0,8—16 м. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород изменяется от 0,01 до 13,2 м/сутки. Минерализация подземных вод колеблется от 0,3 до 3 г/л, чаще составляет 1—3 г/л, на северо-западном склоне Чу-Илийских гор — 3—5 г/л. По составу воды гидрокарбонатные кальциевые и сульфатные натриевые.

Хорошими коллекторами подземных вод служат аллювиально-пролювиальные отложения. Предгорные шлейфы, образованные слившимися между собой конусами выноса многочисленных горных рек, заключают в себе мощные потоки подземных вод. Формируются они за счет интенсивного поглощения поверхностных вод, притока подземных вод со стороны горного района и в меньшей степени в результате инфильтрации атмосферных осадков. Так, например, общее количество воды, участвующее в питании подземных вод предгорного шлейфа северного склона Киргизского Алатау, составляет 85,7 м³/сек (24 м³/сек КазССР + 61,7 м³/сек КиргССР). В предгорных шлейфах распространен один водоносный горизонт, приуроченный к валунно-галечным и гравийно-галечным отложениям. В верхних частях конусов глубина залегания данного горизонта составляет 100—200 м, в средних — 15—60 м. Мощность водоносных отложений изменяется от первых десятков до 100—350 м. Дебиты скважин колеблются от 86 до 2500 м³/сутки (1—29 л/сек), реже 8600 м³/сутки при понижении уровня воды на 0,6—3 м. Водоотдача пород варьирует от 0,15 до 0,19. По качеству воды пресные, плотный остаток не превышает 0,5 г/л, по составу гидрокарбонатные кальциевые и кальциево-магниевые:



Режим грунтовых вод предгорного шлейфа находится в полной зависимости от режима поверхностных вод. Колебания уровня подземных вод следуют за колебаниями расходов поверхностного стока с запаздыванием на 1,5—3 месяца (рис. 16).

На границе предгорного шлейфа и предгорной равнины значительная часть подземного потока выклинивается в виде родников, мочажин и заболоченностей. Выход грунтовых вод на поверхность тянется узкой полосой шириной не более 5 км от г. Токмак (КиргССР) до ст. Луговая, а далее проходит значительно севернее с. Алгабас, через лог Эспесай, ст. Акыртобе, с. Михайловка. Глубина залегания вод в зоне выклинивания колеблется от 0 до 3 м, реже до 5 м. Наиболее часто встречающиеся удельные дебиты скважин составляют 0,4—0,6 л/сек, расходы родников — 24—430 м³/сутки (0,3—5 л/сек). На остальной территории предгорных равнин преобладает глубина залегания грунтовых вод 5—10 м, в междуречье Чу и Курагаты — 10—25 м, местами 50 м и более (массив Саргоу). Водовмещающие отложения представлены супесями, песками. Дебиты скважин и колодцев варьируют от 8,6 до 864 м³/сутки (0,1—10 л/сек) при понижении уровня на 20—37,3 м. Плотный остаток грунтовых вод аллювиально-пролювиальных отложений изменяется от 0,3 до 3 г/л, в районе массива Саргоу достигает 10 г/л, где содержание растворимых солей в воде увеличивается под влиянием засоленных лессовидных суглинков мощностью до 100 м. Преобладает минерализация 0,5—1 г/л. По составу воды гидрокарбонатные кальциевые, реже сульфатные натриевые. В сезонном изменении уровня подземных вод в зоне выклинивания и близкого залегания грунтовых вод большое значение имеют такие факторы, как климат и ирригация. На неорошаемых участках высокий уровень грунтовых вод отмечается в марте — начале апреля, т. е. в период снеготаяния, а наиболее низкий — в июле — октябре, чаще всего в августе — сентябре, когда испарение достигает наибольшей величины, а поверхностный сток рек разбирается на орошение. На орошаемых землях резкий подъем уровня грунтовых вод происходит с июня по

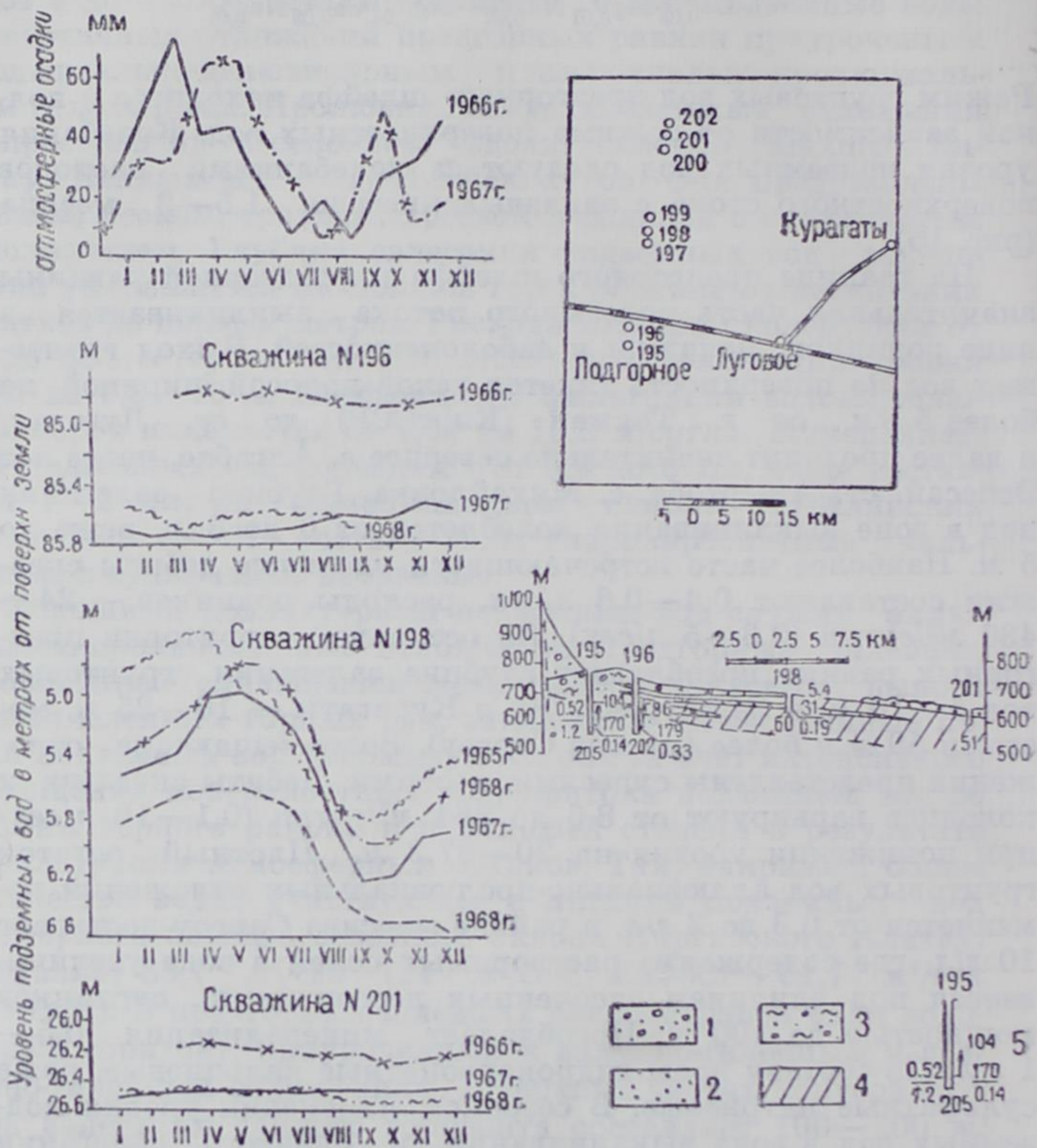


Рис. 16. Графики колебания уровня подземных вод четвертичных отложений. 1 — валунно-галечники с песчаным заполнителем; 2 — пески; 3 — гравийно-галечники с глинистым заполнителем; 4 — суглинки; 5 — скважина. Цифра сверху — номер скважины, внизу — глубина скважины (м), у стрелки — установившийся уровень воды (м); справа: числитель — глубина появления воды (м), знаменатель — минерализация (г/л); слева: числитель — дебит (л/сек), знаменатель — понижение (м).

август, в период наибольшей вододачи по каналам; продолжительность высокого стояния грунтовых вод колеблется от 10—12 дней до 1,5—2,5 месяцев. Роль подземного притока в сезонном изменении уровня незначительна, его влияние сказывается лишь в многолетнем разрезе.

Модули подземного стока изменяются в широких пределах и зависят от конкретных гидрогеологических условий. Так, у северного склона Киргизского Алатау в валунно-галечниковых отложениях их значения изменяются от 1 до 7 л/сек с 1 км², средневзвешенная величина составляет 4 л/сек с 1 км², для Таласского конуса выноса — от 0,8 до 8 л/сек с 1 км² при средневзвешенном значении 3 л/сек с 1 км². У южного склона хр. Кендыктас средневзвешенный модуль подземного стока равен 1,6 л/сек с 1 км². У юго-западного склона Чу-Илийских гор, где распространены преимущественно гравийно-щебенистые отложения с примесью глинистых частиц, модули подземного стока снижаются до 0,3 л/сек (Ахмедсафин, Джабасов, Шлыгина и др., 1967, 1970).

Бугристо-грядовые песчаные равнины

Центральная часть Джамбулской области занята большим массивом бугристо-грядовых песков Муюнкум. Здесь основное развитие получил водоносный комплекс среднечетвертичных аллювиальных и перекрывающих их верхнечетвертичных, современных эоловых отложений. Водовмещающие породы представлены песками и супесями, содержащими отдельные прослой суглинков. Глубина залегания подземных вод зависит от рельефа эоловых песков. Там, где пески образуют террасовидные возвышенные уступы, глубина залегания грунтовых вод в межбугристых и межгрядовых понижениях составляет 20—50 м, на грядках и в буграх достигает 40—100 м. В центральной части восточной половины песков в межбугристых понижениях преобладает глубина залегания от 3 до 5 м, а под буграми и грядками — от 5—10 до 15—20 м. В описываемой зоне среди бугристых песков развиты многочисленные чуротные понижения, где грунтовые воды очень близко подходят к поверхности и местами выклиниваются, образуя заболоченные участки и озера, густо поросшие влаголюбивой растительностью. В окраинных частях Муюнкумов, прилегающих к современным долинам рек Чу, Талас

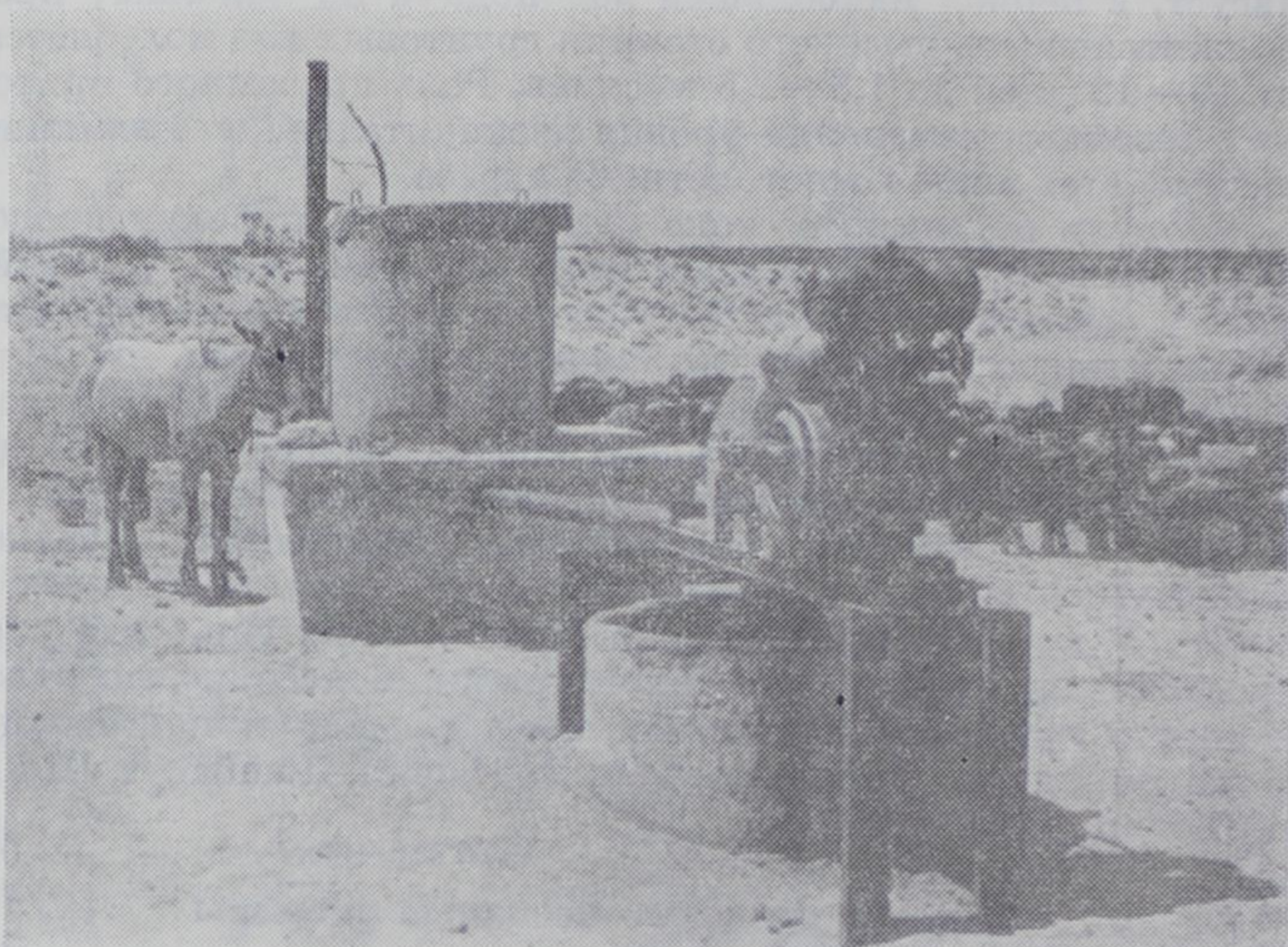
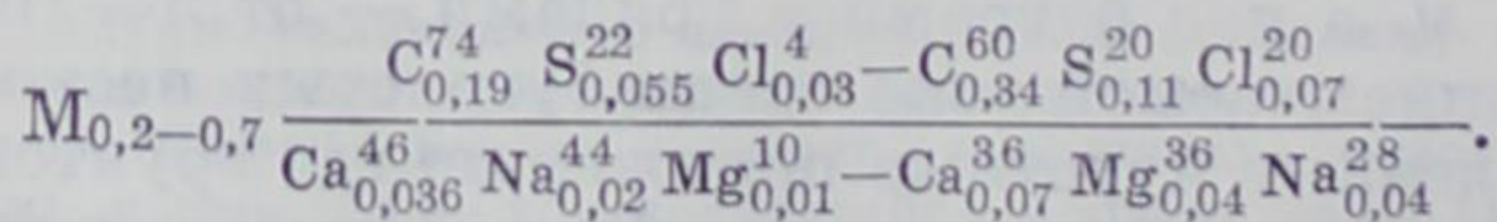


Рис. 17. Бугристо-грядовые эоловые пески Муюнкум.
Фото Х. Партизенкова.

и Курагата, глубина залегания вод не превышает 3—5 м. Расходы скважин колеблются от 13 до 520 м³/сутки (0,2—6 л/сек), чаще составляют 86—430 м³/сутки (1—5 л/сек) при понижении уровня воды от 1 до 20 м (рис. 17). Коэффициент фильтрации водовмещающих пород изменяется в пределах 0,1—1,13 м/сутки для супесей и 4,3—14,8 м/сутки для песков. На большей части песчаного массива Муюнкум воды пресные — до 1 г/л, по составу гидрокарбонатные кальциевые:



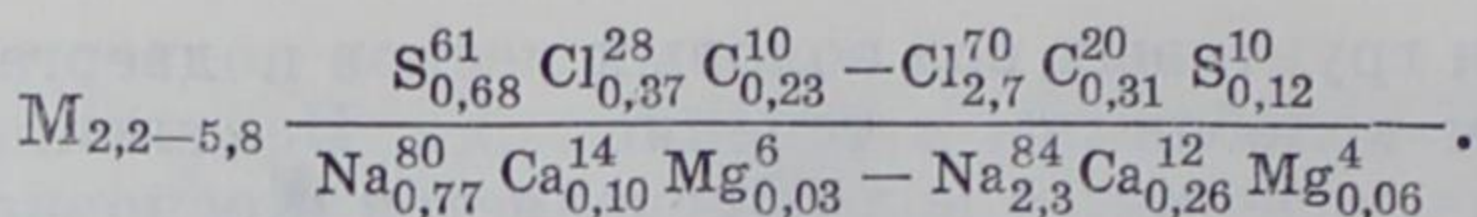
Только на северо-западе Джамбулской области и в районе с. Фурмановка плотный остаток повышается до 3 г/л, реже до 5 г/л, вода приобретает сульфатный натриевый состав.

Уровни грунтовых вод эоловых песков подвергаются значительным колебаниям в течение года. Изменение положения уровня подземных вод определяется в основном климатическими условиями, а в долинах Чу и Таласа связано с колебаниями уровня воды в реках. В зимний период положение уровня остается стабильным. Весной в связи с таянием снега и выпадением большого количества атмосферных осадков грунтовые воды делают резкий скачок вверх, достигая своего максимума в апреле (реже в начале мая). С конца апреля до августа наблюдается неуклонное понижение уровня, обусловленное испарением и транспирацией растениями. Амплитуда сезонных колебаний уровня воды в чуротной зоне составляет 0,2—0,5 м, у реки — 1—1,5 м, в 1 км от реки — 0,9 м.

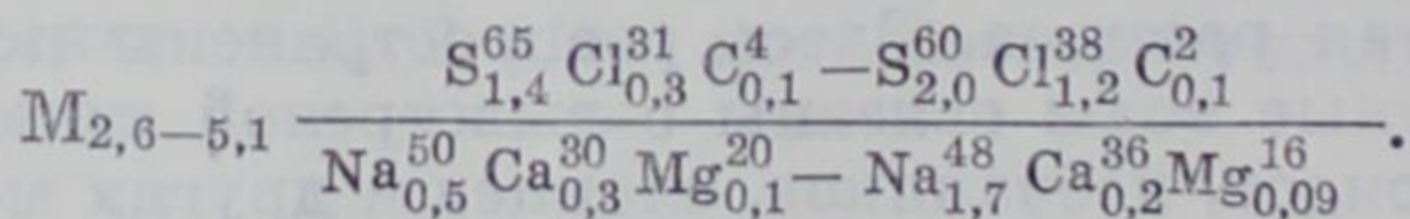
Формируются грунтовые воды песчаных массивов за счет инфильтрации атмосферных осадков, фильтрации воды из рек и в незначительной степени за счет подземного подтока со стороны горной области. Модуль подземного стока эоловых песков Муюнкум закономерно уменьшается с юго-восточной наиболее возвышенной части (от 1 до 2,8 л/сек с 1 км²) на северо-запад (от 0,1 до 0,3 л/сек с 1 км²). Общий подземный сток в эоловых песках составляет 28,18 м³/сек (887,6 млн. м³/год).

Юго-восточная часть плато Бетпак-Дала

Бетпак-Дала представляет собой плато, полого поднимающееся к северу. В пределы области плато заходит юго-восточной частью, которая прилегает к долине р. Чу. В северо-восточной и восточной частях оно представляет мелко-сопочник, где развиты грунтовые воды трещинного и трещинно-карстового типа. Западная и южная части — это пологоувалистая равнина. Здесь распространены поровые воды. Трещинные воды связаны с выветрелой зоной эффузивов, гранитоидов, песчаников, сланцев и других метаморфических пород. Мощность обводненной зоны не превышает двух-четырёх десятков метров. Глубина залегания трещинных вод колеблется от 5 до 15 м, только на возвышенных участках достигает 20—30 м. Качество воды невысокое, минерализация изменяется от 3 до 6 г/л, состав сульфатный, хлоридный натриевый:



В тектонических разломах, проходящих через гранитоиды, встречаются пресные и слабосоленоватые воды с минерализацией до 3 г/л сульфатного натриевого состава. Производительность скважин, вскрывающих трещинные воды, составляет 0,8—8,6 м³/сутки (0,01—0,1 л/сек), достигая в гранитах 130 м³/сутки (1,5 л/сек). В зонах разломов дебиты скважин повышаются до 172—258 м³/сутки (2—3 л/сек). Трещинно-карстовые воды развиты в карбонатных породах, слагающих замкнутые мульды. Глубина залегания их колеблется от 5 до 30 м, а в среднем не превышает 15 м. По качеству воды от солоноватых до соленых. Минерализация трещинно-карстовых вод в краевых частях структур, в местах наличия водообмена обычно 3—10 г/л, а в центральных частях замкнутых структур с затрудненным водообменом до 10—50 г/л. Состав воды чаще хлоридный натриевый. Трещинные и трещинно-карстовые воды формируются в основном за счет снеготалых вод, скапливающихся в неглубоких понижениях, такырах или в зонах тектонических разломов. В западной глинистой части Бетпак-Далы грунтовые воды порового типа приурочены к олигоценовым, неогеновым и отчасти четвертичным отложениям и распространены спорадически. Водовмещающие породы представлены алевролитами, песчаниками, песками, песчано-глинистыми слоями, галечниками и конгломератами мощностью в среднем 10—15 м. Глубина залегания грунтовых вод колеблется от 5 до 15 м, реже до 30 м. Воды слабосоленоватые и слабосоленые. Минерализация их составляет 2—5 г/л, состав сульфатный натриевый:

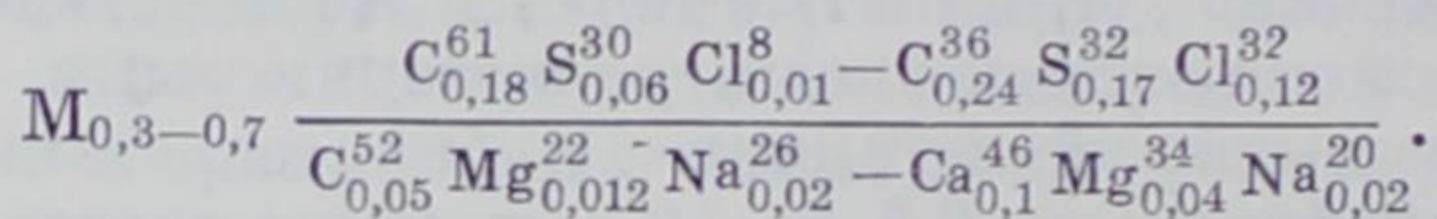


Производительность выработок изменяется от 0,8 до 430 м³/сутки (0,01—5 л/сек), чаще колеблется от 8 до 100 м³/сутки (0,1—1,1 л/сек) при понижении уровня на 2—17 м. Питаются грунтовые воды в основном за счет зимне-весенних атмосферных осадков.

Верхнечетвертичные и современные аллювиальные отложения формируют пойму и первую надпойменную террасу рек Чу, Курагата, Талас, Асса, а также распространены в долинах мелких рек, стекающих с горных обрамлений. Водовмещающие породы представлены валунно-галечниками, гравием, разномерными песками и супесями. Мощность аллювиальных отложений не превышает первых десятков метров, реже достигает 80—100 м в долинах рек Чу, Талас и Асса. В низовьях р. Чу, в Уланбельских разливах, она уменьшается до 5—3 м и несколько возрастает (до 10 м) в Камкалинских разливах. Подстилающими образованиями в горных ущельях являются скальные породы палеозойского возраста, в долинах рек Чу, Курагата, Талас — глины неогенового возраста. Современные отложения в долине р. Чу представлены двумя слоями: сверху обычно залегают супесчано-суглинистые породы мощностью 0,5—5 м, ниже они сменяются песками разномерными, местами содержащими гравий и гальку. Глубина залегания грунтовых вод колеблется от 0,5 до 13,3 м, чаще составляет 2—5 м. Глубина залегания грунтовых вод 5—10 м и больше характерна для участков, удаленных от реки на несколько километров. В низовьях долины р. Чу 70% территории имеет глубину залегания уровня грунтовых вод выше критической (2,2—3 м) и поэтому является потенциально опасной для засоления почв. Засоление хотя и происходит на большей части территории низовья р. Чу, но низкими темпами. Водообильность пород находится в прямой зависимости от мощности и крупности слагающего их обломочного материала. В низовьях долин рек Чу и Талас расходы скважин составляют 325—2500 м³/сутки (4—29 л/сек) при понижении на 0,3—10 м, в средних частях — 86—860 м³/сутки (1—10 л/сек) при понижении на 0,5—5 м, в низовьях — 3—172 м³/сутки (0,03—2 л/сек) при понижении на 2—12 м. Фильтрационные свойства аллювия различные. Валунно-галечники и галечники обычно хорошо промыты, и коэффициент фильтрации их изменяется от 50 до 150 м/сутки; для песков они колеблются от 0,5 до 10 м/сутки, а в низовьях (ниже с. Фурмановка) не превышают 2 м/сутки, в песчаных отложениях снижаются до 0,1 м/сутки. Питаются водоносные отложения преимущественно за счет поверхно-

стных вод, так как русла рек занимают командное положение по отношению к окружающей территории. Частично запасы грунтовых вод пополняются за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузки подземных вод с бортов долины, особенно на орошаемых территориях. Разгружаются грунтовые воды путем транспирации и испарения, реже оттока по русловым отложениям. Подземный сток крайне затруднен ввиду весьма малых уклонов местности и плохой водопроницаемости пород. Уклон потока грунтовых вод для Фурмановских разливов составляет 0,0004, Уланбельских — 0,0002 и Камкалинских — 0,0001—0,0003. Скорость движения подземных вод также низкая. Она колеблется в пределах 1—6 м/год.

Условия водообмена определяют минерализацию грунтовых вод. Так, в местах, где фильтрационные свойства пород высокие (верховья рек Талас, Чу, Курагата), распространены пресные гидрокарбонатные кальциевые воды:



Ниже по потоку этих рек минерализация воды повышается до 3 г/л, местами более. Соответственно изменяется состав. Например, в районе с. Фурмановка (Гуляевские разливы) и в низовьях р. Талас грунтовые воды имеют минерализацию 1—3 г/л и гидрокарбонатно-сульфатный и сульфатно-гидрокарбонатный состав, а в районе Уланбельских разливов концентрация солей повышается до 5—10 г/л при сульфатном, хлоридном составе воды. В низовьях р. Чу, у Камкалинских разливов, минерализация грунтовых вод пестрая. Однако преобладают соленые (минерализация выше 15 г/л) сульфатно-хлоридные и хлоридно-сульфатные воды. Только в районе выклинивания пресных артезианских вод (свх. «Тасты») на небольших участках наблюдается уменьшение минерализации до 3—5 г/л.

В будущем благодаря дополнительному зарегулированию речного стока строящимся Таш-Уткульским водохранилищем (в среднем течении реки) ожидается уменьшение стока в низовьях р. Чу. Это вызовет изменение водного баланса. Уменьшится приток поверхностных вод и в связи с этим произойдет региональное падение уровня грунтовых вод, опу-

стынутся почвы и сменится растительный покров. К тому же увеличится минерализация не только речных поверхностных, но и грунтовых вод, будет происходить интенсивное засоление (см. табл.).

Сравнительная характеристика минерализации и анионного состава воды в р. Чу до и после интенсивного развития орошения в долине

Населенный пункт	Август 1932 г.*			Сухой остаток, мг/л	Октябрь 1965 г.**			Сухой остаток, мг/л
	HCO ₃ '	SO ₄ ''	Cl'		HCO ₃ '	SO ₄ ''	Cl'	
Краснореченск	191,2	29,6	4,2	204	137,0	42,0	14,0	260
Георгиевка	180,4	23,0	8,4	208	100,0	79,0	12,0	320
Благовещенка	202,0	18,1	14,0	200	210,0	114,0	21,0	465
Ворошилов	199,8	27,9	14,0	268	242,0	129,0	21,0	516
Фурмановка	202,0	74,0	30,7	380	259,0	156,0	29,7	602

* Данные А. В. Соколова (1932).

** Данные Института почвоведения АН КазССР (1965).

Режим грунтовых вод аллювиальных отложений изучен слабо. Однако, исходя из литературных данных (Ахмедсафин, 1951) и кратковременных наблюдений других исследователей, можно отметить следующее: близкое залегание уровня грунтовых вод в долинах рассмотренных рек и тесная взаимосвязь их с поверхностными водами обуславливают определенный режим. Подъем уровня воды в реке ведет к быстрому с небольшим запаздыванием во времени (до суток) подъему уровня грунтовых вод за счет передачи гидростатического давления (скорость передачи напоров 120—190 м/сутки). Спад уровня воды в реке не вызывает резкого падения уровня грунтовых вод. Их уровень медленно понижается за счет транспирации испарениями и подземного оттока. Кривая изменения уровня грунтовых вод синхронно повторяет кривую уровня воды в реке. Максимальное стояние вод наблюдается в весенние месяцы. С мая происходит плавный спад, и новый подъем начинается в октябре — ноябре с запаздыванием вниз по течению реки. Максимальная амплитуда уровня грунтовых вод составляет 2,5—3,2 м для района Уланбельских, 0,6—2,3 м для Фурмановских

разливов и 0,7—1,6 м в самых низовьях р. Чу. Тип режима грунтовых вод речной, по У. М. Ахмедсафину (1951).

Модуль подземного стока аллювиальных отложений долины р. Чу колеблется между постами Ташуткуль — Фурманово в пределах 1,7—5 л/сек с 1 км² при средневзвешенном значении 2,4 л/сек с 1 км². Ниже он резко снижается и не превышает 0,1 л/сек с 1 км², по долине р. Талас составляет 1,1 л/сек с 1 км².

Артезианские воды на территории Джамбулской области связаны с отложениями мелового, палеогенового, неогенового и четвертичного возраста.

Напорные воды отложений мелового возраста ограничено распространены в северо-западной части области, где залегают на глубине 200—400 м. Они связаны с песками, залегающими в толще глин. Обычно в одной скважине вскрываются несколько водоносных прослоев мощностью 5—10 м. Суммарная мощность водовмещающих пород достигает 30—50 м. Расходы скважин 432—1728 м³/сутки (1—5 л/сек) при понижении уровня воды до 10 м. Воды всюду напорные, местами самоизливающиеся. Величина напора колеблется в пределах 50—400 м. Вода преимущественно слабосоленоватая (минерализация 1—3 г/л) хлоридная натриевая.

Напорные воды отложений палеогенового возраста развиты в тех же районах, что и меловые осадки. Они приурочены к пескам, мощность которых составляет 20—60 м. Глубина залегания кровли палеогенового водоносного комплекса изменяется от 50—100 до 200—400 м. Воды напорные и самоизливающиеся. Скважины показывают расходы, равные 86—864 м³/сутки (1—10 л/сек) на самоизливе и несколько уменьшающиеся на Уланбель-Таласском поднятии до 43—432 м³/сутки (0,5—5 л/сек) при понижении уровня на 3—10 м. Качество воды хорошее. Минерализация обычно не превышает 2 г/л, по составу воды сульфатные и гидрокарбонатные натриевые.

Напорные воды неогена широко развиты в восточной части Муюнкумов, в предгорьях Киргизского Алатау и Чу-Илийских гор. Водовмещающие отложения представлены песками, песчаниками и конгломератами. В пределах предгорной равнины северного склона Киргизского Алатау они вскрываются на глубине от 350 до 450 м. Мощность отдельных горизонтов в большинстве случаев колеблется от 3 до 6 м, количество их — от 3 до 7. Дебиты скважин не превы-

шают 173—510 м³/сутки (2—6 л/сек) при понижении на 10—15 м, коэффициент фильтрации изменяется от 0,5 до 4 м/сутки. Пьезометрические уровни устанавливаются на различных глубинах, в том числе и выше поверхности земли. Общая минерализация до 1 г/л, по составу воды гидрокарбонатные натриевые. В предгорьях Чу-Илийских гор и в северной части песчаного массива водовмещающие породы залегают спорадически среди мощной толщи глин на глубине 15—100 м и в центральной части Муюнкумского прогиба — на глубине 300—500 м. Величина напора колеблется от 50 до 500 м. Минерализация воды в предгорьях Чу-Илийских гор составляет 1—3 г/л, а в северо-западной части песков Муюнкум — 5 г/л. Производительность скважин изменяется от 43 до 432 м³/сутки (0,5—5 л/сек) при понижении уровня воды на 5—10 м.

Напорные воды четвертичных аллювиально-пролювиальных отложений развиты в предгорьях Киргизского и Таласского Алатау, где залегают на глубине от 35 до 400 м. Суммарная мощность водоносных горизонтов колеблется от 5 до 160 м. В зависимости от литологического состава и мощности водовмещающих пород расходы скважин варьируют в широких пределах — от 43 до 8640 м³/сутки (0,5—100 л/сек). Соответственно коэффициенты фильтрации изменяются от 0,33 до 92,4 м/сутки. Вода преимущественно гидрокарбонатного кальциевого состава с минерализацией 0,2—1 г/л.

ЧИМКЕНТСКАЯ ОБЛАСТЬ

Чимкентская область находится в зоне пустынь и полупустынь по среднему течению Сыр-Дарьи. Хребтом Каратау она делится на две части: северную, занятую песками Муюнкум, долиной р. Чу и глинистой пустыней Бетпак-Дала, и южную, в которой большая часть занята Кызылкумами и долиной р. Сыр-Дарьи. В юго-восточной части области протягиваются отроги северных цепей Тянь-Шаня. Снижение абсолютных отметок поверхности происходит от горных массивов к долинам рек Чу и Сыр-Дарье (абс. отм. 150—180 м).

Крупной водной артерией области является Сыр-Дарья со среднемноголетним расходом 681 м³/сек (ст. Чардара), при-

нимающая ряд притоков с западных склонов хр. Каратау (Арысь, Келес). Остальные реки имеют сезонный сток и теряются на предгорных равнинах Каратау. С востока на территорию области заходит р. Чу, только в отдельные годы доносящая свои воды до Ащикольских озер.

Чимкентская область находится в полосе пустынного, резко континентального климата с небольшим количеством атмосферных осадков (150—300 мм). В предгорных и горных районах климат мягче, и осадков выпадает 500—1000 мм в год. Среднегодовая амплитуда температуры воздуха увеличивается от гор в сторону равнины. Для территории характерны большой дефицит влажности и постоянные ветры. Различные элементы рельефа в сочетании с климатическими условиями позволили выделить на обширных пространствах области несколько районов: горные и предгорные равнины юго-западных и северо-восточных склонов хребтов Каратау и Коржантау-Казыкурт, бугристо-рядовые равнины Кызылкумов и западной части Муюнкумов, присырдарьинская аллювиальная равнина, аллювиальная равнина р. Чу и юго-западная часть плато Бетпак-Дала.

Горные районы

Хребты Пскемский, Угамский, Коржантау и Каратау с абсолютными отметками 1700—4000 м представляют собой северные цепи Тянь-Шаня с остроконечными вершинами, покрытыми снежниками и ледниками, глубокими ущельями, многочисленными долинами и карстовыми воронками. Осадков здесь выпадает наибольшее количество — до 1000 мм в год. Хребты Пскемский, Угамский и Коржантау сложены средне- и верхнекарбонными мраморизованными известняками, туфолавами, гранитами и гранодиоритами. Породы разбиты серией трещин выветривания и тектонических разломов, для известняков характерен карст. Находясь в условиях влажного климата и обладая высокими водопоглощающими свойствами, трещиноватые породы являются хорошими аккумуляторами влаги, о чем свидетельствуют высокодебитные родники. Расходы их колеблются в больших пределах: от десятых долей литра до десятков литров в секунду (18—2500 м³/сутки), преобладают расходы 43—215 м³/сутки (0,5—2,5 л/сек). К зонам тектонических раз-

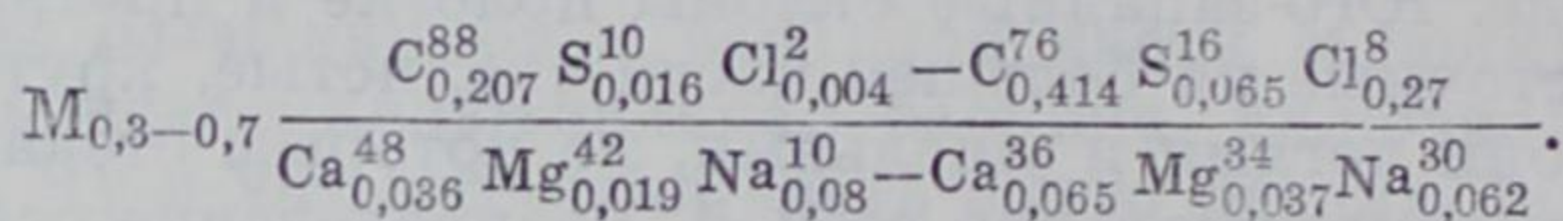
ломов приурочены источники с расходами до $5184 \text{ м}^3/\text{сутки}$ (60 л/сек). Родниковая вода пресная и ультрапресная гидрокарбонатного кальциевого состава. Ежегодно в горах идет пополнение запасов воды в размере $36 \text{ м}^3/\text{сек}$, из которых $14 \text{ м}^3/\text{сек}$ выклинивается в реки и $22 \text{ м}^3/\text{сек}$, минуя речную сеть, попадает в прилегающие впадины (Ахмедсафин и др., 1970).

Хребет Каратау — это сложная глыбово-сводовая структура, состоящая из нескольких антиклинориев (Северо-западный Каратау, Малый Каратау, Байджансайский, Боролдайский) и синклинориев (Центральный Каратау и др.).

В широком плане хр. Каратау состоит из двух основных частей: герцинской — Большого Каратау и каледонской — Малого Каратау, разделенных юрским Таскумырсайским грабеном (Дитмар, 1966). Высота Каратауских гор небольшая — от 2000 до 1000 м, снижается до 800—460 м на северо-западе. Юго-западные склоны пологие и протяженные, северо-восточные на большей части скалистые, крутые. Расчленены они логами и ущельями, по которым стекают реки и ручьи преимущественно весной. Распределение осадков по площади хребта неравномерное: до 800 мм в год выпадает в горах Боролдай, до 600—400 мм — в Ачисае, до 200 мм — в Туркестане и Яны-Кургане. В геологическом строении Каратау участвуют метаморфические, вулканогенные и осадочные породы. Широко распространен комплекс пород ордовика и протерозоя в ядре антиклинальной структуры (эффузивы, известняки, сланцы, гнейсы, доломиты, песчаники), а также известняки, доломиты, аргиллиты, песчаники, алевролиты девона и карбона. Синклинальный прогиб в виде узкой полосы между Большим и Малым Каратау выполняют юрские конгломераты, песчаники, алевролиты, углистые глины, угли. Интрузивные породы развиты ограниченно. Наиболее распространены в Каратау трещинные и трещинно-карстовые воды, приуроченные к трещинам выветривания и зонам тектонических нарушений. Трещиноватость, связанная с тектоническими нарушениями, прослеживается до глубины 300—400 м (Жеваго, 1957; Ахмедсафин, 1961).

Трещинно-карстовые воды приурочены к известнякам кембрия, ордовика, девона и карбона, разбитым многочисленными тектоническими разломами, пронизанным карстовыми воронками, каррами и подземными пещерами. С зо-

ной трещиноватости и карстовыми полостями этих пород на глубине от единиц метров (родники) до 100 м и более связаны подземные воды. Известняки, особенно турне, являются наиболее водообильными отложениями. Из них вытекают родники с расходами до 86 400—259 200 м³/сутки, или 1000—3000 л/сек (угольное месторождение Кельтемашат, ж.-д. ст. Сас-Тюбе, рудник Миргалимсай, водораздел рек Бадам и Сайрам). Обычно родники оживают весной, в период оттепелей и весенних дождей. Летом расход их резко сокращается, а малодебитные источники полностью пересыхают. Дебиты скважин достигают 4300—7800 м³/сутки (50—90 л/сек). Наиболее распространенные расходы источников и выработок 86—860 м³/сутки (1—10 л/сек). Здесь формируются пресные и ультрапресные (0,7—0,2 г/л) подземные воды гидрокарбонатного кальциевого и кальциево-магниевого состава:



Трещинные воды связаны с песчаниками, конгломератами, сланцами, углями, интрузиями различного возраста и в меньшей мере мергелями, кварцитами и эффузивами. Глубина залегания уровня колеблется от 0 до 30 м, реже до 50 м в зависимости от мощности зоны открытой трещиноватости. Дебиты родников и скважин варьируют от десятых долей до 3—6 л/сек (260—520 м³/сутки), несколько повышаясь у зон тектонических разломов. Подземные воды хорошего качества, минерализация до 1 г/л, состав гидрокарбонатный кальциевый и сульфатно-гидрокарбонатный натриево-магниевый.

Питаются подземные воды трещинного и трещинно-карстового типа за счет атмосферных осадков, проникающих в тектонические трещины и трещины выветривания, инфильтрации подрусловых потоков и поверхностных вод рек. Интенсивная циркуляция инфильтрующихся вод обусловлена большой площадной обнаженностью пород, многочисленными тектоническими разломами, карстовыми полостями и глубоким дренажем. Модуль подземного стока пород хр. Каратау колеблется от 0,9 до 21 л/сек с 1 км², причем наибольшие значения характерны для участков развития

карбонатных пород (Ахмедсафин, Шлыгина, Джабасов, Мухоряпова, 1970). Скорость движения подземных вод в горах изменяется от 1000 до 800 000 м/год, достигая нескольких метров в секунду в карстовых полостях (Ахмедсафин, Солнцев, 1973). Разгружаются подземные воды в горных долинах, у подножий гор в виде родников и в горных выработках рудников. Региональная разгрузка происходит в прилегающие артезианские бассейны — Келесский, Арысский и Кызылкумский.

Предгорные равнины юго-западных и северо-восточных склонов Каратау и Коржантау

Равнины вытянулись широкой (20—70 км) полосой у подножий горных хребтов. Поверхности равнин изрезаны логами и оврагами, по которым во время таяния снега стекают многочисленные ручьи и реки. Наиболее крупные из них Арысь, Бадам, Сайрам, Карачик, Келес, Бугунь, Боролдай.

Предгорная равнина Каратау представляет собой слившиеся конусы выноса, сложенные средне-верхнечетвертными галечниками с прослоями песков и супесей, часто сверху покрытыми лессовидными суглинками. Большие накопления аллювиально-пролювиальных пород характерны для юго-западных склонов Каратау, особенно в междуречье Арыси, Бадама и Сайрама, где их мощность достигает 127 м. На северо-восточном склоне хр. Каратау мощность отложений 10—30 м. По мере удаления от гор галечники сменяются крупнозернистыми, а затем мелкозернистыми песками. С этими породами связаны грунтовые воды, которые на отдельных участках имеют местный напор. Глубина залегания уровня подземных вод преимущественно 5—10 м, увеличивается до 18—26 м в предгорье и до 45 м в Арысской впадине. Мощность водоносного горизонта изменяется от нескольких метров до 40 м и даже 80 м в междуречье Бадам — Сайрам (рис. 18). Уклон зеркала грунтовых вод в среднем равен 0,001. Коэффициент фильтрации изменяется от 2,5 до 50 м/сутки. Соответственно и дебиты скважин варьируют от 17—86 м³/сутки (0,2—1 л/сек) на водораздельных участках до 1400—6500 м³/сутки (16—75 л/сек) при понижении уровня воды на 3—5 м в речных долинах Бадама, Сайрама и Карачика. Подземные воды пресные

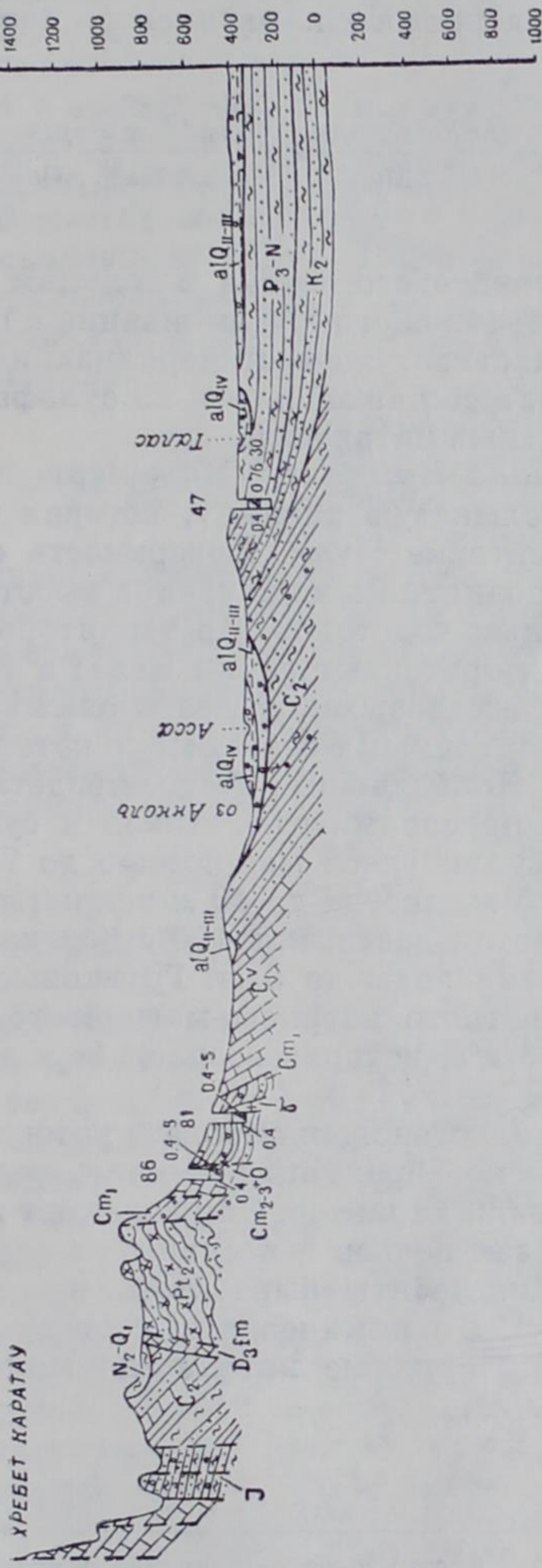
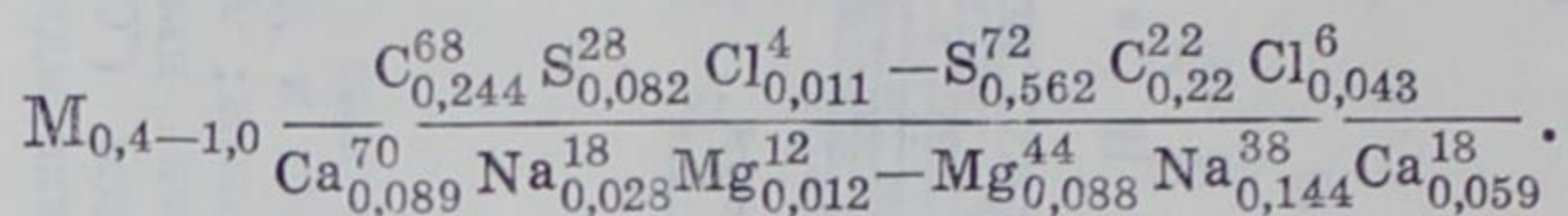


Рис. 18. Гидрогеологический разрез (р. Бадам — хр. Карактау — р. Талас). 1 — песчано-галечные породы; 2 — глины; 3 — пески; 4 — песчаники; 5 — конгломераты; 6 — суглинки; 7 — известняки и доломитизированные известняки; 8 — гнейсы и кристаллические сланцы; 9 — граниты; 10 — разломы; 11 — разломы водоносные; 12 — скважина. Цифра вверху — номер, у стрелки — абсолютная отметка пьезометрического уровня (м), слева первая — минерализация воды (г/л), вторая — температура воды (°С), справа первая — дебит (л/сек), вторая — понижение (м); 13 — химический состав воды: а — хлоридный, б — сульфатный, в — гидрокарбонатный; 14 — уровень подземных вод.

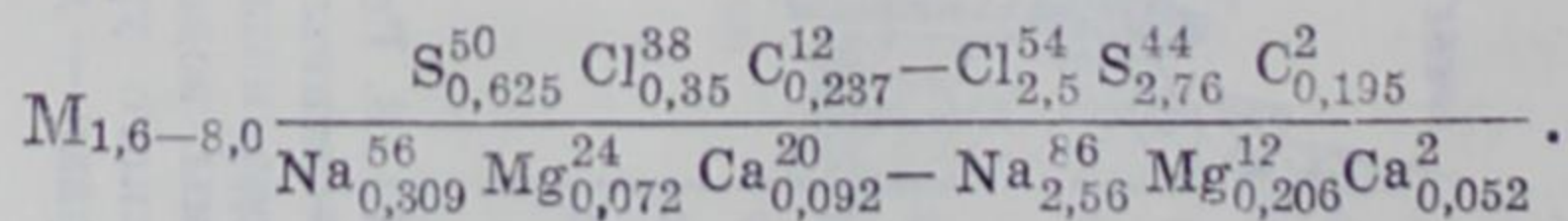
(0,2—1 г/л) гидрокарбонатного кальциевого и сульфатно-гидрокарбонатного натриевого и магниевое состава:



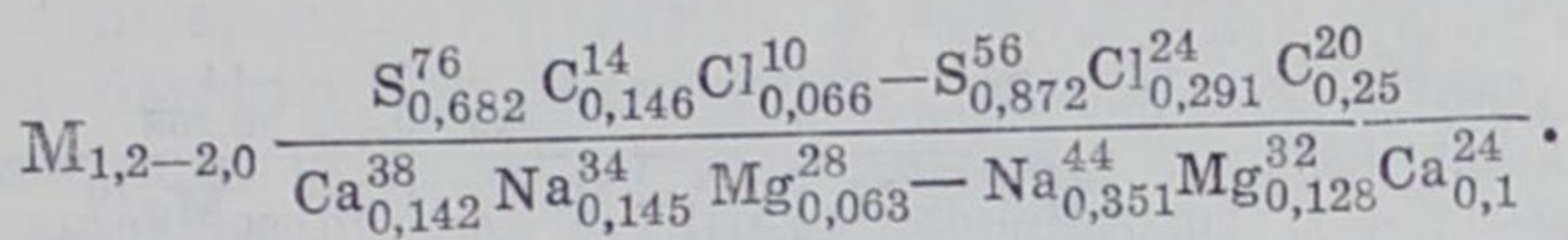
По мере движения грунтового потока к долинам Сыр-Дарьи и Чу происходит частичное его выклинивание с образованием заболоченных участков. Здесь минерализация воды возрастает до 7—15 г/л, а состав меняется на сульфатный и даже хлоридно-сульфатный натриевый.

Предгорная равнина Коржантау-Казыкурт представляет собой увалисто-холмистую равнину, которая в основном включает Приташкентские Чули. Поверхность ее характеризуется наличием поднятий в виде увалов высотой до 50 м, суходолов и временных водотоков. По территории с северо-востока на юго-запад протекают речки Келес и Куруккелес. Чули сложены верхнемеловыми, палеогеновыми, олигоцен-миоценовыми и четвертичными осадками, с которыми связаны подземные воды. Наибольший интерес представляют песчаные отложения с прослоями галечников и суглинков в долинах Келеса и Куруккелеса мощностью до 70 м. В них на глубине от 2 до 25 м, иногда до 40 м вскрыты грунтовые воды. Дебиты выработок достигают 400 м³/сутки (4,5 л/сек) при понижении уровня воды до 5 м. Грунтовые воды преимущественно сульфатного натриево-магниевое состава с минерализацией до 3 г/л, которая возрастает к долине Сыр-Дарьи до 5—7 г/л.

В палеогеновых и неогеновых породах, которые вскрыты в крыле Мансуратинской брахиантиклинали, подземные воды носят спорадический характер. Они залегают в маломощных прослоях и линзах песков и песчаников среди глин на глубине до 15—26 м. Дебиты выработок не превышают 86 м³/сутки (1 л/сек). По химическому составу воды сульфатно-хлоридные и хлоридные натриевые, минерализация повышенная (7—14 г/л):



Подземные воды меловых отложений вскрыты на Мансура-тинской структуре, где породы обнажаются или перекрыты суглинками небольшой мощности. Грунтовые воды вскрыты родниками и выработками на глубине до 30 м, ниже они имеют напор. Водовмещающими породами являются пески, песчаники, гравелиты, чередующиеся с алевролитами и глинами. В местах обнажения меловых пород выходят родники с расходами до 130 м³/сутки (1,5 л/сек). Вода в них слабоминерализованная (1—3 г/л) сульфатная, сульфатно-гидрокарбонатная и сульфатно-хлоридная смешанного катионного состава:



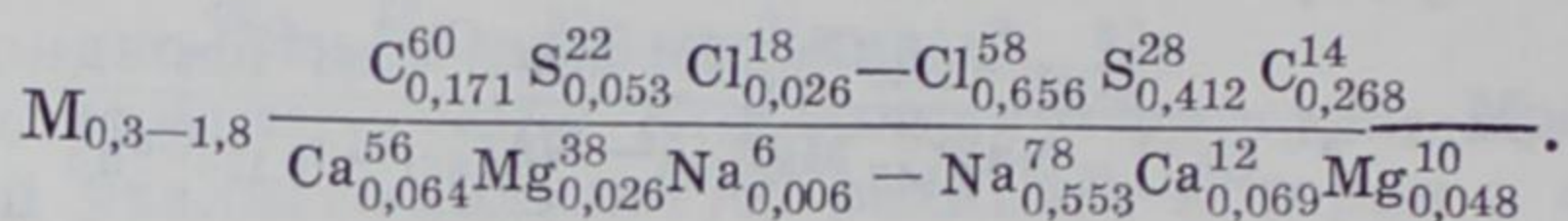
Четвертичные аллювиально-пролювиальные осадки предгорий, а также палеогеновые, неогеновые и меловые водоносные отложения постоянно подпитываются трещинными и трещинно-карстовыми водами хребтов Каратау, Коржантау, Пскемского и Угамского, речными и паводковыми водами, а также атмосферными осадками. Значительное влияние при этом оказывают зимние оттепели, которые часто бывают в горах.

Бугристо-грядовая равнина Кызылкумов

Бугристо-грядовая равнина Кызылкумов занимает значительную площадь в юго-западной части Чимкентской области по левому берегу р. Сыр-Дарьи. Это аккумулятивная золово-аллювиальная равнина с преобладанием бугристых, крупногрядовых и барханных форм рельефа, уклон с юга на север и к долине Сыр-Дарьи (абс. отм. 284—204 м). Гряды имеют длину 0,5—1,5 км, ширину до 50 м. Высота бугров и гряд достигает 30 м. Рельеф песчаной равнины нарушается возвышенностями в виде гор Карактау и поднятия Торткудук-Нурасы. Для района характерен жаркий сухой климат с количеством осадков, не превышающим 200 мм в год.

Бугристо-грядовая равнина сложена туранской свитой неоген-четвертичных осадков, представленных мелко- и крупнозернистыми песками с включением гравия. Пески содержат прослойки глин, песчаников, лессовидных суглинков,

не выдержанных по мощности. Мощность обводненной толщи изменяется с юга на север от первых десятков метров до 130—180 м. Глубина залегания кровли водоносного горизонта колеблется от 8 до 42 м, преобладает 13—25 м. Производительность выработок, вскрывших преимущественно верхнюю часть водоносного комплекса, варьирует в пределах 1—3 л/сек (8—260 м³/сутки) и более. Поток подземных вод направлен от возвышенной южной части Кызылкумов на северо-запад. Уклон его составляет в среднем 0,0004. По минерализации грунтовые воды относятся в основном к слабосоленатым (1—3 г/л) смешанного состава:

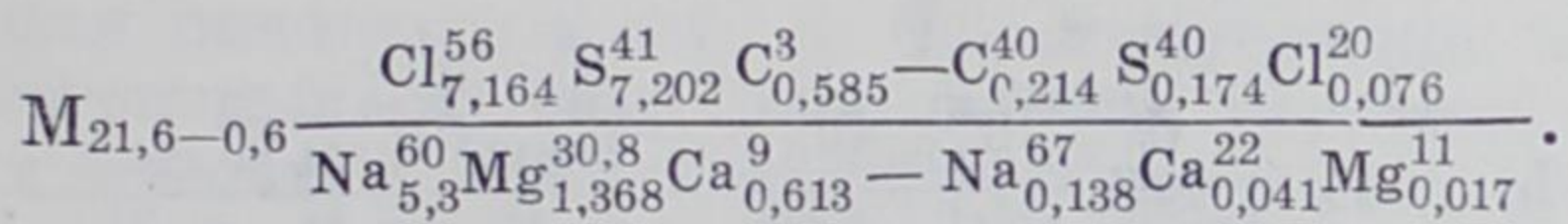


На отдельных участках южной и северной оконечностей песков вода пресная гидрокарбонатного кальциевого состава. В межгрядовых понижениях, где эоловые пески подстилаются глинистыми породами неогена, встречаются участки слабосоленых вод сульфатно-хлоридного и хлоридного натриевого состава. Кроме неоген-четвертичных осадков, слагающих равнину, на поверхность выходят породы мелового и палеогенового возраста (в сводах антиклинальных складок Карактау и Торткудук-Нурасы). Отложения представлены переслаиванием песков, песчаников, глин, известняков, с которыми связаны подземные воды напорного и грунтового типов. Глубина залегания последних находится в интервале 0—30 м. Весной на склонах возвышенностей появляются родники. Дебиты родников и колодцев измеряются долями литра в секунду (8—43 м³/сутки). Вода слабоминерализованная с сухим остатком 1—3 г/л. Формируются подземные воды в основном за счет просачивания зимних и весенних осадков. Кроме того, питание происходит за счет подтока из вышележащих районов.

Бугристо-грядовая равнина западных Муюнкумов

Песчаные массивы Муюнкум занимают сравнительно небольшую площадь в центральной части области и слагают гряды значительно большей протяженности, чем в восточных Муюнкумах. Высота гряд достигает 40—50 м, а ши-

рина их и межгрядовых понижений—3—5 км (Ахмедсафин, 1951). С песками связаны грунтовые воды, залегающие на глубине от 10 до 30—50 м в южной части песков и до 5—10 м, реже до 10—30 м в северной, прилегающей к долине р. Чу. Мощность водоносного горизонта от 20 м в восточной уменьшается до нескольких метров в западной части Муюнкумов и в долине р. Чу. Местами на широких межгрядовых понижениях грунтовые воды приближаются к поверхности, образуя солончаки и соленые озера. Формируются подземные воды песчаных массивов преимущественно путем фильтрации поверхностных вод р. Талас и зимних атмосферных осадков, которые, накапливаясь в межбугристых понижениях, весной быстро проникают до уровня грунтовых вод. Определенная роль отводится подземному стоку со стороны предгорных равнин. Здесь распространены преимущественно солоноватые воды сульфатного и хлоридного натриевого состава. Только в местах интенсивного подтока пресных вод, к северу от низовий р. Талас, распространены пресные воды гидрокарбонатного натриевого и кальциевого состава:

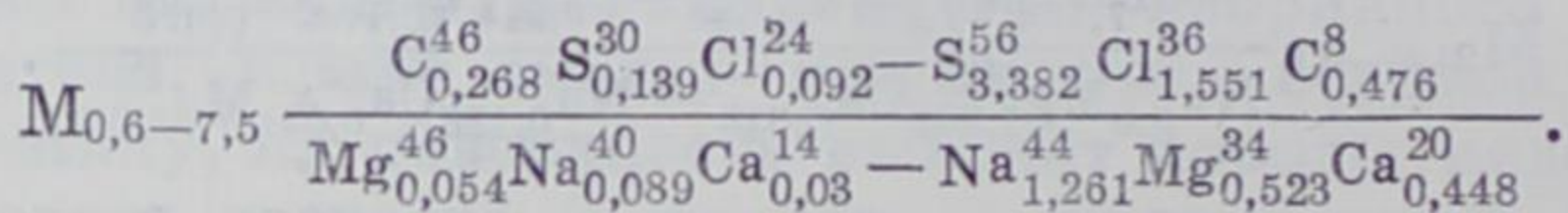


Грунтовые воды расходуются путем транспирации, испарения и стока в соленые озера. Расходы немногочисленных скважин и колодцев низкие — от 20 до 50 м³/сутки (0,2—0,6 л/сек), реже достигают 130 м³/сутки (1,5 л/сек).

Присырдарьинская аллювиальная равнина

Долина Сыр-Дарьи (по среднему течению реки) занимает полосу шириной в 15—75 км. Абсолютные отметки ее снижаются с юга на север от 250 до 160 м, уклон не превышает 0,0003. Поверхность равнины покрыта такырными участками, изрезана сухими руслами, изобилует старицами, озерами, арыками и каналами. Территория представляет собой слабовыраженные террасы р. Сыр-Дарьи, сложенные средне-верхнечетвертичными отложениями мощностью от первых десятков до 100—130 м. В верхней части разреза преобладают супеси и суглинки, в нижней — пески, иногда с включением гравия. В толще пород на глубине от единиц

метров в пойме до 9—20 м по мере удаления от нее залегают подземные воды. Уровень грунтовых вод подвержен колебанию, достигающему 1,5—2 м в июне — июле. В это время заполняются речной водой озера и старицы, которые позже почти высыхают. Дебиты скважин варьируют от 8 до 860 м³/сутки (0,1—10 л/сек) и даже до 1300 м³/сутки (15 л/сек) при понижении уровня воды на 1—8 м. Коэффициент фильтрации изменяется в пределах 1—25 м/сутки в песках, десятых долей метров в сутки в суглинистых породах. Водоотдача пород 0,10—0,15. Грунтовые воды имеют пестрый состав. В пойменной части долины воды пресные и слабосоленоватые (1—3 г/л) гидрокарбонатно-сульфатного магниево-натриевого состава. Минерализация увеличивается на террасах и достигает 30 г/л и более на отдельных участках подпора вод долины Сыр-Дарьи грунтовым потоком аллювиально-пролювиальной равнины. Кроме того, повышенная минерализация наблюдается вблизи соленых озер и близкого залегания палеогеновых гипсоносных глин. Здесь преобладают воды сульфатного и хлоридного натриевого типа:



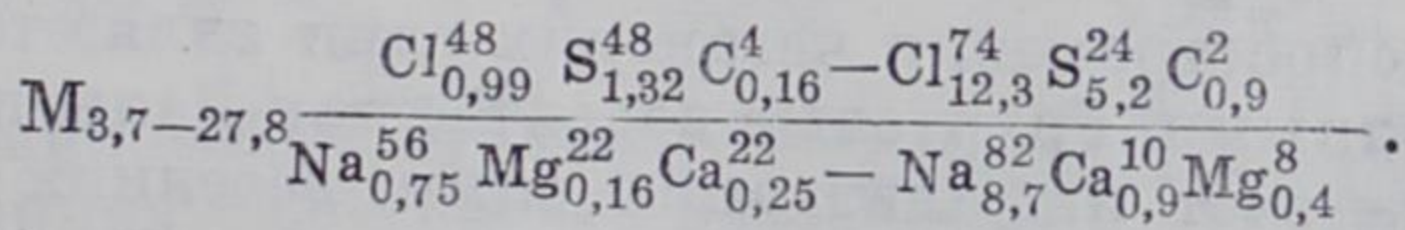
Режимными наблюдениями установлено, что водоносный горизонт аллювиальных отложений питается в правобережной части за счет подтока подземных вод предгорной равнины хр. Каратау, а в левобережной за счет поверхностных вод реки, особенно во время паводка. Большую роль в питании играют атмосферные осадки. Разгружаются грунтовые воды путем испарения, транспирации растениями и каптажа колодцами и скважинами, используемыми для водоснабжения совхозов и колхозов.

Аллювиальная равнина реки Чу

В пределы Чимкентской области р. Чу входит низовьями, представляющими собой равнину шириной от 10 до 30 км и более. Здесь единое выраженное русло отсутствует. Поверхность долины имеет весьма слабый уклон (0,00017) с востока на запад. Характерной особенностью территории

является наличие многочисленных озер, соров и солончаков, которые являются областью разгрузки подземных вод. На равнине встречаются отдельные гряды и бугры эолового происхождения. Долина р. Чу сложена четвертичными аллювиальными породами, залегающими на палеогеновых глинах. Отложения представлены двумя повсеместно выдержанными слоями: сверху — супесями и суглинками мощностью от 0,3 до 5 м, иногда больше и внизу — мелко- и тонкозернистыми песками. Пески содержат грунтовые воды, залегающие довольно близко к поверхности (0,3—5 м), и поэтому уровень их всецело зависит от паводковых разливов р. Чу. Только по бортам долины глубина залегания подземных вод увеличивается до 5—10 м, а на участках останцов палеогеновых пород достигает 30 м. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород довольно низкий — 0,5—1,5 м/сутки. Дебиты колодцев и скважин также малы — 17—200 м³/сутки (0,2—2,3 л/сек) при понижении уровня воды на 1—6 м.

Основное питание грунтовые воды получают за счет фильтрации паводковых вод р. Чу, поступления напорных вод палеогеновых отложений и подтока грунтовых вод с песчаных массивов Муюнкум. Расходятся они преимущественно на транспирацию и испарение. Условия подземного стока крайне затруднены ввиду малых уклонов подземного потока (менее 0,0001) и плохой водопроницаемости пород, поэтому грунтовые воды имеют весьма пеструю минерализацию. Преобладают воды соленые с сухим остатком 10—50 г/л сульфатного и хлоридного натриевого состава:



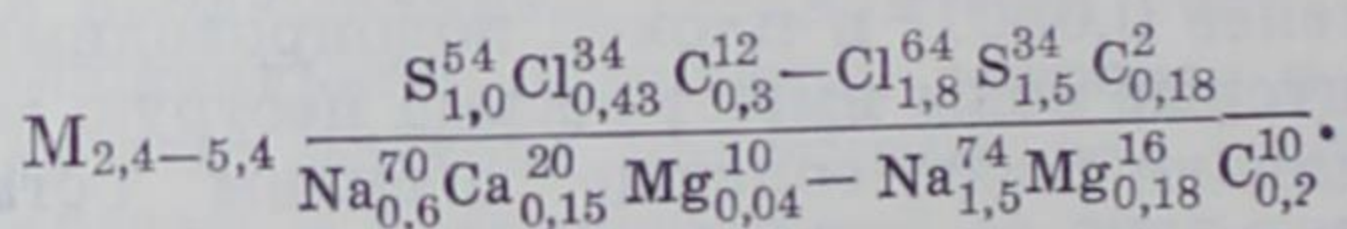
Только в южной части долины, на участках примыкания аллювиальной равнины к пескам Муюнкум, вскрыты грунтовые воды с минерализацией до 3 г/л того же состава.

Юго-западная часть плато Бетпак-Дала

Рассматриваемая часть Бетпак-Далы представляет собой слабо расчлененное плато с небольшими бессточными котловинами, наклоненное с северо-востока на юго-запад в сторону рек Чу и Сарысу, где оно обрывается крутыми чин-

ками. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 260 до 320 м. Плато сложено в основном палеогеновыми породами, и только отдельные мелкие котловины выполнены мало-мощными четвертичными осадками. На значительной части территории обнажаются мелко- и грубозернистые пески асканзорской свиты палеогена. Мощность песков незначительна: от 5—10 м на северо-востоке до 30—44 м в центре, на юге уменьшается до 1—5 м.

Пески содержат прослой и линзы алевролитов, глин и песчаников. С песками связаны грунтовые воды, которые залегают преимущественно на глубине 10—30 м, хотя в некоторых понижениях обнаруживаются на глубине 5—40 м, а вдоль чинков по левобережью р. Сарысу отмечен выход родников и мочажин. Производительность родников и колодцев невысокая: от десятых долей до 8 м³/сутки (0,1 л/сек), а в скважинах получены расходы до 173 м³/сутки (2 л/сек) при понижении уровня воды на 2—8 м. Минерализация воды варьирует от 0,5 до 4 г/л. На преобладающей площади развиты грунтовые воды с минерализацией 1—3 г/л, состав сульфатный натриевый. На небольшой площади в западной и юго-западной частях Бетпак-Далы распространены солоноватые и слабосоленые воды с минерализацией от 3 до 10 г/л аналогичного или хлоридного натриевого состава:

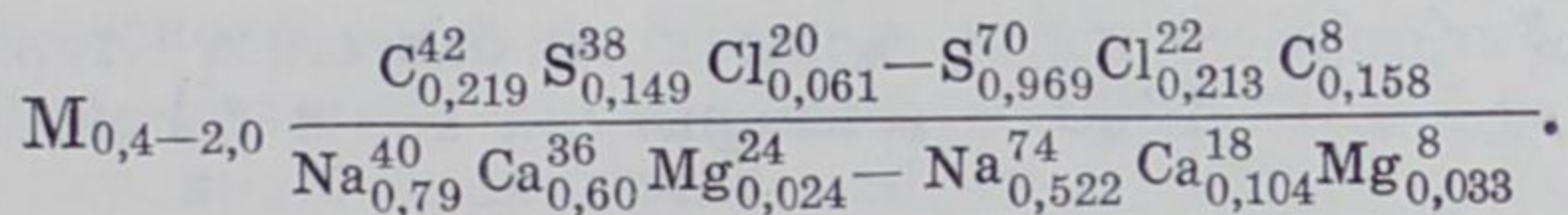


Участки распространения чеганских глин являются практически безводными. Грунтовые воды Бетпак-Далы питаются в основном за счет инфильтрации зимне-весенних атмосферных осадков, которые, скапливаясь в понижениях с наступлением положительных температур воздуха, частично проникают до уровня грунтовых вод, пополняя их запасы.

Артезианские воды. На территории области располагаются два крупных артезианских бассейна — Кызылкумский и Муюнкум-Бетпакдалинский, а также более мелкие — Келесский и Арысский.

Кызылкумский артезианский бассейн в пределах области занимает наиболее глубокую часть Сырдарьинской впадины, сложенной породами палеогенового и мелового возра-

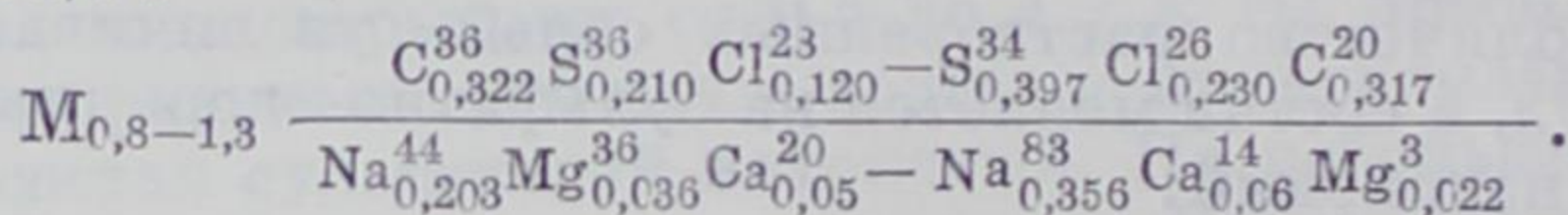
ста. Мощность отложений в связи с погружением палеозойского фундамента с севера на юг изменяется от 1000 до 3000 м (Кунин, 1968). Кайнозойские осадки представлены водонепроницаемыми породами и являются водоупорной кровлей для нижележащих пород. Широко распространены в бассейне напорные воды верхне- и нижнемеловых отложений, связанные с песчаными горизонтами мощностью 30—150 м. На отдельных участках мощность водоносной толщи увеличивается до 200—280 м. Буровые скважины вскрыли напорные воды на глубине 150—300 м, в мульдах центральной части бассейна — на 700—1000 м. На большей части территории артезианские воды высоконапорные и самоизливающиеся. Дебиты скважин на самоизливе и при откачках колеблются от 3 до 30 л/сек (260—2600 м³/сутки) при понижении уровня воды на 5—20 м. Напорные воды верхнемеловых отложений пресные гидрокарбонатного натриевого и кальциевого состава с минерализацией 0,3—1 г/л, распространены в предгорьях Каратау. С продвижением на северо-запад количество растворенных солей увеличивается до 1,5—3 г/л, а состав меняется на сульфатно-хлоридный и хлоридный натриевый:



В нижнемеловых отложениях вода слабосоленая и слабосоленая (3—10 г/л) хлоридно-сульфатного натриевого состава. Температура воды от 10—15° в областях питания повышается до 50° и более в погруженных частях бассейна.

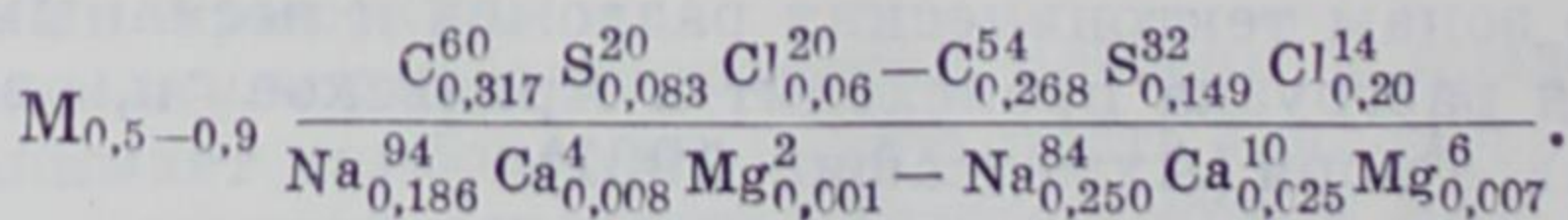
Формирование артезианских вод происходит в горных обрамлениях бассейна — горах Каратау, в хребтах Коржантау, Пскемском и Угамском за счет перетекания трещинно-карстовых вод, а также просачивания атмосферных осадков на участках обнажения меловых пород. Частично они питаются напорными водами Келесского и Арысского бассейнов. Разгружаются напорные воды в виде родников на предгорьях, антиклинальных поднятиях Карактау и Джусалинском, по зонам тектонических разломов и песчаным окнам. Основная разгрузка происходит в Аральское и, вероятно, Каспийское моря (Ахмедсафин, 1961).

Арысский артезианский бассейн занимает одноименный прогиб, выполненный мезозой-кайнозойскими осадками мощностью до 3000 м (Кунин, 1968). Артезианские воды приурочены к хорошо выдержанным горизонтам песков, песчаников, гравелитов нижнего и верхнего мела. Мощность песков нижнего мела 20—40 м, дебиты скважин на самоизливе 86 м³/сутки (1 л/сек). Напорные воды слабосоленые (8—10 г/л) с повышенным содержанием сульфатов (Ахмедсафин, Батабергенова и др., 1968). Напорные воды верхнемеловых отложений связаны с песками и гравийниками, глубина залегания которых в основном составляет 200—600 м. Мощность песчаных отложений 40—60 м, увеличивается вблизи Каратау до 80—120 м. Подземные воды самоизливающиеся, уровень устанавливается на 5—17 м выше поверхности. Дебиты скважин варьируют от 5 до 50 л/сек (432—4320 м³/сутки). По химическому составу они смешанные сульфатно-хлоридные натриевые с минерализацией 0,7—1,5 г/л:



Нередко напорные воды Арысского бассейна термальные, на глубине 450—1200 м температура воды достигает 40—86°.

Келесский артезианский бассейн занимает прогиб, расположенный на территории Приташкентских Чулей. Водовмещающими породами являются верхнемеловые пески, песчаники и конгломераты, которые вскрыты скважинами на глубине 500—2215 м. Мощность водоносных отложений изменяется от 5 до 40 м. Воды высоконапорные и самоизливающиеся. Уровни устанавливаются на 7—70 м выше поверхности для водоносного горизонта альб-сеноманских отложений и ниже на 4—30 м для сенон-туронских. Дебиты скважин варьируют от единиц до 4320 м³/сутки (50 л/сек) на самоизливе, родников — 26—216 м³/сутки (0,3—2,5 л/сек). Воды пресные гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные натриевые с минерализацией до 1 г/л (Ахмедсафин, Батабергенова и др., 1968):



Артезианские воды альб-сеноманских отложений относятся к термальным ($t = 30 - 70^\circ$).

Питаются напорные горизонты Келесского и Арысского артезианских бассейнов в хребтах Коржантау, Пскемском, Угамском и Туркестанском за счет перетекания трещинно-карстовых вод и фильтрации атмосферных осадков на участках выхода меловых пород. Здесь поглощается до $30 \text{ м}^3/\text{сек}$ поверхностного и подземного стока с гор. Областью разгрузки напорных вод является Кызылкумский бассейн.

Муюнкум-Бетпақдалинский артезианский бассейн расположен в северной части области, где связан с крупной Чу-Сарысуйской депрессией. Она выполнена эффузивно-осадочными, терригенными и осадочными породами среднего — верхнего палеозоя, которые перекрыты мощной (до 1000 м) толщей мезозой-кайнозойских отложений. С ними связаны преимущественно напорные воды, вскрытые на различных глубинах. В допалеозойских и нижнепалеозойских породах (гнейсы, порфириды, кварциты, сланцы) они залегают на глубине до 5 км. Воды в них соленые и рассольные сложного химического состава (Ахмедсафин, Джабасов, 1969; Ахмедсафин, Батабергенова, Джабасов, Дубровина, 1971).

Напорные воды среднепалеозойских эффузивно-осадочных пород установлены лишь в прибортовых частях впадины на глубине 1000—1800 м в порфиридах и кварцевых порфирах. По качеству они слабосоленые сульфатные натриевые.

Напорные воды средне-верхнепалеозойских осадочно-терригенных, галогенных и карбонатных пород распространены почти повсеместно во впадине, кроме северо-западного погружения хр. Большой Каратау и Аккольского выступа фундамента на склоне хр. Малый Каратау. Подземные воды солоноватые и соленые сульфатные и хлоридные натриевые, связаны с алевролитами, аргиллитами, гипсом, каменной солью, залегают на глубине от 30—300 до 1100—3000 м. Дебиты скважин не превышают $130 - 276 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($1,5 - 3,2 \text{ л/сек}$) при понижении уровня воды до 8 м.

Напорные воды юрских отложений вскрыты одной скважиной на северо-западном окончании хр. Каратау на глубине 509 м в алевролитах с прослоями песчаников и углей. Дебит скважины составил сотые доли литра в секунду, минерализация воды — $2,8 \text{ г/л}$, состав хлоридный натриевый.

Напорные воды верхнемеловых отложений связаны преимущественно с песками и песчаниками, разделенными прослоями глин, аргиллитов и мергелей. Мощность водовмещающих пород изменяется от 3—70 м в северной и восточной частях бассейна до 150—200 м в западной. Глубина залегания напорных вод верхнемеловых отложений от 30—50 м на севере возрастает до 600—700 м на юге впадины. Подземные воды высоконапорные самоизливающиеся,

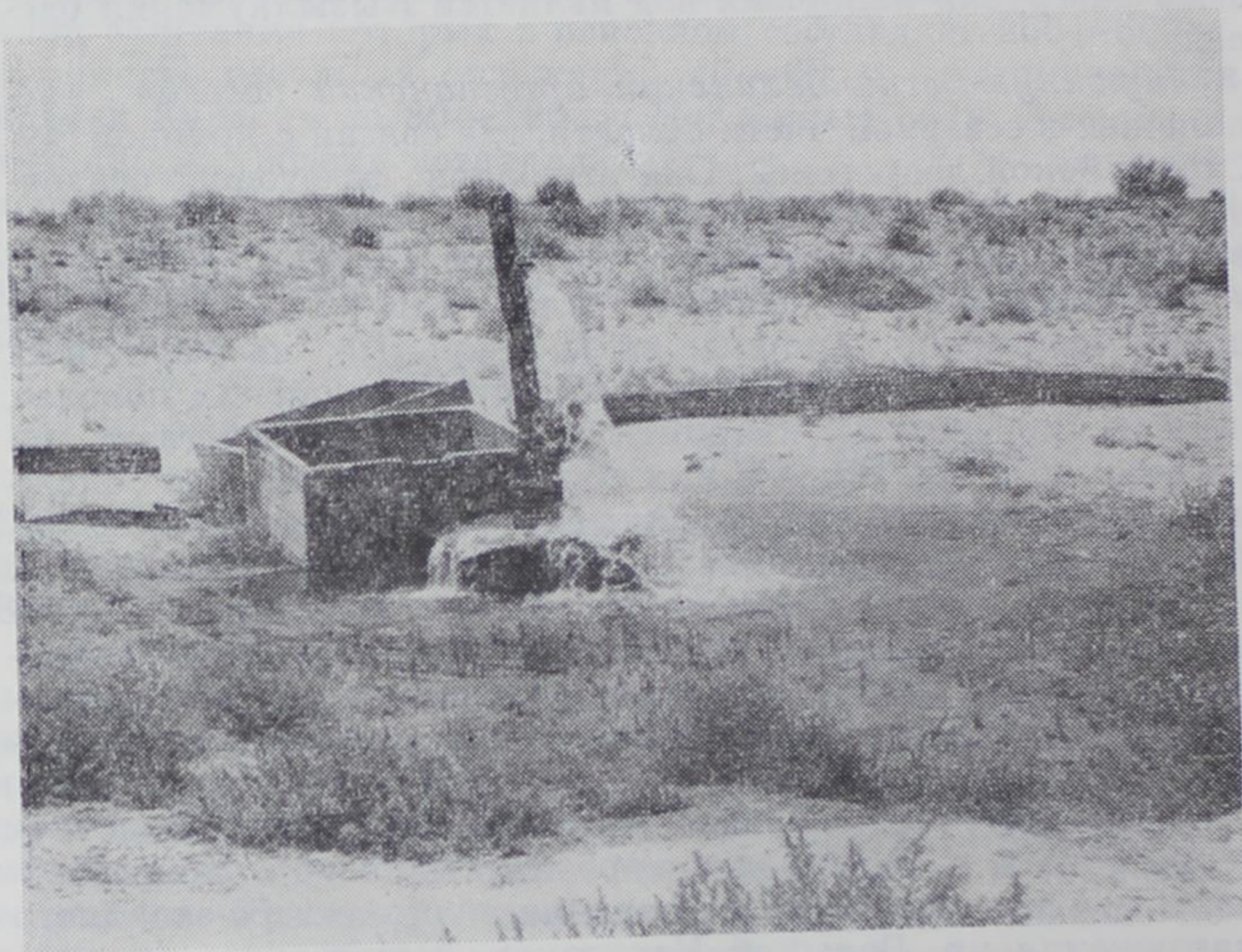
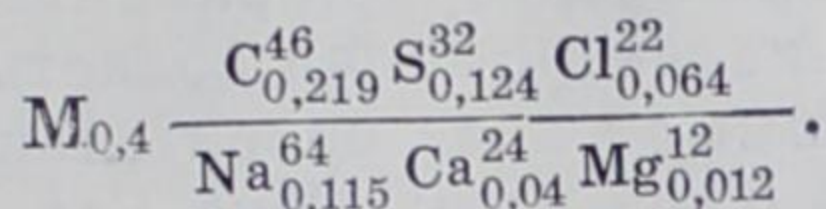


Рис. 19. Скважина в свх. им. Энгельса, вскрывшая напорные воды палеоцен-эоценовых отложений. Расход 17 л/сек. Вода пресная. Фото В. К. Сидорова.

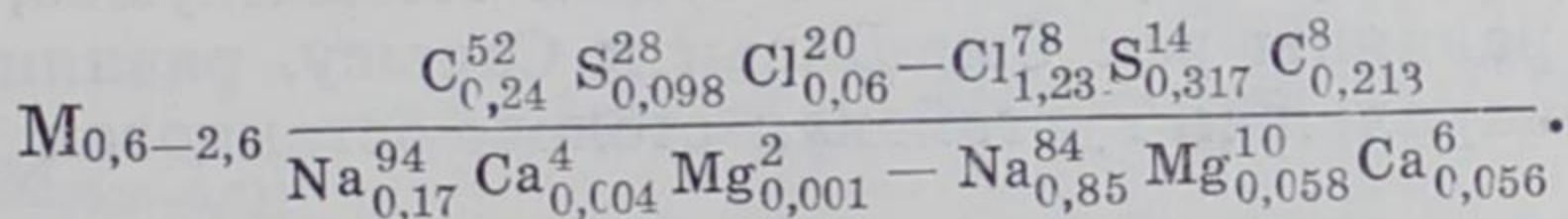
пъезометрический уровень устанавливается выше дневной поверхности на 5—30 м и только у Уланбель-Таласского поднятия и в Бетпак-Дале — на 5—60 м ниже. Водообильность пород изменяется от долей до 8—40 л/сек (690—3450 м³/сутки). Подземные воды имеют минерализацию 1—3 г/л, состав преимущественно хлоридный натриевый. Вдоль Сузакского разлома и в южной части Сузакской впадины встречены пресные гидрокарбонатные кальциевые, магни-

вые и натриевые воды с минерализацией 0,4—0,9 г/л (Ахмедсафин, Джабасов, Дубровина, 1973):



Напорные воды палеогеновых отложений (палеоцен-эоценовых) залегают в прослоях песков мощностью от 5—10 до 20—40 м. Общая мощность водосодержащих пород достигает 80—120 м при суммарной мощности палеогеновых отложений до 200 м. Глубина залегания напорных вод палеогена изменяется от 25—60 до 400—500 м в южной части бассейна. Воды напорные, самоизливающиеся; пьезометрические уровни устанавливаются выше поверхности земли на 3—50 м и только на отдельных участках — на 2—40 м ниже (Ахмедсафин, 1961).

Расходы скважин изменяются в широких пределах: от 254—430 до 600—10 000 м³/сутки (3—115 л/сек), но чаще составляют 860—1700 м³/сутки (10—20 л/сек) (рис. 19). Воды преимущественно пресные и слабосоленоватые (минерализация до 3 г/л) гидрокарбонатные кальциевые и натриевые, реже хлоридно-сульфатные и хлоридные натриевые:



КЗЫЛ-ОРДИНСКАЯ ОБЛАСТЬ

Территория области занимает центральную часть Туранской низменности с общим уклоном к Аральскому морю. Значительные площади ее покрыты бугристо-грядовыми песками Приаральских Каракумов, Арыскумов и Северных Кызылкумов с участками такыров, котловин выдувания, сухими руслами временных водотоков. Центральная часть области занята аллювиальной равниной и р. Сыр-Дарьей, которая, меандрируя, образует многочисленные протоки, старицы и озера. Повышенные участки территории представляют собой столово-останцовые равнины Северного Приаралья и Тургайского плато, сменяющиеся у восточной границы области предгорными равнинами, а затем горами Каратау.

Абсолютные отметки поверхности изменяются в пределах 70—85 м на побережье Аральского моря, 100—180 м в песках и 210—300 м на предгорной равнине.

С юго-востока на северо-запад область пересекает р. Сыр-Дарья с отходящими от нее оросительными каналами и крупной протокой Кара-Узьяк. Река Сарысу входит в пределы территории своими низовьями. На западе к области примыкает Аральское море с соленой водой (минерализация 10—13 г/л).

Климат Кызыл-Ординской области типично пустынный с незначительным количеством атмосферных осадков и резкой сменой температур в течение года и суток. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет (мм): в Казалинске — 132, в Кызыл-Орде — 103 и в Чирик-Рабате — 89. Испарение в 10 раз превышает годовую сумму осадков. На территории постоянно дуют сильные северо-восточные ветры.

Неравномерное распределение атмосферных осадков в сочетании с различными формами рельефа, определяющими накопление подземных вод, позволило выделить несколько районов, характеризующихся своеобразными гидрогеологическими условиями: горный район, прилегающие предгорные равнины, бугристо-грядовые равнины Приаральских Каракумов, Арыскумов и Северных Кызылкумов, аллювиальные равнины рек Сыр-Дарья и Сарысу, равнины Северного Приаралья и Тургайская столово-останцовая равнина.

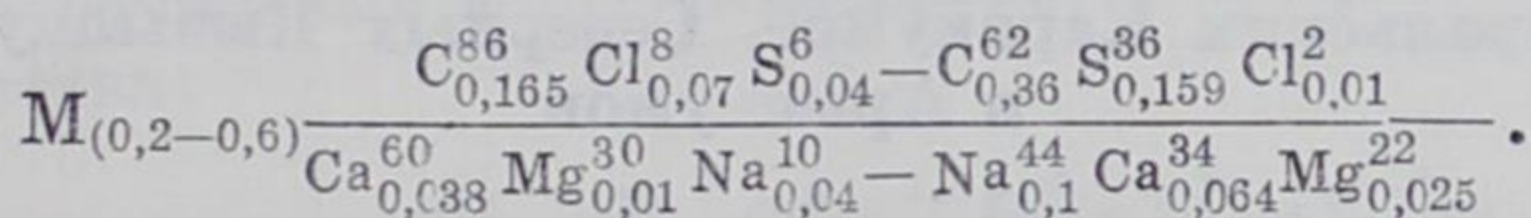
Горный район

Горный район охватывает северо-западную наиболее низкую часть хр. Каратау с абсолютными отметками 460—800 м. Самая высокая точка — гора Бала-Саускандык (879 м). Вершины гор здесь более сглажены, а склоны значительно меньше расчленены логами и ущельями, чем в центральной части; родники и речки носят сезонный характер и маловодны. Среднегодовое количество осадков по ст. Туркестан составляет 187 мм. В геологическом строении района принимают участие песчаники, сланцы, конгломераты, известняки, доломиты и мергели ордовика, кембрия и девона. Породы метаморфизованы, дислоцированы, разбиты трещинами, местами закарстованы. Они являются аккумуляторами подземных вод. К известнякам и доломитам при-

урочены трещинно-карстовые воды, глубина циркуляции которых изменяется от единиц до 50—100 м и более. Подземные воды образуются в результате просачивания атмосферных осадков и временных водотоков по трещинам и карстовым полостям. Среднее значение коэффициента просачивания для карбонатных пород палеозойского и допалеозойского возраста изменяется от 0,2 до 0,5 (по аналогии с Джезказган-Улутауским районом Центрального Казахстана). Дебиты родников незначительные — 17—172 м³/сутки (0,2—2 л/сек). В летние месяцы, когда осадков выпадает 10—15 мм, они пересыхают. По химическому составу вода гидрокарбонатная или гидрокарбонатно-сульфатная кальциевая с минерализацией 0,2—0,5 г/л.

Трещинные воды, приуроченные к песчаникам, сланцам и аргиллитам, распространены широко. Формируются они за счет просачивания снеготалых и дождевых вод на глубине до 50 м. Вследствие слабой трещиноватости коэффициент просачивания в этих породах значительно ниже — 0,004—0,2.

Родники малodeбитные (расход 8—86 м³/сутки), вода пресная и слабосоленоватая гидрокарбонатного и гидрокарбонатно-сульфатного состава:

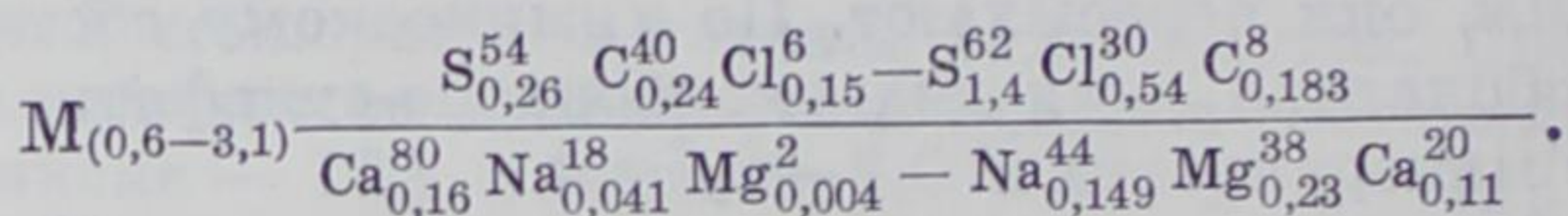


Трещинные и трещинно-карстовые подземные воды разгружаются в виде родников в весенне-осенний период на склонах гор и в логах, частично перетекают в предгорные равнины.

Предгорные равнины северо-западного окончания хребта Каратау

Предгорные равнины, образованные от слияния конусов выноса горных речек (шириной 10—30 км), сложены средне-верхнечетвертными гравийно-галечниками с прослоями глин, суглинков, супесей, переходящими у подошвы в мелкозернистые пески и супеси. Обладая хорошими филь-

традиционными свойствами, конусы являются коллекторами подземных вод, которые образуются за счет инфильтрации атмосферных осадков, потерь родниковых вод, временных водотоков, речных вод и подпитывания трещинными водами. Глубина залегания водоносного горизонта колеблется от 2—5 до 15 м. Дебиты колодцев и скважин 8—173 м³/сутки (0,1—2 л/сек), реже 260 м³/сутки (3 л/сек) при понижении уровня воды на 1—9 м. Грунтовые воды сульфатного и сульфатно-гидрокарбонатного кальциевого и натриевого состава имеют минерализацию в основном 1—3 г/л:

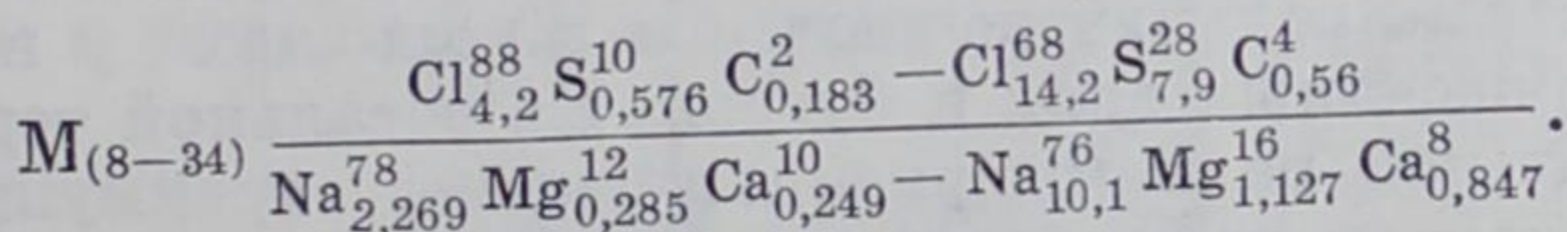
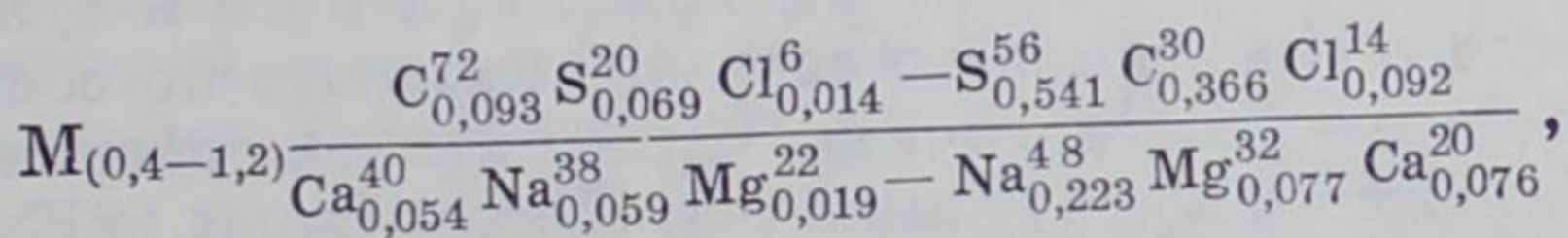


Большие площади на предгорной равнине северо-восточных склонов Каратау занимают отложения плиоцена. Это красноватые глины с линзами песков, песчаники и гравелиты, в которых подземные воды носят спорадический характер. Расходятся подземные воды за счет испарения, транспирации и перетекания в водоносные горизонты Муюнкум-Бетпакдалинского артезианского бассейна.

Бугристо-грядовые равнины Приаральских Каракумов, Северных Кызылкумов и Арыскумов

Равнины занимают более половины территории области. *Приаральские Каракумы* расположены в северной части области между Аральским морем и юго-западным окончанием Улутауского низкогорья. Пески *Арыскум* обрамляют с запада и юго-запада оз. Арыс. Массивы песков *Северных Кызылкумов* расположены в южной части и протягиваются далеко на юг, в пределы Узбекской и Туркменской ССР. Бугристо-грядовые пески, чередующиеся с межгрядовыми понижениями, на отдельных участках переходят в такырную равнину с разрозненными закрепленными грядами песков. В Северных Кызылкумах, где пески имеют наибольшую мощность, встречаются барханы, а гряды достигают высоты 30—45 м. На остальных песчаных массивах высота гряд составляет 5—15 м. Песчаные бугры и гряды сложены тонко- и мелкозернистыми часто пылеватыми песками, в кото-

рых в результате таяния снега и просачивания осенне-весенних осадков формируются грунтовые воды. Глубина залегания их изменяется от первых единиц до 25—30 м. Режимными наблюдениями установлено, что амплитуда колебания уровня подземных вод 1—1,5 м. Уклон зеркала грунтовых вод направлен к побережью Аральского моря и долине Сыр-Дарьи. Водоотдача песков слабая, расходы водопунктов колеблются от 8 до 43 м³/сутки, реже до 86 м³/сутки (0,1—0,5, реже 1 л/сек) при понижении уровня воды на 0,5—3 м. Коэффициент фильтрации составляет 0,007—0,01 м/сутки для тонкозернистых, 0,13—1,0 м/сутки для среднезернистых и 5 м/сутки для крупнозернистых песков. Водоотдача соответственно равна 0,10—0,15. Подземные воды песчаных массивов имеют минерализацию от 0,3 до 30—70 г/л. Такое пестрое качество воды объясняется различными фильтрационными свойствами пород, засоленностью подстилающих пород, характером и количеством выпадающих атмосферных осадков, близостью солончаков и Аральского моря. Пресные и слабосоленоватые грунтовые воды гидрокарбонатного кальциевого и сульфатно-гидрокарбонатного натриевого состава с минерализацией 0,3—3 г/л распространены в Приаральских Каракумах и Арыскумах. В Северных Кызылкумах встречаются как пресные, так и соленые грунтовые воды смешанного и хлоридного натриевого состава:

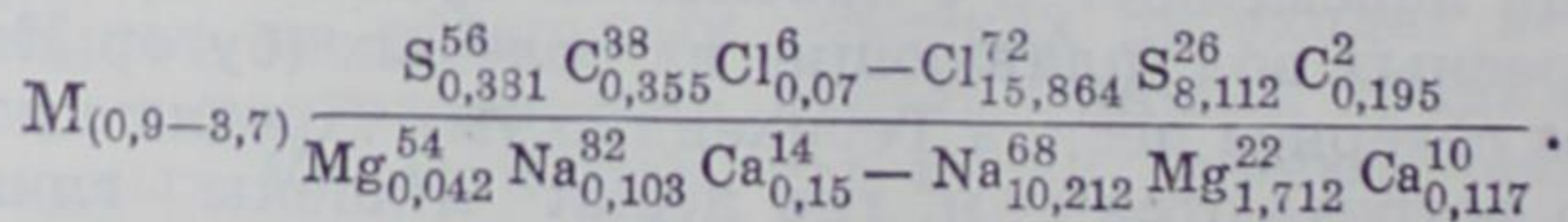


На отдельных участках Северных Кызылкумов, где песчаная толща перемежается с прослоями суглинков, встречены линзы пресных вод, плавающие на соленых (бугор Конуртобе, линзы севернее песков Терекендыкум). Пресные воды чаще всего встречаются там, где пески лишены глинистых примесей, хорошо отсортированы, изолированы от нижележащих соленых вод и хорошо дренированы. Грунтовые воды песчаной пустыни разгружаются за счет испарения, стока в межрядовые понижения и транспирации.

Аллювиальные равнины рек Сыр-Дарьи и Сарысу

Центральную часть территории области занимает *аллювиальная равнина р. Сыр-Дарьи* шириной в несколько десятков километров. Равнина имеет слабый уклон с востока на запад (0,002—0,003). Поверхность ее покрыта такырами, отдельными грядами песков, сухими руслами рек. Большие площади в устье Сыр-Дарьи, где она образует широкую дельту, заболочены. Аллювиальная равнина сложена водоносными средне- и верхнечетвертичными отложениями (пески и супеси, переслаивающиеся с прослоями и линзами глин). В нижней части разреза преобладают среднезернистые пески с включением гравия. Мощность водоносного горизонта невыдержана, изменяется от 2 до 50 м, увеличиваясь от дельты на восток. Глубина залегания подземных вод вдоль оросительных каналов, в пойме Сыр-Дарьи, на орошаемых площадях, в сухих руслах рек Жана-Дарьи и Куван-Дарьи варьирует от 0,8 до 3—5 м, увеличиваясь на второй и третьей террасах до 15—19 м.

Питание подземные воды получают за счет атмосферных осадков, потерь русловых вод реки и из большой системы оросительных каналов. В вегетационный период уровень подземных вод вдоль оросительных каналов повышается до 1 м, а в зоне влияния Сыр-Дарьи во время паводка — до 3 м. Здесь обычно распространены пресные и слабосоленоватые подземные воды гидрокарбонатно-сульфатного и сульфатного натриевого и магниевого состава, близкого по составу водам Сыр-Дарьи. Аналогичная картина наблюдается вдоль русел временно действующих рек Жана-Дарьи и Куван-Дарьи. Пресные воды встречаются и в колодцах у подножий больших песчаных гряд и бугров. На остальной территории аллювиальной равнины распространены преимущественно солоноватые и слабосоленые грунтовые воды сульфатного и хлоридного натриевого и магниевого состава:

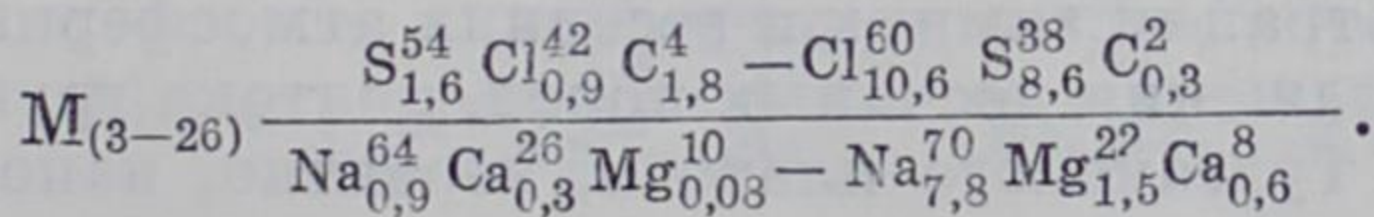


На такырных площадях, давно орошаемых и заброшенных участках, где образовались солончаки и пухляки, вода соленая с сухим остатком более 15 г/л. Немалая роль в минера-

лизации неглубоко залегающих грунтовых вод принадлежит атмосферным осадкам. По данным В. А. Ковды (1945) и В. М. Боровского (1955, 1957), привнос солей из атмосферы в бассейне р. Сыр-Дарьи составляет 8—10 т в год на 1 км².

Водообильность пород слабая. Расход водопунктов 8—43 м³/сутки (0,1—0,5 л/сек) при понижении уровня воды на 1—3 м. Только в нижних горизонтах, где пески разнозернистые и содержат гравий (г. Кызыл-Орда), были получены дебиты из скважин 690—1000 м³/сутки (8—12 л/сек) при понижении уровня воды на 8—10 м. Коэффициент фильтрации пород составил 1—7 м/сутки. На остальной территории он колеблется в пределах сотых и десятых долей метра в сутки.

Долина Сарысу представляет собой слегка волнистую равнину шириной до 40 км. На поверхности ее встречаются отдельные участки эоловых песков, многочисленные солончаки, озера и сухие русла временных водотоков. В половодье вода в реке слабосоленоватая; летом, сохраняясь в плёсах, имеет минерализацию более 5 г/л. Аллювиальная равнина сложена разнозернистыми песками с гравием и галькой, супесями, в низовье — суглинками, мелкозернистыми песками, глинами и озерными фациями, зачастую покрытыми корками солей. Мощность отложений изменяется от нескольких до 40 м и более. Обводненная часть составляет 2—15 м. Глубина залегания уровня грунтовых вод колеблется от 1 до 5—9 м; амплитуда — 0,6—1 м. Дебиты водопунктов изменяются от 2 до 86 м³/сутки, иногда достигают 172 м³/сутки (2 л/сек) при понижении уровня воды на 1—3 м. В пойменной части реки воды преимущественно соленые и только на отдельных участках слабосоленоватые. На террасах и в устье минерализация воды достигает 10—50 г/л:



Наиболее распространенный химический состав грунтовых вод сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный натриевый. Питаются подземные воды за счет фильтрации речных вод Сарысу и атмосферных осадков. Разгружаются они путем транспирации растительностью и испарения, которое во много раз превосходит годовую сумму осадков.

Равнины Северного Приаралья

Равнины простираются в северо-западной части области. Рельеф их довольно однообразный, с обширными глинистыми, зачастую такырными поверхностями, небольшими массивами песков и отдельными возвышенностями. Абсолютные отметки территории изменяются от 100—130 м на пониженных, порой заболоченных участках до 200—240 м на останцовых возвышенностях. Равнины сложены в основном глинами эоцена и олигоцена с редкими маломощными прослоями и линзами песков, аллювиальными песчано-глинистыми, морскими и озерно-морскими осадками. Ко всем породам приурочены подземные воды спорадического распространения. Песчаные прослои палеогена маломощны (1—8 м) и малодебитны. Исключение составляет комплекс пород верхнего эоцена, в котором водовмещающие пески достигают мощности 10 м и более. Глубина залегания уровня грунтовых вод обычно 2—15 м. Качество их различное; слабосоленоватые воды (до 3 г/л) встречаются в песчаных прослоях саксаульской свиты эоцена, в линзах современных морских отложений, плавающих на соленых и эоловых песках. В целом по району минерализация вод колеблется от 3—5 до 10 г/л. Соленые воды присущи морским и озерно-морским осадкам. Состав воды преимущественно сульфатный и сульфатно-хлоридный натриевый, в эоловых песках смешанный по составу, реже гидрокарбонатный:

$$M_{(1,7-37,8)} \frac{S_{0,697}^{56} C_{0,463}^{28} Cl_{0,194}^{16} - Cl_{15,3}^{66} S_{9,7}^{32} C_{0,195}^2}{Na_{0,348}^{58} Mg_{0,07}^{24} Ca_{0,098}^{18} - Na_{10,0}^{68} Mg_{2,1}^{28} Ca_{0,439}^4}.$$

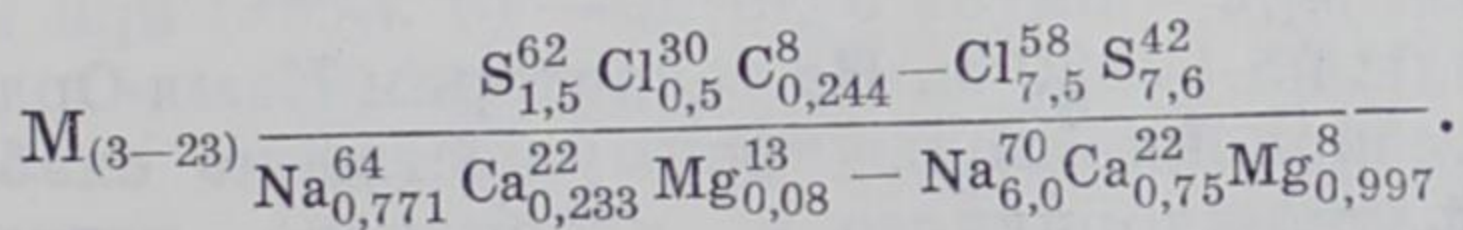
Дебиты выработок порядка 2—43 м³/сутки (0,02—0,5 л/сек), реже более. Формируются подземные воды в основном за счет инфильтрации зимних и весенних атмосферных осадков в местах обнажения песчаных пород, подтока грунтовых вод со стороны Тургайского плато и, вероятно, напорных вод нижележащих горизонтов.

Тургайская столово-останцовая равнина

Эта равнина находится в северной части области, юго-восточнее Тургайского плато. Южная граница ее проходит по долине Сыр-Дарьи. Равнина имеет общий уклон с северо-

востока на юго-запад к Аральскому морю. Абсолютные отметки ее изменяются от 100—140 до 215—288 м (Кайнарбулакское поднятие). Однообразный пустынный рельеф равнины нарушается отдельными грядами песков и столообразными возвышенностями с крутыми уступами — чинками, изрезанными временными водотоками. Постоянная гидрографическая сеть здесь отсутствует.

Тургайская столово-останцовая равнина сложена морскими и континентальными осадками мезозой-кайнозойского времени. Породы мелового возраста, расположенные на Нижне-Сырдарьинском и Кайнарбулакском поднятиях, представлены переслаиванием песков и глин; палеогеновые — плотными, большой мощности глинами с редкими маломощными прослоями и линзами песков; плиоценовые песчано-глинистые породы с включением грубообломочного материала занимают большие площади западнее и южнее оз. Арыс. Во всех отложениях вскрыты грунтовые воды в основном низкого качества, которое определяется пустынным характером и плохой дренированностью территории. Они залегают в прослоях и линзах песков мощностью 1—13 м на глубине от 1 до 15—30 м. Расходы выработок незначительные, порядка 0,5—25 м³/сутки (0,006—0,3 л/сек), иногда достигают 172 м³/сутки (2 л/сек) при понижении уровня воды до 3 м. На приподнятых небольших площадях распространения верхнемеловых отложений, где на поверхности залегают хорошо промытые среднезернистые пески, колодцами вскрыта вода хорошего качества с минерализацией до 3 г/л гидрокарбонатно-хлоридного и сульфатно-гидрокарбонатного натриевого состава. На большей части территории распространены слабосоленые грунтовые воды сульфатно-хлоридного и хлоридного натриевого состава:



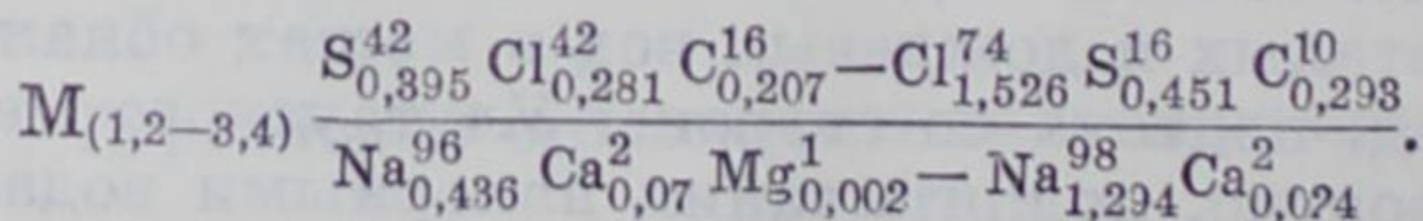
Пополняются запасы подземных вод в результате просачивания снеготалых и дождевых вод в местах обнажения песчаных пород, подтока со стороны Улутауского мелкосопочника и, вероятно, подпитывания напорными водами палеогеновых песков (Мынбулакские родники). Разгрузка осуществляется в результате испарения, транспирации и через родники.

Артезианский бассейн. На территории области расположены три крупных бассейна подземных вод: Кызылкумский в северо-восточной части, Восточно-Аральский примыкает к Аральскому морю с востока и Мынбулакский на юго-западе от Улутауского мелкосопочника (Ахмедсафин, 1961).

Кызылкумский артезианский бассейн занимает часть Сырдарьинской впадины, ограниченной с трех сторон поднятиями и горами. Она сложена песчаниками, глинами и песками юрского, мелового и палеогенового возраста мощностью от 200 до 2000 м (в пределах области). Водовмещающими породами являются песчаные разности в основном мелового, в меньшей мере юрского возраста.

Вблизи Аральского моря на глубине 600—750 м вскрыты высоконапорные и самоизливающиеся воды юрских отложений. Скважины на самоизливе дали расходы от единиц до 864 м³/сутки (10 л/сек). Артезианские воды относятся к термальным ($t=30-36^\circ$), имеют сульфатный и хлоридный натриевый состав с минерализацией до 50 г/л.

Напорные воды меловых отложений повсеместно распространены и вскрыты скважинами на глубине от нескольких метров на Джусалинском поднятии до 200—400 м в Приаралье и в юго-восточной части области. Мощность водоносного горизонта колеблется от первых десятков до 100 м (рис. 20). Подземные воды высоконапорные и самоизливающиеся. Уровень устанавливается выше устья скважин на 5—40 м. Пьезометрический уклон зеркала изменяется от 0,001 до 0,0002, уменьшаясь от предгорных равнин по направлению потока. Скорость движения напорных вод соответственно уменьшается от 10—5 до 1 м/год и менее («Формирование и гидродинамика артезианских вод Южного Казахстана», 1973). Дебиты скважин варьируют от 259 до 2590—3456 м³/сутки (от 3 до 30—40 л/сек) при понижении уровня воды на 5—20 м. На территории Кызыл-Ординской области артезианские воды преимущественно слабосоленоватые сульфатно-хлоридного и хлоридного натриевого состава:



На восточном побережье Аральского моря минерализация увеличивается, достигая максимального значения (8—10 г/л).

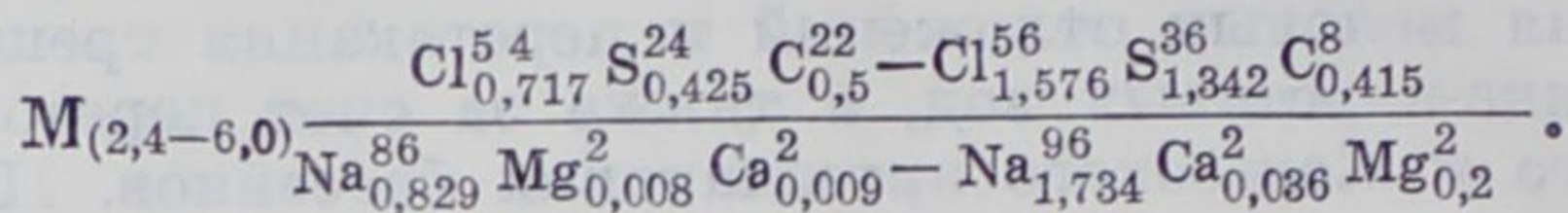
Формируются напорные воды Кызылкумского артезианского бассейна в основном в горах Каратау и Букантау за счет просачивания атмосферных осадков на участках обнажения меловых отложений и перетекания трещинных и трещинно-карстовых вод, а также за счет перетока из Арысского и Келесского артезианских бассейнов. По мере движения с юго-востока на северо-запад подземные воды частично разгружаются в виде родников вблизи областей питания, в куполах антиклинальных складок (горы Карактау и Джусалинское поднятие), а также в долине Сыр-Дарьи. Значительная разгрузка происходит в Аральское море, о чем свидетельствуют многочисленные родники. Возможно перетекание напорных вод в вышележащие горизонты по тектоническим разломам и гидрогеологическим окнам (Ахмедсафин, Батабергенова, Солнцев и др., 1968).

Восточно-Аральский артезианский бассейн занимает прогиб с глубиной погружения фундамента до 800 м в центральной части и 500 м к его окраинам. От Кызылкумского бассейна он отделен Джусалинским поднятием. Бассейн представляет собой чередование мощных водоупорных глин мезозой-кайнозоя с прослоями песков юрского и мелового возраста, насыщенных водой. Напорные воды юрских отложений вскрыты скважинами на глубине 530—670 м в прослоях среднезернистых песков мощностью до 20 м. Расходы скважин достигают 432 м³/сутки (5 л/сек). Воды высоконапорные и самоизливающиеся, хлоридно-сульфатного и хлоридного натриевого состава, имеют минерализацию 6—12 г/л.

Водоносные горизонты меловых отложений вскрыты скважинами на глубине 50—100 м в восточной части (на границе с Мынбулакским артезианским бассейном) и 200—300 м — у побережья Аральского моря. Дебиты высоконапорных и самоизливающихся скважин варьируют от 130 до 2400 м³/сутки (1,5—28 л/сек) при понижении уровня воды до 50 м.

Восточно-Аральский бассейн питается трещинно-карстовыми водами, стекающими с Улутауского мелкосопочника, напорными водами Мынбулакского и Центрально-Тургайского бассейнов. Проходя значительные расстояния, пресные и слабосоленоватые подземные воды обогащаются солями и к базису стока — побережью Арала — приобретают хло-

ридно-сульфатный и хлоридный натриевый состав с минерализацией 2—6 г/л:



Напорные воды палеогеновых отложений встречены в прослоях и линзах песков небольшой мощности среди глин на глубине 50—150 м. Дебиты в скважинах низкие — менее 86 м³/сутки (1 л/сек). Химический состав аналогичен составу напорных вод меловых отложений.

Мынбулакский артезианский бассейн занимает одноименную депрессию в палеозойском фундаменте глубиной 1000—1600 м, отделенную от Восточно-Аральского бассейна Тюратамским поднятием. Она заполнена юрскими (по геофизическим данным), меловыми и палеогеновыми осадками глинистого и песчаного состава, с которыми связаны высоконапорные и самоизливающиеся подземные воды. Данных о юрском водоносном горизонте не имеется. Предположительно с ним связаны солоноватые воды невысокой производительности (зона затрудненного водообмена). В меловых отложениях на глубине от 30 до 350 м скважинами вскрыты от одного до трех горизонтов напорных вод мощностью от 8 до 23 м каждый. Воды чаще самоизливаются. Уровень устанавливается на 5—15 м выше поверхности, реже на 3—7 м ниже. Дебиты скважин варьируют от 17 до 930 м³/сутки (0,2—12 л/сек) при понижении уровня воды на 11—30 м. По составу вода хлоридно-сульфатная и хлоридная натриевая с сухим остатком 1—3 г/л. В песчаных прослоях глинистой толщи палеогена встречаются небольшие прослои и линзы с напорной водой. В результате ограниченного распространения и затрудненного водообмена подземные воды имеют низкое качество. Они преимущественно слабосоленые и слабосоленые, а скважины малодебитные.

Формирование напорных вод Мынбулакского артезианского бассейна начинается далеко за его пределами — в Улутауском мелкосопочнике. По трещинам и тектоническим разломам подземные воды, следуя общему уклону палеозойских пород (с северо-востока на юго-запад), движутся

в наиболее глубокую Мынбулакскую впадину. Частично они здесь же разгружаются в виде многочисленных родников «мынбулак». В пополнении запасов, вероятно, участвуют перетекающие воды Муюнкум-Бетпакдалинского артезианского бассейна («Формирование и гидродинамика артезианских вод Южного Казахстана», 1973).

КУСТАНАЙСКАЯ ОБЛАСТЬ

Кустанайская область занимает северную часть Тургайского прогиба, в рельефном отношении представляет собой слабоволнистую равнину (абс. отм. 170—220 м), переходящую к югу в столовое плато (абс. отм. 220—300 м); на западе располагается холмистая возвышенность Южного Зауралья.

Климат резко континентальный. Количество осадков уменьшается от северных районов (300—350 мм) к южным (200—250 мм). Характерно существенное преобладание осадков теплого периода (апрель — октябрь), когда выпадает 70—75% их годовой суммы.

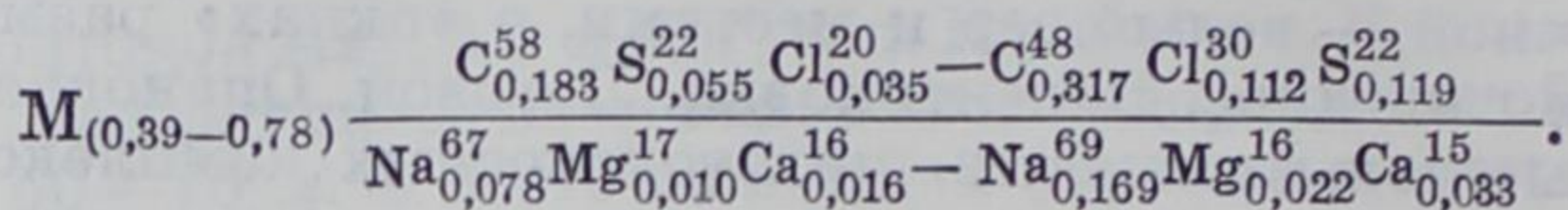
Гидрографическая сеть представлена реками Тобол с притоками Желкуар, Аят, Тогузак, Уй и Убаган с притоками Кундызды и Ашибуй. Средний годовой расход р. Тобол 21,1 м³/сек (Кустанай), р. Убаган 1,74 м³/сек. Питание рек преимущественно снеговое.

В соответствии с физико-географическими условиями в пределах области выделяется несколько природно-гидрогеологических районов (зон): Северо-Тургайская (Кустанайская) низменная равнина степной зоны, Тургайское столовое плато зоны сухих степей и Зауральское плато.

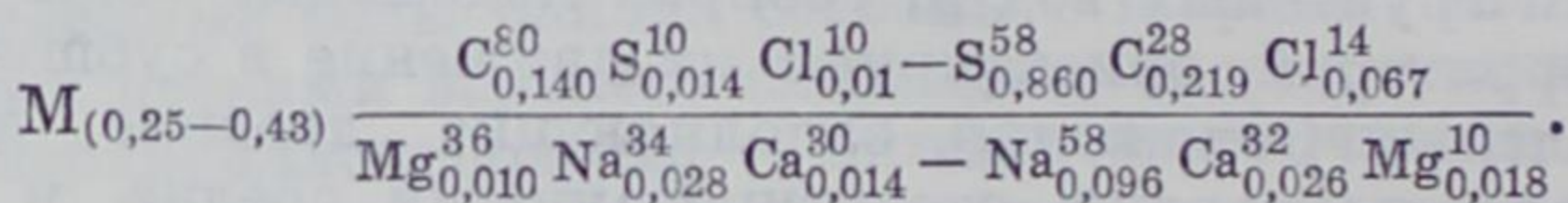
Северо-Тургайская низменная равнина степной зоны

Поверхность равнины плоская или слабоволнистая, слегка наклоненная к северу. Абсолютные отметки изменяются от 220 до 170 м. Характерной особенностью равнины является наличие множества озерных котловин, степных блюдец, западин и реже удлиненных, значительных по размерам, но неглубоких депрессий, представляющих собой древние

рализация не превышает 0,5—0,8 г/л, по химическому составу они преимущественно гидрокарбонатные натриевые:



Шиелинская «погребенная долина» прослеживается в 15—17 км южнее Лисаковской и параллельно ей, от пос. Шийли до пос. Кара-Томар — на расстояние более 20 км. Она имеет вид замкнутой вытянутой котловины, ширина которой до 5 км и глубина до 20—30 м. Водоносные песчаные отложения, заполняющие долину, обладают хорошей водоотдачей, дебиты скважин составляют 345—690 м³/сутки (4—8 л/сек) и более. Коэффициент фильтрации в отдельных случаях (скв. 81) достигает 65 м/сутки, а в среднем составляет 6—10 м/сутки. Воды пресные, сухой остаток 0,25—0,43 г/л. По химическому составу они в основном гидрокарбонатные или сульфатно-гидрокарбонатные смешанного анионного состава:



Режим грунтовых вод на всей площади их распространения характеризуется сезонными колебаниями: подъем уровня наблюдается в весенне-паводковый период (апрель — май) и минимальное положение — в зимние месяцы. Годовая амплитуда колебания уровня изменяется от 0,53 до 2,17 м.

Грунтовые воды отложений жуншиликской свиты (N₂³—Q₁) распространены в основном на Убаган-Ишимском междуречье. Отложения свиты, представленные суглинками, супесями и глинистыми песками, обводнены спорадически. Водовмещающие породы залегают в виде маломощных прослоев и линз тонко- и мелкозернистых, реже грубозернистых песков. Их мощность не превышает 4—5 м при общей мощности отложений от 5 до 20 м. Грунтовые воды вскрываются на глубине 1,5—10 м; они обладают свободной, местами слабонапорной (до 5—10 м) поверхностью. Водообильность пород слабая, дебиты водопунктов изменяются от 0,8 до 26 м³/сутки (0,01—0,3 л/сек) при удельной производитель-

ности 0,05—0,1 л/сек. В северной плоскоравнинной части Убаган-Ишимского междуречья преобладают солоноватые и слабосоленые воды с минерализацией 3—10 г/л. По составу они хлоридные и сульфатно-хлоридные натриевые. Зона этих вод простирается с севера на юг через оз. Сарыколь и Бозщаколь до широты 53°. Южную, более возвышенную и расчлененную мелкими ложбинами часть междуречья занимает зона слабосоленых и пресных вод с минерализацией до 3 г/л. По солевому составу они гидрокарбонатные кальциево-магниевые и сульфатные натриевые.

Грунтовые воды четвертичных аллювиальных отложений распространены в долинах рек Тобол, Тогузак, Аят, Уй и Убаган. Состав аллювиальных отложений разнообразен. В долинах Тобола, Аята и Уйя они представлены разнотерными песками с прослоями гравия и галечника в основании. Мощность их до 10—13 м. Грунтовые воды приурочены к отложениям пойм и первой надпойменной террасы. Глубина залегания их колеблется от 0,5 до 5 м. Наибольшей водообильностью характеризуются отложения пойм. В долине Тобола водообильность пород изменяется от 86—173 м³/сутки (1—2 л/сек) в верховьях долины до 1555—2590 м³/сутки (18—30 л/сек) в поселках Затобольск, Конезавод № 48, свх. «Александровский». В долинах рек Аят, Тогузак и Уй, имеющих меньшую мощность аллювия, производительность скважин не превышает 86—259 м³/сутки (1—3 л/сек). Воды пресные и слабосоленые, с минерализацией 1—1,5 г/л, реже встречаются солоноватые, с содержанием солей до 2—5 г/л и более. По химическому составу они гидрокарбонатные кальциево-натриевые, хлоридно-гидрокарбонатные натриевые, реже хлоридные натриевые.

В Убаганской долине аллювиальные образования сложены переслаивающимися глинами, суглинками и супесями, в основании которых залегают прослойки мелко- и среднетернистых песков. Мощность аллювия достигает 70—80 м. Характерной особенностью этих пород является невыдержанность их состава по площади и в разрезе. В зависимости от условий залегания водоносных слоев они содержат грунтовые или напорные (до 20—40 м) воды; в ряде случаев отмечается самоизлив. Обычно же статический уровень устанавливается на глубине от 2 до 12 м. В долине Убагана распространены в основном солоноватые и слабосоленые воды с минерализацией до 5—10 г/л и более. По составу они хло-

ридные натриевые. Водообильность аллювия здесь слабая. Дебиты скважин не превышают 17—43 м³/сутки (0,2—0,5 л/сек).

Основное питание воды аллювиальных отложений получают за счет фильтрации паводковых вод. Вследствие этого уровень и солевой состав их зависят от режима поверхностного стока.

Грунтовые воды четвертичных озерных отложений развиты в пониженных частях озерных котловин. Водовмещающие породы представлены супесями и суглинками с прослойками илистых песков и алевритов. Глубина залегания воды в озерных отложениях не превышает 1—5 м. Водообильность пород слабая. Дебиты колодцев составляют сотые и десятые доли литра в секунду. Источником питания грунтовых вод являются атмосферные осадки, талые весенние и подземные воды, дренируемые озерной котловиной. Минерализация и химический состав грунтовых вод зависят в основном от минерализации озерных вод, которые могут быть пресными, солоноватыми и солеными. Воды с минерализацией до 2—3 г/л гидрокарбонатно-хлоридные натриевые. В ряде случаев отмечены соленые воды хлоридного натриевого состава с сухим остатком от 10 до 55,8 г/л и даже рассолы с содержанием солей 68—300 г/л (у озер Орунтай-Копа, Близ-Копа и др.).

Грунтовые воды четвертичных эоловых отложений распространены на междуречье Тобола и Убагана и приурочены к массивам эоловых песков Аракарагай, Аманкарагай, Казанбасы, Владимировскому и др. Все эоловые массивы покрыты лесами и представлены однородными мелко- и тонкозернистыми кварцевыми и слюдисто-кварцевыми песками. Местами, в основном в нижней части разреза, пески переслаиваются с карбонатными супесями и суглинками. Мощность обводненных песков составляет 2—3 м, редко увеличивается до 5—7,5 м. Грунтовые воды залегают на глубине 0,5—5,5 м. Водообильность песков низкая, дебиты водопунктов не превышают 26—43 м³/сутки (0,3—0,5 л/сек). Воды преимущественно пресные (до 1 г/л), гидрокарбонатного кальциевого или кальциево-натриевого состава. В местах неглубокого залегания грунтовых вод, в межрядовых понижениях и котловинах, встречаются солонцы и солончаки. Минерализация здесь увеличивается до 10—15 г/л и более.

Тургайское столовое плато зоны сухих степей

Тургайское столовое плато занимает центральную, наиболее возвышенную часть Тургайского прогиба. Оно представлено останцовыми плато первичных пластовых равнин миоценового возраста — Адаевским и Улькайякским, разделенными Сыпсынагашской ложбиной.

Адаевское плато с абсолютными отметками 250—280 м имеет плоскую почти нерасчлененную и недренируемую поверхность, практически лишенную озерных впадин. Улькайякское плато является несколько более высоким, чем Адаевское. Самые большие отметки (305—312 м) наблюдаются в восточной его части, где располагаются «горы» Каргалытау, Жиландытау и др. На юге Улькайякское плато глубоко расчленено р. Улькайяк и его притоками, а также верховьями р. Теке.

Широкая (от 15 до 50 км) Сыпсынагашская ложбина прослеживается в субширотном направлении от оз. Шалкар-Карашатау до оз. Сарымоин. В поверхность плато она врезана от 15—20 м на юго-западе до 40—45 м на востоке. Для ложбины характерно большое количество неглубоко врезаных преимущественно полусухих соленых озер.

С востока Тургайское столовое плато ограничено широкой (до 30 км) Тургайской ложбиной. Днище ложбины слабо наклонено на юг и имеет абсолютные отметки 115—120 м. К ней приурочены деградирующие ныне озера Аксуат, Жарман, Сарымоин и др. Склоны ложбины высотой от 40 до 80 м расчленены оврагами и долинами мелких речек.

Поверхность Адаевского плато слагают глины аральской и наурзумской свит, залегающие на песчаных отложениях олигоцена. Сверху они перекрываются маломощной толщей (от 5 до 15 м) четвертичных суглинков. Улькайякское плато сложено песчаными осадками олигоцена и только южный его склон слагается каолиновыми глинами олигоцен-миоцена. Грунтовые воды в районе связаны с песчаными осадками континентального олигоцена, четвертичными аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями Тургайской ложбины и четвертичными золовыми образованиями.

Грунтовые воды олигоценовых отложений широко распространены в районе. Водовмещающие породы представлены мелко- и тонкозернистыми, реже крупнозернистыми песками, алевритами и алевритовыми глинами, образующими

частое переслаивание в разрезе. Мощность их колеблется от 1—3 до 35—40 м. Грунтовые воды залегают на глубине от 0 до 25 м. В восточной части Улькайякского плато они выклиниваются на поверхность, образуя многочисленные нисходящие родники с расходами до 259—432 м³/сутки (3—5 л/сек), но чаще не более 86 м³/сутки (1 л/сек).

На Адаевском плато, имеющем плоскоравнинную поверхность и перекрытом глинами миоцен-олигоцена, развиты преимущественно солоноватые хлоридные и хлоридно-сульфатные натриевые воды с минерализацией от 1,2—1,5 до 3—4 г/л. Водоносность песков слабая. Дебиты скважин не превышают 17—43 м³/сутки (0,2—0,5 л/сек), редко достигают 86 м³/сутки (1 л/сек). На юго-восточном склоне плато развиты пресные и слабосоленоватые воды с минерализацией до 1—2 г/л. Благодаря значительной мощности песков водопритоки в скважины достигают 259—432 м³/сутки (3—5 л/сек) у совхозов «Терсекский», «Дружба» и 605—864 м³/сутки (7—10 л/сек) — у оз. Жолшара. На Улькайякском плато распространены в основном пресные гидрокарбонатные кальциевые и гидрокарбонатно-хлоридные натриевые воды с минерализацией 0,1—0,9 г/л, реже до 1,2 г/л. Более минерализованные воды (от 2 до 10 г/л) встречаются в отдельных межсопочных понижениях. Дебиты водопунктов варьируют от 2—8 до 259—432 м³/сутки (от 0,02—0,1 до 3—5 л/сек), редко достигая 605—691 м³/сутки, или 7—8 л/сек (пос. Докучаевка).

В Сыпсынагашской ложбине грунтовые воды залегают на глубине 1,5—5,5 м. Здесь распространены пестрые (0,3—10 г/л и более) воды разнообразного химического состава. Водопритоки в скважины составляют 0,2—26 м³/сутки (0,002—0,3 л/сек), редко достигают 129—216 м³/сутки (1,5—2,5 л/сек).

Грунтовые воды четвертичных аллювиальных и озерно-аллювиальных отложений приурочены к осадкам Тургайской ложбины. Они представлены песчаными глинами, суглинками, супесями и песками. Характерно преобладание глинистых и суглинистых разностей. Увеличение песчаного материала наблюдается к склонам долины. Аллювиальные отложения залегают на водоупорных породах чеганской свиты, а на отдельных участках долины — на опоках, песчаниках и песках среднего — верхнего эоцена. Мощность осадков, выполняющих ложбину, увеличивается с севера на

юг от 75 до 90 м. Воды аллювия преимущественно безнапорные, но иногда отмечается напор 2—10 м, обусловленный чередованием водопроницаемых и относительно водоупорных прослоев. Глубина залегания уровня 1—6,5 м, реже 10—13 м. По степени минерализации воды от пресных до рассолов. Пресные и слабосоленоватые гидрокарбонатные натриево-кальциевые и сульфатно-гидрокарбонатные натриевые воды с минерализацией 0,4—1 г/л, реже 1,6—2,5 г/л развиты узкой (до 2—3 км) полосой вдоль восточного склона Тургайской ложбины и на отдельных участках у западного склона. На остальной площади развиты минерализованные (6—41 г/л) хлоридные и хлоридно-сульфатные натриевые воды. Водообильность отложений низкая. Дебиты водопунктов составляют 1—60 м³/сутки (0,01—0,7 л/сек) при понижении уровня до 10—23 м. Исключением являются отдельные локальные участки, прилегающие к восточному склону ложбины, где в грубозернистых песках получены дебиты 518—864 м³/сутки (6—10 л/сек).

В эоловых массивах Наурзум-Карагай и Сапсынагаш грунтовые воды приурочены к тонко- и мелкозернистым кварцевым и кварцево-слюдистым пескам. Хорошо отсортированные пески образуют бугристо-грядовые формы, чередующиеся с мелкими котловинными понижениями. Мощность обводненной части песков составляет 1—3 м и только в центральной части достигает 5—5,5 м. Глубина залегания грунтовых вод 2—3 м. Воды в основном пресные, реже слабосоленоватые, с минерализацией 0,4—1,7 г/л, по химическому составу гидрокарбонатные кальциевые, гидрокарбонатно-сульфатные и гидрокарбонатно-хлоридные натриевые. Водообильность песков невысокая — дебиты водопунктов составляют 3—26 м³/сутки (0,04—0,3 л/сек).

Напорные воды. Подземные воды отложений, залегающих ниже регионального водоупора — чеганской свиты, образуют Северо-Тургайский (Тобольский) артезианский бассейн. В разрезе бассейна выделяется несколько водоносных комплексов (средне-верхнеэоценовый, верхнемеловой, юрский, нижне-среднетриасовый и палеозойский), содержащих напорные трещинно-порово-пластовые и порово-пластовые воды. Воды бассейна находятся в условиях затрудненной водообмена и весьма слабой циркуляции. Им свойственны большая напорность (до 100 м) и отсутствие связи с грунтовыми водами олигоцен-четвертичных отложений, за ис-

ключением отдельных участков речных долин Тобола, Аята, Убагана, где происходит их частичное дренирование. Глубина залегания водоносных комплексов возрастает к центральной части артезианского бассейна от 10—30 до 50—100 м и более. Характер минерализации подземных вод определяется их гидродинамическими особенностями. Пресные и слабосоленоватые воды с минерализацией до 3 г/л распространены на границе с Зауральским плато. В центральной и восточной частях бассейна развиты соленоватые и соленые воды с содержанием солей от 3 до 10 г/л и более. По химическому составу они хлоридные и хлоридно-сульфатные натриевые. В меловом водоносном комплексе в долинах рек Тобол, Аят, у с. Семиозерное и на междуречье Тобол — Убаган за счет связи с поверхностными водами рек и грунтовых вод аллювиальных отложений образуются участки с пресной (1—2 г/л) водой (рис. 21). Производительность скважин, вскрывающих воды бассейна, изменяется от первых десятков кубических метров в сутки до 860—2590 м³/сутки (10—30 л/сек) и более.

Зауральское плато

Этот район занимает верхнюю левобережную часть бассейна р. Тобол и представляет собой всхолмленное плато с абсолютными отметками 280—400 м, полого наклоненное к долине р. Тобол. Поверхность плато интенсивно расчленена речными долинами, нередко имеющими обрывистые скалистые склоны (рис. 22), расчлененность рельефа уменьшается с севера на юг.

В геологическом строении территории участвуют главным образом метаморфические породы нерасчлененного докембрия и верхнего протерозоя. Подчиненное развитие имеют эффузивно-осадочные породы силурийско-девонского возраста и терригенно-карбонатные осадки верхнего девона и нижнего карбона. Породы указанных комплексов во многих местах прорваны интрузивными телами гранитоидного и габбро-перидотитового состава. На поверхности скальных пород широко распространена древняя кора выветривания, достигающая 30—40 м, а иногда (в Сары-Обинском грабене) 60—90 м. Рыхлые песчано-глинистые палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения имеют локальное распространение. Мощность их не превышает 10—20 м.



Рис. 22. Река Тобол у с. Леонидовка. На заднем плане виден правый коренной склон долины. Фото Р. М. Курмангалиева.

Для района характерно развитие региональных разломов — Джетыгаринского и Тобольского, разделяющих его на ряд крупных складчатых структур, протягивающихся в субмеридиональном направлении. В районе распространены преимущественно трещинно-грунтовые воды, связанные с верхней трещиноватой зоной метаморфических, вулканогенных и интрузивных пород. В известняках Сары-Обинского грабена и зоне Тобольского разлома наблюдаются трещинно-карстовые воды, залегающие в виде узких прослоев в толще слабОВОдоносных эффузивно-осадочных пород силура — девона. С аллювием речных долин связаны грунтовые воды поровой циркуляции.

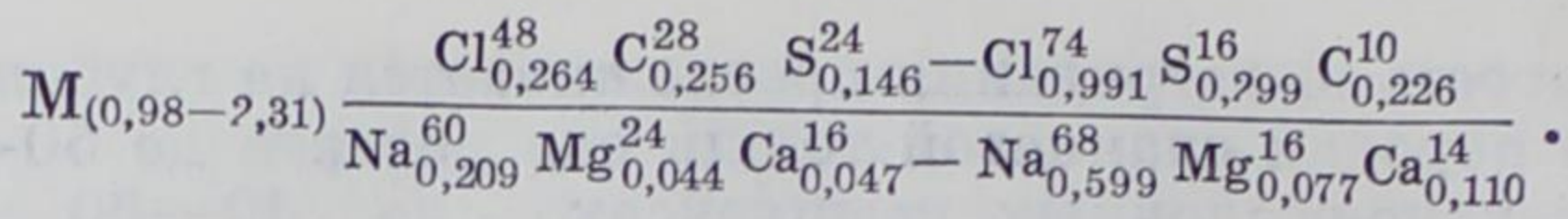
Трещинные воды допалеозойских и палеозойских метаморфических, эффузивно-осадочных и терригенно-карбонатных пород наиболее широко распространены в пределах района. Водовмещающие породы представлены в основном метаморфическими сланцами, гнейсами, амфиболитами, кварцитами и песчаниками.

Весь комплекс водовмещающих пород сильно дислоцирован, собран в систему изоклиналичных, нередко опрокинутых складок и раздроблен многочисленными трещинами выветривания. В кристаллических породах докембрия тре-

щиноватость выветривания прослеживается на глубину 25—40 м, в породах сланцевой толщи она развита до 50—70 м, в эффузивно-осадочных комплексах — до 40—60 м, а в трещиноватых и закарстованных известняках — до 80—100 м и более. Глубина залегания подземных вод в зависимости от рельефа колеблется от 0 до 49—55 м, но обычно не превышает 10—30 м. Воды имеют свободную, реже слабонапорную поверхность; напор от 1,5 до 25 м и более наблюдается на участках распространения глин коры выветривания. В основании склонов долины р. Тобол подземные воды разгружаются на поверхность в виде родников с расходами до 86—259 м³/сутки (1—3 л/сек).

Водообильность пород различная. Наибольшей обводненностью обладают известняки. Дебиты скважин в них колеблются от 345 до 2678 м³/сутки (4—31 л/сек), но чаще составляют 432—1555 м³/сутки (5—18 л/сек) при понижении уровня на 3—15 м. Коэффициент фильтрации варьирует от 1 до 13,8 м/сутки. Широко распространенные метаморфические породы слабоводоносны. Дебиты водопунктов изменяются в них от первых десятков кубических метров в сутки до 129—259 м³/сутки (1,5—3 л/сек), а коэффициент фильтрации не превышает 0,1—0,9 м/сутки. Исключением является зона Джетыгаринского разлома, где получены дебиты скважин от 345 до 1814 м³/сутки (4—21 л/сек), а соответствующие им коэффициенты фильтрации составили 1,5—3,9 м/сутки. Из других комплексов пород наилучшей водоносностью (43—432 м³/сутки, или 0,5—5 л/сек) обладают эффузивно-осадочные и в меньшей степени (до 300 м³/сутки, или 3,5 л/сек) — терригенно-осадочные образования девона — карбона.

По степени минерализации воды пестрые. Количество солей в них колеблется от 0,3 до 6 г/л, а в отдельных случаях достигает 34—55 г/л. При этом в северной и северо-западной частях района развиты пресные и слабосоленоватые воды с суммой солей до 1—2 г/л, реже 3 г/л, а в южной — минерализованные (от слабосоленоватых до соленых). По химическому составу воды в основном гидрокарбонатно-хлоридные, хлоридно-гидрокарбонатные и хлоридные натриевые, реже встречаются гидрокарбонатные натриево-кальциевые и хлоридно-сульфатные натриевые. Типовой состав подземных вод метаморфической сланцевой толщи докембрия следующий:



Годовая амплитуда колебания их уровня составляет 1—2 м, реже достигает 3,6 м.

Трещинные воды интрузивных пород приурочены к массивам гранитоидов, габбро-диоритов и серпентинитов, образующих в рельефе слабо расчлененные возвышенности. Подземные воды связаны с поверхностной зоной трещиноватости, достигающей 30—40 м (рис. 23), реже с трещинами тек-

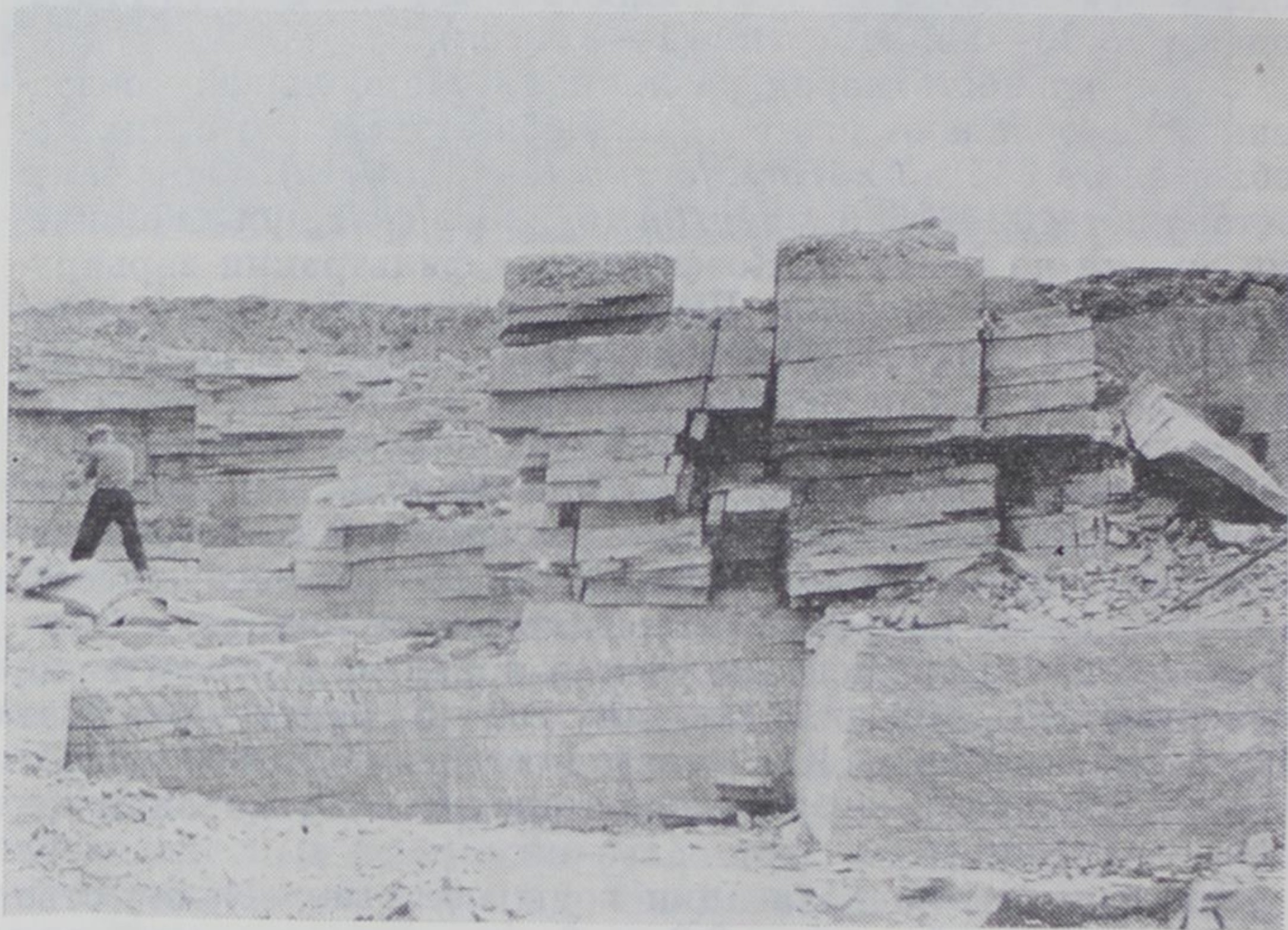


Рис. 23. Характер трещиноватости микроклиновых гранитов Джетыгаринского гранитоидного массива. Фото Р. М. Курмангалиева.

тонического типа, развитыми в основном ниже зоны выветривания. Воды интрузивных пород имеют свободную, реже слабонапорную (до 15—18 м) поверхность. Глубина залегания их колеблется от 0 до 28—35 м, но чаще составляет 10—20 м.

Водообильность пород неодинакова и зависит от их трещиноватости. Расходы родников колеблются от 1 до

190 м³/сутки (0,01—2,2 л/сек). Дебиты скважин варьируют от 8 до 290 м³/сутки (0,1—3,4 л/сек). Коэффициент фильтрации, как правило, не превышает 0,6—1 м/сутки. В зоне Джетыгаринского разлома, на междуречье Желкуар — Шортанды, дебиты скважин достигают 430—730 м³/сутки (5—8,5 л/сек), а в зоне Тобольского разлома, на лево- и правобережье Тобола, — 518—864 м³/сутки (6—10 л/сек) при удельной производительности 0,7—1,4 л/сек. Водопроницаемость пород здесь также повышается до 2,9—3,4 м/сутки.

Воды интрузий преимущественно пресные, реже слабосоленоватые. Содержание солей в них колеблется от 0,1 до 2,9 г/л, но в большинстве случаев не превышает 1,1—1,9 г/л. По химическому составу они хлоридно-гидрокарбонатные и хлоридные натриевые, реже гидрокарбонатно-хлоридные натриевые или натриево-магниевые. Амплитуда сезонных колебаний уровня достигает 3 м, что указывает на местный характер питания подземных вод.

Грунтовые воды четвертичных аллювиальных отложений распространены в долинах Тобола, Желкуара, Шортанды и других рек. Они приурочены к отложениям пойм и первых надпойменных террас, сложенных разномерными песками с прослоями гравия и галечника и перекрытых сверху супесями и суглинками. Мощность аллювиальных осадков не превышает 5—12 м. Пески от гравелистых до мелкозернистых, содержание глинистых частиц колеблется от 1 до 12%. Для мелкозернистых песков коэффициент фильтрации 5—12 м/сутки, а для гравийно-галечных горизонтов он достигает 40—45 м/сутки. Глубина залегания подземных вод колеблется от 0,5 до 5 м. Водоносность отложений неравномерная. Общие расходы аллювиальных потоков в долинах Тобола, Желкуара, Шортанды и Мукрю-Аята составляют 225—725 м³/сутки (2,6—8,4 л/сек), а производительность отдельных скважин изменяется от 8 до 190 м³/сутки (0,1—2,2 л/сек) при понижении уровня воды на 0,4—5,7 м.

Воды аллювиальных отложений преимущественно пресные и слабосоленоватые с минерализацией до 1—1,7 г/л. В верхней части долины Тобола развиты солоноватые и соленые воды с содержанием солей от 2 до 25—37 г/л. По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциево-натриевые, хлоридно-гидрокарбонатные и хлоридные натриевые. Амплитуда колебания уровня вблизи рек не превышает 1,5—2 м.

ТУРГАЙСКАЯ ОБЛАСТЬ

Тургайская область занимает южную часть Тургайского прогиба и западную окраину Центрально-Казахстанского мелкосопочника. В юго-восточной ее части развит низко- и среднегорный рельеф Улутауской гряды. Средние абсолютные отметки здесь составляют 300—400 м, а относительные превышения отдельных вершин достигают 500—600 м. Северо-восточная часть территории представляет собой слабо расчлененную равнину с абсолютными отметками 250—300 м, а западную и юго-западную части занимает обширная Южно-Тургайская равнина. Поверхность этой равнины имеет общий уклон с севера на юг от 260—220 до 170—150 м. Она разделена на западную и восточную части Тургайской ложбиной, абсолютные отметки дна которой также уменьшаются на юг от 125 до 50 м (впадина Шалкар-Тениз).

Климат резко континентальный, засушливый. Распределение осадков по территории весьма неравномерное. В восточной и северо-восточной частях, относящихся к Центрально-Казахстанскому мелкосопочнику, выпадает за год до 250—300 мм, а в Тургайской низменности — не более 150—200 мм. Характерным является явное преобладание осадков теплого периода, когда выпадает 70—75% их годовой суммы. Большая часть осадков (около 60%) расходуется на испарение, 30% идет на сток и только 8—10% поглощается.

Гидрографическая сеть представлена реками системы Ишима и Тургая. Река Ишим в рассматриваемый район заходит своим средним течением. Расход воды в паводок достигает 60—70 м³/сек. С июня устанавливается устойчивый расход воды от 0,05 до 0,1 м³/сек. Вода в Ишиме и его притоках (Каракол, Жаныспай, Коко, Терсаккан, Кызылсу) пресная в течение всего года. Для р. Тургай характерны незначительные уклоны водной поверхности. На участке от пос. Амангельды до пос. Тургай преобладают перекаты, ниже — плёсы. Максимальный расход воды в реке за многолетний период изменялся от 8,3 до 16,3 м³/сек. В засушливые годы сток на отдельных участках прекращается. Минерализация воды летом в верхнем течении составляет 0,6—0,8 г/л, а в среднем достигает 20 г/л. Река Кара-Тургай с притоками Жалдама, Сары-Тургай, Сабалды-Тургай в бас-

сейне р. Тургай наиболее крупная, имеет постоянный водоток и несет пресные воды. Озера в области немногочисленны. Наиболее крупные из них расположены на юге Тургайской равнины. К ним относятся оз. Сарыкопа с площадью водной поверхности 336 км², а также озера Жаман-Акколь, Жаксы-Акколь и Карасор.

Гидрогеологические условия рассматриваемой территории освещаются по геоморфологическим районам, выделяемым в пределах Центрально-Казахстанского мелкосопочника и южной части Тургайского прогиба.

Центрально-Казахстанский мелкосопочник

В Тургайскую область входит крайняя западная часть этой складчатой страны. В ее пределах выделяется два геоморфологических района — Приишимский и Улутауский.

Приишимский район отделяется от Тургайского прогиба долиной р. Ишим и представляет собой периферийную часть Кокчетавской возвышенности. В рельефе района прослеживаются два уровня: верхний — останцы плосковолнистых плато с абсолютными отметками 340—420 м и нижний — плоская слабо расчлененная аккумулятивная равнина (абс. отм. 260—320 м). Отдельные сопки возвышаются здесь на общем равнинном фоне на высоту 10—30 м. Между сопками располагаются широкие, обычно плоские лога. Эта часть района дренируется довольно слабо, в основном правыми притоками р. Ишим. Речки немногочисленны и имеют глубокий врез.

В геологическом строении района участвуют породы докембрийского и палеозойского комплексов. В составе последнего выделяются нижнепалеозойские, ниже-среднедевонские, среднедевонско-франские, фаменско-нижнекаменноугольные и верхнепалеозойские отложения. В районе широко развиты также интрузивные образования в виде крупных массивов. На поверхности скальных пород фундамента распространены песчано-глинистые отложения позднего олигоцена и неогена. Мощность их увеличивается от обнаженной восточной части к западу от первых метров до 40—60 м.

В районе распространены преимущественно трещинно-грунтовые воды, связанные с породами кристаллического фундамента. В аллювиальных отложениях долины р. Ишим,

ее притоков и в песчано-глинистых осадках олигоцена развиты грунтовые воды поровой циркуляции.

Трещинные воды приурочены к зоне открытой трещиноватости метаморфических и осадочных пород, прорванных интрузиями. Породы фундамента интенсивно дислоцированы, смяты в сложные складки субмеридионального простирания и усложнены тектоническими разломами. Трещиноватость выветривания в них развита неравномерно. Наибольшей трещиноватостью (до 70—80 м и более) обладают карбонатные породы девона — карбона. В метаморфических породах трещины выветривания проникают на глубину не более 30—40 м, в прочих комплексах палеозоя мощность трещиноватой зоны практически не превышает 50—60 м.

Подземные воды в основном безнапорные, но на отдельных участках обладают местным напором. Глубина залегания их изменяется от 4 до 20 м, реже достигает 29 м. Воды преимущественно пресные и слабосоленоватые с минерализацией 0,1—3,3 г/л. В пределах отдельных слабо дренированных участков встречаются воды с содержанием солей до 4—5 г/л. Дебиты водопунктов колеблются от 3 до 129 м³/сутки (0,04—1,5 л/сек) и лишь в отдельных зонах с повышенной трещиноватостью достигают 345—518 м³/сутки (4—6 л/сек) при понижении на 17,5 м. Коэффициент фильтрации изменяется от 1 до 3 м/сутки, чаще он равен 1,9—2 м/сутки. По химическому составу преобладают гидрокарбонатно-хлоридные и хлоридно-сульфатные натриевые воды.

Грунтовые воды олигоценовых отложений распространены на левобережье р. Ишим и на междуречье Кара-Тургая и Ащитасты; на поверхности мелкосопочной равнины они имеют локальное развитие. Водосодержащими породами являются: вверху — алевриты и тонкозернистые пески, ниже — прослойки разнозернистых песков. Песчаные породы трансгрессивно залегают на палеозойских образованиях, реже — на глинах чеганской свиты, сверху они перекрыты глинами аральской и жуншиликсской свит, зачастую содержащих воды спорадического распространения. Мощность водоносных отложений изменяется от 5 до 20 м, в среднем составляя 10—15 м (один-три прослоя мощностью более 2 м). Глубина залегания грунтовых вод не превышает 16—20 м. Коэффициент фильтрации составляет для песчаных

фаций 3—5 м/сутки, для алевритов 0,2 м/сутки. На левобережье р. Ишим олигоценые отложения являются слабо-водобильными. Дебиты водопунктов здесь не превышают 17—52 м³/сутки (0,2—0,6 л/сек). На междуречье Кара-Тургая и Ащитасты, где большую часть разреза слагают разнозернистые пески, дебиты скважин увеличиваются до 86—259 м³/сутки (1—3 л/сек) при удельной производительности 0,2—0,5 л/сек. По качеству воды разнообразны. Преимущественно пресные и слабосоленоватые (менее 1—3 г/л) воды пестрого состава занимают прибортовые участки долин рек Ишим, Каракол, Карынсалды и междуречье Кара-Тургая и Ащитасты. Здесь в формировании солевого состава подземных вод участвуют современные инфильтрационные воды, чем и объясняется сравнительно низкая их минерализация. В пониженных участках мелкосопочной равнины встречаются сульфатно-хлоридные и хлоридные натриевые воды с содержанием солей до 4,1—5,5 г/л.

Грунтовые воды аллювиальных отложений развиты в долинах рек Ишим и его притоков — Терсаккан, Каракол, Кызылсу и др. Суммарная мощность аллювия Ишима достигает 20—30 м, мощность аллювиальных отложений мелких речек — 1—3 м, реже 5—8 м. Аллювиальные отложения представлены суглинками, глинами и песками от тонко- до грубозернистых с гравием и галькой. Они отличаются большой изменчивостью как по площади, так и в разрезе. Грунтовые воды вскрываются на глубине 0,3—11 м, по условиям залегания они безнапорные. На меридиональном участке долины р. Ишим аллювиальные отложения подстилаются скальными палеозойскими породами, а на субмеридиональном участке пойма и первая надпойменная терраса врезаны в дно Терсакканской депрессии, которое сложено нижне-среднечетвертичными суглинками мощностью до 20 м.

Питаются грунтовые воды в основном за счет фильтрации речных паводковых вод, атмосферных осадков и подпитывания трещинными водами палеозойских пород. В долине Ишима и его притоков преобладают пресные и слабосоленоватые воды с минерализацией от 0,3 до 2,4 г/л. Пресные воды имеют гидрокарбонатный кальциевый, гидрокарбонатно-хлоридный натриево-кальциевый состав; слабосоленоватые воды преимущественно хлоридно-гидрокарбонатные натриево-магниевые. Производительность водопунктов, captирующих воды аллювия, колеблется от 2 до 34 м³/сутки

(0,03—0,4 л/сек) при понижении уровня до 3 м. Коэффициент фильтрации песков изменяется от 4,7 до 8,5 м/сутки, суглинистых разностей — от 0,01 до 0,1 м/сутки. Наибольшая водообильность аллювиальных отложений установлена в верховьях долины р. Терсаккан, где дебиты скважин достигают 864—1469 м³/сутки (10—17 л/сек) при понижении на 5—10 м.

Улутауский район включает в себя предгорья Улутау и протягивается вдоль юго-восточной границы рассматриваемой территории. Рельеф представлен в основном поверхностью слабовсхолмленного средне- и низкогорного плато, высота которого снижается на север от 600 до 400 м. Понижения между сопками и холмами постепенно углубляются к краям плато и сливаются с поверхностью долинообразных депрессий, большинство из которых открывается в сторону равнин Тургайского прогиба. Абсолютные отметки поверхности этих депрессий снижаются до 280 м.

В геологическом строении района участвуют в основном породы докембрийского метаморфического комплекса. Они слагают крупную структуру меридионального простирания — Арганаты-Улутауский антиклинорий. Центральная часть этой структуры прорвана крупными телами интрузий кислого состава, а краевые части осложнены тектоническими нарушениями. В опущенных участках кровли докембрия местами сохранились терригенные и карбонатные отложения среднего — верхнего девона и нижнего карбона, образующие небольшие мульды. Равнинные участки к западу и частично к северу от Улутауского поднятия, а также межсопочные понижения выполнены песчано-глинистыми осадками палеогена и неогена; по речным долинам развиты рыхлые аллювиальные отложения.

В районе распространены преимущественно трещинно-грунтовые воды допалеозойских метаморфических и интрузивных комплексов пород. Меньше развиты грунтово-поровые воды олигоценовых и четвертичных аллювиальных отложений; в локальных карбонатных структурах заключены трещинно-карстовые воды.

Трещинные воды метаморфических комплексов приурочены к зоне трещиноватости кристаллических сланцев, гнейсов, кварцитов, мраморов и эффузивов. Водовмещающие породы сильно дислоцированы и смяты в сложные крутые складки. Трещиноватость выветривания в них развита слабо

и даже в условиях хорошо расчлененного рельефа не превышает глубины 25—40 м. Подземные воды безнапорные, залегают на глубине до 20 м, реже до 30 м. У подножий сопок часто встречаются нисходящие родники с расходами до 8—43 м³/сутки (0,1—0,5 л/сек). К концу лета многие малодебитные родники пересыхают. Воды, как правило, пресные (0,1—0,5 г/л) гидрокарбонатно-сульфатного натриевого или натриево-кальциевого состава, реже встречаются слабосоленоватые (до 1,5—2 г/л) хлоридно-сульфатные натриевые.

Трещинные воды интрузивных пород связаны с зоной открытой трещиноватости гранитов, гранодиоритов и кварцевых диоритов. С поверхности породы интенсивно трещиноваты, но открытые трещины прослеживаются лишь до 15—20 м, реже до 30 м. Ниже трещиноватость резко затухает, а имеющиеся трещины залечены вторичными минеральными образованиями. В зависимости от рельефа подземные воды залегают на глубине до 10—15 м. В основании возвышенных и слабо задернованных склонов они выклиниваются на поверхность, образуя родники с расходами до 43—86 м³/сутки (0,5—1 л/сек) и более. Воды интрузий пресные с минерализацией не более 0,5—0,6 г/л. Химический состав гидрокарбонатный натриево-кальциевый или гидрокарбонатно-сульфатный натриевый.

Трещинно-карстовые воды заключены в известняках Каиндинской структуры, расположенной в верховьях одноименной реки. Для известняков характерна интенсивная трещиноватость и закарстованность, прослеживаемая до 80—100 м и более. Структура прорезана долиной р. Каинды, которая дренирует ее своими глубоко врезаемыми (до 30 м) крутыми склонами. Глубина залегания подземных вод достигает 10—20 м. В пределах структуры были проведены поисковые работы с целью оценки ее гидрогеологической перспективности. Дебиты отдельных скважин при этом составили 432—690 м³/сутки (5—8 л/сек) при понижении до 10 м. Воды известняков пресные (до 1 г/л) гидрокарбонатно-сульфатного кальциевого состава.

Грунтово-поровые воды олигоценовых отложений развиты в левобережье долины Сары-Тургая и в крупных долинообразных понижениях. Отложения представлены пестроцветными каолиновыми глинами с прослоями мелкозернистых песков. Общая мощность их составляет 15—20 м, в то время как мощность песчаных прослоев не превышает

2—3 м. Грунтовые воды залегают на глубине от 3 до 10 м. Изредка отмечаются выходы их на поверхность в виде родников с расходами не более сотых и десятых долей литра в секунду. Скважины и колодцы дают водоприитоки 26—60 м³/сутки (0,3—0,7 л/сек) при понижении на 2—3 м. Качество вод пестрое, но преобладают пресные (0,8—1,2 г/л), в отдельных депрессиях сумма солей в воде достигает 1,5—2 г/л и более.

Грунтовые воды четвертичных аллювиальных отложений распространены в долинах Кара-Тургая и его притоков — Каинды и Сары-Тургая. Они приурочены в основном к отложениям пойм и первых надпойменных террас, сложенных разномерными песками с гравием и галечником. Водосодержащие пески перекрыты чехлом суглинков и супесей мощностью 3—15 м и подстилаются чеганскими глинами, лишь на отдельных участках, в верховьях долин, они залегают на скальных породах допалеозоя и палеозоя. Мощность аллювиальных отложений изменяется от 1—5 м в верховьях рек до 18—25 м ниже устья р. Каинды, в среднем она составляет 8—10 м. Воды безнапорные с глубиной залегания уровня не более 4—6 м. Дебиты скважин изменяются от 26—380 м³/сутки (0,3—4,4 л/сек) до 1425 м³/сутки (16,5 л/сек) при понижении уровня на 2—4 м. Средний коэффициент фильтрации 46 м/сутки. По химическому составу воды в основном гидрокарбонатно-сульфатные и гидрокарбонатно-хлоридные натриево-кальциевые с минерализацией 0,5—0,9 г/л. В долине Кара-Тургая, ниже устья р. Каинды, состав меняется на сульфатно-хлоридный натриевый и содержание солей увеличивается до 1,2—1,4 г/л. Общая жесткость изменяется в пределах 2,6—11,6 мг-экв/л, в среднем составляя 5—6 мг-экв/л.

Тургайский прогиб

В южной части Тургайского прогиба выделяются два геоморфологических района — Восточно-Тургайское плато и Южно-Тургайская равнина зоны полупустынь.

Восточно-Тургайское плато протягивается в меридиональном направлении через восточную часть Тургайского прогиба и располагается между Тургайской ложбиной на западе и Центрально-Казахстанским мелкосопочником на востоке. На юге плато уходит за пределы района. Северная часть плато, постепенно сливающаяся с Кустанайской рав-

ниной, имеет абсолютные отметки 250—300 м. Поверхность его плоская, повышающаяся к югу. Плато хорошо дренируется реками, но не имеет озерных котловин и степных блюдец — западин. Средняя часть плато представляет собой Ишим-Сарыозек-Тургайский водораздел, характеризующийся густой сетью глубоких речных долин и многочисленных балок и логов. На останцовых участках водоразделов отметки равны 280—325 м, тогда как в руслах речек не превышают 180 м. Южная часть плато (возвышенность Жиланшиктурме) имеет плоскую поверхность с отметками 220—300 м. Она расчленена левыми притоками рек Сары-Тургай и Кара-Тургай. Мелкие озерные котловины приурочены в основном к северо-западной части возвышенности.

Грунтовые воды широко распространены на водораздельных пространствах, сложенных континентальными неоген-палеогеновыми осадками, а в речных долинах заключены в рыхлых аллювиальных образованиях. Разрез отложений олигоцена начинается плохо отсортированными гравийно-песчаными породами. Вверх по разрезу они сменяются мелкозернистыми глинистыми песками и алевроитовыми глинами, постепенно переходящими в глины верхнего олигоцена. Мощность песчаных осадков колеблется от 2 до 30 м. В кровле водоносного горизонта на водораздельной равнине повсеместно залегают верхнеолигоценовые и миоценовые глины, обуславливающие здесь преимущественное развитие солоноватых (от 1,5 до 3—5 г/л) хлоридно-сульфатных и хлоридных натриевых вод, залегающих на глубине от 8 до 47—51 м.

В пределах западного склона Аркалыкской гряды, интенсивно расчлененного речными долинами, развиты преимущественно пресные гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-натриевые воды с минерализацией 0,06—0,5 г/л. Грунтовые воды здесь широко выклиниваются на поверхность, образуя родники с расходами от 8 до 86 м³/сутки (0,1—1 л/сек) и более. Водообильность отложений меняется от склонов к водоразделу. Дебиты скважин, пройденных у совхозов «Шолаксайский» и «Первая семилетка», составили 345—690 м³/сутки (4—8 л/сек) при понижении уровня на 5—10 м, а в центральной части водораздела у свх. «Айдарлинский» — десятые доли литра в секунду. Исключением является участок водораздельного плато в

районе р. Тюнгюгур. Здесь в разномзернистых песках верхнего олигоцена к северу от пос. Октябрьское развиты пресные и слабосоленоватые воды, дающие водоприитоки в скважины до $690—860 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($8—10 \text{ л/сек}$).

С широко развитыми на поверхности плато отложениями жуншиликсской свиты ($N_2^3—Q_1$) связаны грунтовые воды спорадического распространения. Они приурочены к прослоям и линзам мелкозернистых, реже грубозернистых песков, залегающих в толще суглинков и глин. Мощность песчаных прослоев не превышает $2—5 \text{ м}$. Воды обычно безнапорные с глубиной залегания от 0 до 18 м . В южной части плато они разгружаются на поверхность в глубоких балках и у озер, образуя родники с расходами от 3 до $173 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($0,03—2 \text{ л/сек}$). Водообильность отложений слабая, дебиты водопунктов изменяются от 2 до $26 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($0,02—0,3 \text{ л/сек}$). Лишь отдельные скважины на плато Жиланшиктурме имеют производительность до $104—129 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($1,2—1,5 \text{ л/сек}$). По степени минерализации воды преимущественно пресные и слабосоленоватые с содержанием солей от 0,2 до $2,5—3,2 \text{ г/л}$, реже встречаются более минерализованные воды (до $7,5 \text{ г/л}$).

В долинах рек Улькендамды, Жалдама и других распространены грунтовые воды в отложениях пойм и первых надпойменных террас. Отложения представлены разномзернистыми песками с гравием и галечником в основании. Сверху они перекрыты песчаными глинами и суглинками. Мощность аллювия достигает $12—15 \text{ м}$. Грунтовые воды залегают на глубине $3—11 \text{ м}$. Дебиты водопунктов изменяются от 1 до $86—259 \text{ м}^3/\text{сутки}$ (от 0,01 до $1—3 \text{ л/сек}$) и более. В долине р. Улькендамды, у свх. «Дамдинский», производительность отдельных скважин достигает $1037—1296 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($12—15 \text{ л/сек}$) при понижении на $6—10 \text{ м}$. Качество вод пестрое, преобладают пресные и слабосоленоватые с содержанием солей от 0,8 до 3 г/л .

Южно-Тургайская равнина зоны полупустынь

Южно-Тургайская равнина зоны полупустынь простирается с севера на юг от Тургайского плато до впадины Шалкар-Тениз. Она разобрана на западную и восточную части широкой (до 40 км) Тургайской долиной, к которой при-

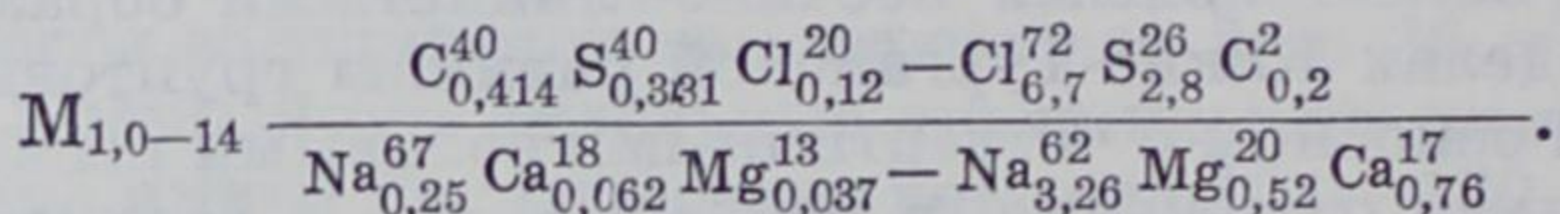
урочены реки Тургай, Кабырга, Улькайяк, Сары-Узень, Улы-Жиланчик и др. При общем уклоне поверхности к югу западная ее часть наклонена на восток, а восточная — на запад, к Тургайской долине. Абсолютные отметки дна долины также снижаются к югу от 126 м на Арал-Иртышском водоразделе до 52 м во впадине Шалкар-Тениз, которая служит базисом эрозии для территории района. На равнинной поверхности часто встречаются эрозионные «останцы» с превышением до 80 м, а на юге наблюдается грядово-ложбинный рельеф. Впадина Шалкар-Тениз резко ограничена обрывистыми берегами (чинками) высотой до 120—140 м. Поверхность Южно-Тургайской равнины сложена различными по генезису четвертичными, а также континентальными неоген-палеогеновыми песчано-глинистыми образованиями. В пределах Южно-Тургайской равнины грунтовые воды связаны в основном с четвертичными эоловыми песками, аллювиальными отложениями речных долин и верхнеолигоценовыми осадками.

Грунтовые воды и воды спорадического распространения в верхнеолигоценовых отложениях широко развиты в районе на водораздельных пространствах. Водоносными являются невыдержанные по мощности и простиранию прослойки и линзы мелко- и тонкозернистых кварцевых песков и алевритов, заключенных в алевритистых и жирных каолиновых глинах. Подстилаются они глинами чеганской свиты. Воды часто имеют спорадическое распространение, которое объясняется литологическими особенностями разреза верхнего олигоцена.

По гидравлическим свойствам воды грунтовые, местами напорные. На северо-востоке и юге района вследствие преобладания в разрезе глин водоносный горизонт отсутствует. Мощность водовмещающих пород изменяется от 2,5 до 30—50 м и более, в целом наблюдается увеличение мощности к югу, в этом же направлении увеличивается и глинистость отложений. Глубина залегания уровня воды колеблется от 0,3—0,5 м в балках и озерных понижениях до 50—80 м на водоразделах. Вода движется в сторону долин рек и озерных понижений, где наблюдаются выходы родников. Водобильность пород чрезвычайно разнообразна. В западной части района, на междуречье Иргиз — Улькайяк, расходы водопунктов изменяются от единиц кубических метров в сутки в глинистых песках до 345 м³/сутки (4 л/сек) в более

отсортированных разностях, удельные дебиты составляют 0,2—0,6 л/сек, а коэффициент фильтрации — 0,16—8,2 м/сутки. На востоке и юго-востоке дебиты скважин не превышают 17—43 м³/сутки (0,2—0,5 л/сек) при понижении на 4—10 м.

Воды, как правило, слабосоленоватые, солоноватые и соленые с минерализацией от 3 до 32 г/л и более, хлоридного и хлоридно-сульфатного натриевого состава. Пресные воды встречаются в местах интенсивного водообмена — вблизи эоловых песчаных массивов (Кошалак-Кум), в бассейне р. Улькайяк и вдоль склонов речных долин. Минерализация воды здесь в основном до 1 г/л, состав гидрокарбонатно-сульфатный натриевый и хлоридный натриевый:



На всей площади распространения грунтовых вод наблюдается увеличение их минерализации с глубиной. Пополняются запасы водоносного горизонта за счет инфильтрации атмосферных осадков и талых снеговых вод в местах отсутствия в кровле водоупорных неогеновых глин, а также за счет подпитывания из эоловых песков и вод спорадического распространения в плиоцен-четвертичных породах. Такой характер питания обуславливает изменение минерализации воды во времени — опреснение весной и увеличение минерализации к середине лета и в период зимней межени. Разгружаются эти воды испарением на участках выклинивания водовмещающих пород, а также в делювиальные отложения денудационных склонов на контакте с нижележащим водоупором и в аллювий речных долин.

Грунтовые воды четвертичных аллювиальных отложений имеют ограниченное распространение. Они приурочены к долинам рек Тургай, Кабырга, Улы-Жиланчик и Улькайяк. Водосодержащими породами являются неравномерно пере-слаивающиеся тонко- и мелкозернистые пески, залегающие среди глин. Лишь в русловых отложениях рек иногда наблюдаются прослой разнозернистых песков и гравия. Водоносные породы залегают на размытой поверхности средневерхнечетвертичных образований, реже на олигоценных отложениях или глинах чеганской свиты (реки Тургай и Ка-

бырга). Мощность обводненного аллювия на различных участках описываемого района неодинакова, она увеличивается с севера на юг, изменяясь от 2—7 до 50 м в долине р. Тургай и до 15—18 м в долине р. Улы-Жиланчик и др. Воды грунтовые и слабонапорные, величина напора достигает 14 м. Уровень воды тесно связан с положением зеркала плёсов и фиксируется на глубине от 0,2—3 м в пойме до 5—10 м на террасах. Водоносность и качество воды, заключенной в аллювиальных осадках, изменяются в очень широких пределах не только по району, но и в одной долине. В верховьях рек, где аллювий сложен более крупнозернистым материалом, дебиты водопунктов достигают 43—259 м³/сутки (0,5—3 л/сек), иногда 734 м³/сутки (8,5 л/сек) при понижении на 3,3 м. Повышенная водообильность также отмечается в осевой части долин, в пределах первой надпойменной террасы. Здесь дебиты скважин изменяются от 363 м³/сутки (4,2 л/сек) при понижении на 3—5 м до 570 м³/сутки (6,6 л/сек) при понижении на 3,6 м. В прибортовых частях долин расходы низкие — 17—34 м³/сутки (0,2—0,4 л/сек) и менее. Водопроницаемость пород различна и изменяется от 0,1 до 10 м²/сутки, а иногда до 50 м²/сутки. Водоотдача 10—15%. По степени минерализации воды аллювия отличаются необычайной пестротой. Содержание солей в них изменяется от 0,4 до 127 г/л, преобладают соленые воды (более 10 г/л). Пресные и солоноватые воды встречаются на участках с интенсивным водообменом (в верховьях рек) и при значительном подтоке вод со стороны песчаных отложений континентального олигоцена и эоловых массивов. В долине р. Улы-Жиланчик воды имеют несколько меньшую минерализацию, здесь она изменяется от 0,3 до 46,8 г/л, чаще составляет 10—15 г/л, а в долинах рек Тургай и Кабырга — от 0,3 до 125,9 г/л. Соленые воды и рассолы хлоридные натриевые, солоноватые и сильно солоноватые хлоридно-сульфатные натриевые. Пресные воды гидрокарбонатно-хлоридные и гидрокарбонатно-сульфатные, пестрые по катионному составу. Основным источником питания является паводковый сток, меньшее значение имеют атмосферные осадки и подпитывание аллювия водами эоловых и олигоценых песчаных отложений. В связи с этим грунтовые воды характеризуются азональным прибрежно-речным типом режима. Разгружается водоносный горизонт главным образом за счет подпитывания в межень плёсов,

стариц и русел рек, а также в результате внутригрунтового испарения и транспирацией вод растениями.

Грунтовые воды в эоловых отложениях приурочены к песчаным массивам Кошалак-Кум, Тасым, Ак-Кум и небольшим участкам (до 200 км²) эоловых песков, развитым в основном в Тургайской долине и долине р. Улы-Жиланчик. Все они в той или иной мере закреплены и только местами перевеваются. Обычно песчаные массивы сложены тонко- и мелкозернистыми песками мощностью от 3—5 м на окраинах массивов до 15—18 м в центре. Грунтовые воды содержатся лишь там, где эоловые пески подстилаются водоупорными породами континентального олигоцена (Кошалак-Кум) или аллювиальными глинистыми отложениями речных долин (Тасым, Ак-Кум). Зеркало грунтовых вод повторяет очертания рельефа и находится на глубине от 0,4 м в котловинах выдувания до 10 м на буграх. Движение воды в пределах массивов очень сложное, большей частью оно направлено от центра к периферии. Песчаные отложения отличаются значительной водоносностью. Дебиты изменяются от 69 до 360 м³/сутки (0,8—4,2 л/сек), на участках полукрепленных песков они не превышают 17—26 м³/сутки (0,2—0,3 л/сек). Коэффициент фильтрации варьирует от 0,8 до 11,7 м/сутки. По степени минерализации и химическому составу грунтовые воды песчаных массивов отличаются большой пестротой. Пресные воды (до 1 г/л) обычно встречаются среди развеваемых песков (Кошалак-Кум, Ак-Кум). В других песчаных массивах минерализация повышается до 2—3 г/л. Воды с сухим остатком более 3—5 г/л отмечены вблизи сорных понижений. По химическому составу пресные воды в основном относятся к гидрокарбонатно-хлоридным натриевым, слабосоленые — к сульфатно-хлоридным натриевым и соленые — к хлоридным натриевым. Источником питания водоносного горизонта служат атмосферные осадки. Поскольку область питания приурочена ко всей площади распространения, здесь формируются значительные ресурсы пресных подземных вод. Модуль эксплуатационных запасов в песчаных массивах междуречья Иргиз — Тургай составляет 0,3—0,4 л/сек с 1 км². Разгружаются воды эоловых образований в основном испарением или в нижележащие водоносные горизонты.

АКТЮБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ

Актюбинская область расположена в северо-восточной части Западного Казахстана. Центральную часть территории занимает Урало-Мугоджарский горно-островной мелкосопочник с абсолютными отметками 240—657 м. На западе к нему примыкает обширная увалисто-холмистая равнина Подуральского плато (абс. отм. 80—360 м), а к востоку и юго-востоку — Арало-Тургайская слабоволнистая террасированная равнина (абс. отм. 70—250 м). На юге возвышается плато Устюрт (абс. отм. 100—215 м), круто обрывающееся на севере в Предустюртскую равнину с абсолютными отметками 50—100 м.

Климат области резко континентальный, с жарким, сухим летом и холодной зимой. Среднее количество атмосферных осадков изменяется от 160 мм на юге до 300—330 мм на севере при значительном колебании (отклонения достигают 170—250%) в отдельные годы. При высокой испаряемости в летний период (800—1000 мм) в питании подземных вод большую роль играют атмосферные осадки холодного сезона (в среднем 50—110 мм). Гидрографическая сеть общей протяженностью 27 000 км имеет годовой объем стока около 3,6 млрд. м³. Наиболее крупные реки — Орь, Илек, Хобда, Эмба, Уил, Сагиз и Ирғиз. Основная доля речного годового стока (60—100%) приходится на весенний период. Кроме рек имеется много озер общей площадью порядка 1600 км², что составляет 0,5% всей территории.

Гидрогеологические условия области освещаются по следующим крупным геоморфологическим районам: Урало-Мугоджарский горно-островной мелкосопочник, Подуральское плато, Арало-Тургайская равнина и плато Устюрт.

Урало-Мугоджарский горно-островной мелкосопочник

Этот район представляет собой меридионально вытянутое, не всегда четко выраженное орографическое поднятие. На юге выделяется низкогорная (абс. отм. 500—657 м) возвышенность, сохранившая черты горного рельефа (Главный Мугоджарский хребет) и густо пересеченная сетью гидрографических систем (коэффициент расчленения в среднем 1—

1,2 км/км²). К ней с северо-востока и северо-запада причленяется выровненное водораздельное плато с отметками поверхности 250—350 м и коэффициентом расчлененности рельефа 0,2—0,4 км/км². С запада и востока оно окаймлено мелкосопочными равнинами с абсолютными высотами не более 400—450 м. С северо-запада к Мугоджарам примыкает полоса предгорных гряд Южного Улутау (абс. отм. 320—420 м). Между ними расположена Орская депрессия, поверхность которой находится на отметках 240—320 м.

В описываемом районе распространены преимущественно скальные породы допалеозоя и нижнего — среднего палеозоя, образующие крупные линейные меридионально ориентированные тектонические зоны. Западная (Сакмарская) зона сложена геосинклинальными формациями осадочно-вулканогенных пород кембрия, ордовика, силура и менее распространенными осадками девона и карбона, Орь-Илекская — кристаллическими сланцами докембрия и кембрия, Зеленокаменная — осадочно-вулканогенными породами силура — девона. Расположенный в этой зоне Орский грабен выполнен континентальными образованиями юры. Самая восточная Урало-Тобольская зона представлена сильно дислоцированными и глубокометаморфизованными породами докембрия — гнейсами, кварцитами, кристаллическими сланцами. Здесь широко развиты гранитоидные массивы и наложенные синклинальные структуры, образованные конгломерат-песчаниками, доломитами, известняками, глинистыми сланцами нижнего и среднего карбона. Краевые зоны часто перекрыты песчаниками, песчано-глинистыми и кремнисто-карбонатными осадками юры, мела, палеогена и неогена мощностью до 100—350 м, а долины рек — четвертичными аллювиальными образованиями до 15 м.

Гидрогеологически описываемая территория является основной областью формирования, интенсивной циркуляции и дренажа подземных вод. Сильная расчлененность рельефа на большей части района и наличие раскрытых структур способствуют образованию преимущественно трещинных вод со свободной поверхностью в скальных породах допалеозоя и нижне-среднего палеозоя. Мощность трещиноватой зоны колеблется от 30 до 100 м, эффективной — от 36 до 70 м.

В зонах развития глубокометаморфизованных и слабо-трещиноватых пород Орь-Илекского и Урало-Тобольского водоразделов, представленных гнейсами, гранито-гнейсами,

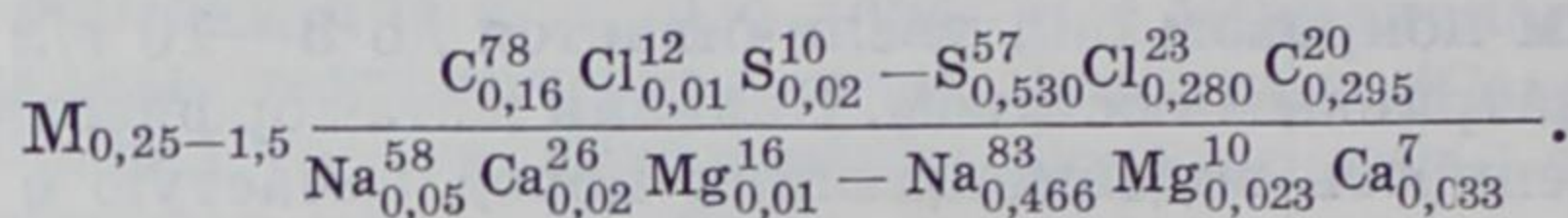
амфиболитами, кварцитами, кристаллическими сланцами, подземные воды циркулируют на глубине до 30—50 м. Лишь на периферии под покровом более молодых образований и в зонах региональных разломов они уходят на глубину до 250—300 м и более. Дебиты родников обычно не превышают 8—26 м³/сутки (0,1—0,3 л/сек). Только в зонах дробления и тектонических швов отдельные водопункты имеют расходы до 86—173 м³/сутки (1—2 л/сек). Минерализация воды изменяется от 0,2—0,5 до 2 г/л и характеризуется в основном гидрокарбонатным натриевым (или кальциевым) составом. На слабодренированных участках с глинистым покровом она увеличивается до 3—10 г/л с хлоридным натриевым составом. Сильная метаморфизованность и уплотненность водовмещающих пород зачастую с глинистым покровом обуславливают низкую величину подземного стока, формирующегося за счет инфильтрации атмосферных осадков, модуль которого составляет 0,15—0,2 л/сек с 1 км². Общее количество воды, участвующее в формировании стока на всей площади водораздельных равнин (25 тыс. км²), достигает 142 млн. м³/год (Сыдыков, 1970).

Водоносные комплексы осадочно-вулканогенных и интрузивных пород среднего палеозоя распространены во всех структурных зонах района и представлены эффузивами смешанного состава, глинисто-кремнистыми, обломочными и карбонатными образованиями, а также массивами ультраосновных и кислых интрузий с мелкими телами основных. Глубина эффективной трещиноватости эффузивно-осадочных пород составляет 50—60 м от поверхности земли, интрузивных — до 60—75 м. В зонах разломов она достигает сотен метров.

Подземные воды, приуроченные к трещиноватой зоне вулканогенных и изверженных пород, а также к участкам развития известняков, песчаников и известняков, циркулируют на глубине до 30—75 м и нередко выклиниваются в виде родников и ручейков на склонах возвышенностей, речных долин и оврагов. Мощность подземных потоков вне зоны разломов порядка 25—50 м. Расходы водопунктов не превышают 86—129 м³/сутки (1—1,5 л/сек). В зонах глубоких разломов и контактов различных пород отдельные родники и скважины имеют дебиты до 430—860 м³/сутки (5—10 л/сек). Наибольшей водообильностью отличаются уль-

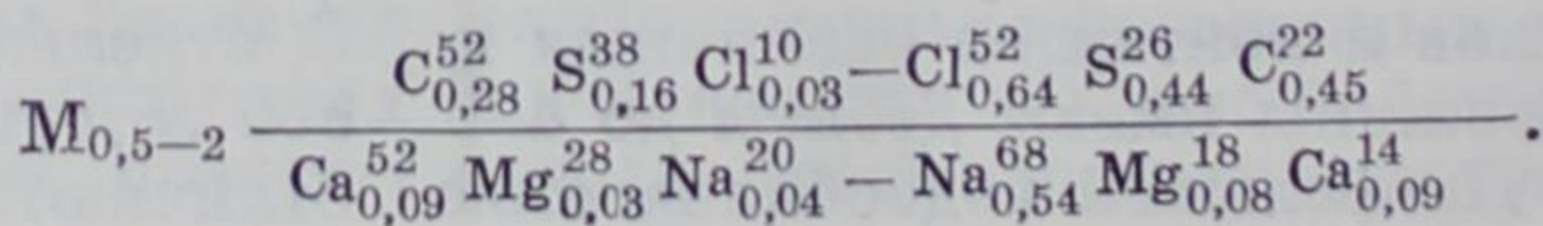
траосновные интрузии, основные эффузивы и пласты конгломератов и известняков Сакмарско-Уралтауской зоны. Подземные воды повсеместно пресные с сухим остатком от 0,1 до 1 г/л, преимущественно гидрокарбонатные натриевые, реже кальциевые и магниевые. В Восточных Мугоджарах в коре выветривания эффузивно-интрузивных пород формируются сульфатно-хлоридные или хлоридные натриевые воды с минерализацией 1,5—3 г/л и более.

Характерный химический состав подземных вод описанных комплексов следующий:



Питание подземных вод происходит исключительно за счет инфильтрации атмосферных осадков. Модуль подземного стока (Сыдыков, 1966, 1970) достигает 0,7—1,2 л/сек с 1 км² в Зеленокаменной и Сакмарско-Уралтауской и 0,15—0,2 л/сек с 1 км² в Прииргизской и Урало-Тобольской зонах. Общий объем стока с площади 16 тыс. км² составляет 425 млн. м³ в год.

В краевых частях Мугоджар и на Орь-Илекском водоразделе в синклиналиях и отдельных синклиналиях-грабенах распространены трещинно-карстовые, реже трещинные воды, приуроченные к конгломерат-песчаникам, известнякам, доломитам верхнего девона — нижнего карбона. Они залегают на глубине от 30 до 125—150 м и имеют дебиты до 430—860 м³/сутки (5—10 л/сек) и более. Наибольшей водообильностью обладают карстующиеся известняки нижнего карбона с коэффициентом фильтрации 2—35 м/сутки. Разгружаются подземные воды в долины рек, лога в виде родников с расходами до 605—1036 м³/сутки (7—12 л/сек). Воды с минерализацией 0,8—1 г/л преимущественно гидрокарбонатные кальциевые или смешанные. В химическом составе слабосоленоватых вод (1,5—3 г/л) преобладают хлориды и сульфаты натрия. Характерный химический состав их, по данным месторождения Берчогур, следующий:



Величина инфильтрационного питания подземных вод комплекса варьирует от 0,4 до 1,2 л/сек с 1 км².

В межгорной впадине левобережья Орь подземные воды приурочены к разнозернистым пескам, песчаникам и алевролитам средней юры. Мощность отдельных горизонтов составляет 16—60 м. Глубина залегания грунтовых и слабонапорных вод изменяется от 5 до 30 м. Расходы скважин при понижении уровня воды на 1,5—28 м изменяются от 0,8 до 190 м³/сутки (0,01—2,2 л/сек), уменьшаясь от бортов к центру. Наиболее пресные воды (0,5—1 г/л) вскрыты в приобортовой части Орской депрессии. С глубиной минерализация увеличивается до 2—4 г/л, а состав изменяется от гидрокарбонатного к хлоридному натриевому. Напорные и редко самоизливающиеся воды в подугольном и угольном горизонтах вскрываются на глубине от 18—30 до 120—175 м. Общая мощность водоносной толщи колеблется от 15 до 60 м. Производительность скважин изменяется от 86—173 до 430—860 м³/сутки (от 1—2 до 5—10 л/сек) при понижении уровня воды на 1,5—17,3 м. Минерализация воды 2—3 г/л, а в осевой части 4—6 г/л.

Питаются подземные воды юрских образований в крайних частях впадины за счет инфильтрации атмосферных осадков и подтока вод из палеозойских пород. Модуль подземного стока изменяется от 0,1 до 0,3 л/сек с 1 км², а суммарное количество воды со всей площади водоносного комплекса составляет 0,5 м³/сек, или 16 млн. м³/год.

В восточной части Уралтауской зоны распространен водоносный комплекс мел-палеогеновых отложений — разнозернистые пески, песчаники с гравием и ракушками, глауконитовыми песками и опоковыми песчаниками с суммарной мощностью до 50—60 м. В этих отложениях за счет инфильтрации атмосферных осадков и подтока подземных вод из палеозойских отложений формируются слабоминерализованные воды с сухим остатком 0,6—2 г/л, вскрытые на глубине до 15—30 м и более. Расходы скважин песчано-известнякового горизонта верхнего мела достигают 1296—1555 м³/сутки (15—18 л/сек), палеогенового песчаникового не превышают 86—259 м³/сутки (1—3 л/сек). Слой подземного стока изменяется от 8—10 до 15—18 мм в год.

В долинах рек Жаксы-Карагалы, Орь, Иргиз и их притоков, выполненных разнозернистыми, нередко гравелистыми или глинистыми песками, грунтовые воды залегают на глу-

бине от 1 до 18 м. Мощность водоносного горизонта составляет 5—15 м. Дебиты водопунктов, вскрывающих эти воды, варьируют от 26—86 до 430—1296 м³/сутки (0,3—1 до 5—15 л/сек) при понижении уровня воды на 1—5 м. Наибольшую водообильность имеют отложения низких террас. Минерализация воды обычно не превышает 1—1,2 г/л, только в низовьях долин Мамыта, Кзылкаина, Уйсылкары и Ори она достигает 3—5 г/л. По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные натриевые и кальциевые; на участках повышенной минерализации преобладают сульфатные и хлоридные натриевые воды. Грунтовые воды аллювия гидравлически связаны с поверхностными и получают питание при их фильтрации в паводковый период. В остальное время года они пополняют свои запасы за счет инфильтрации атмосферных осадков. Величина инфильтрационного питания изменяется от 0,05 (р. Иргиз) до 1—1,2 л/сек (Жаксы-Карагалы) с 1 км².

Общее количество воды, участвующее в формировании подземного стока на Урало-Мугоджарской низкогорной и мелкосопочной возвышенности, по данным Ж. С. Сыдыкова (1964, 1966, 1970), составляет 759 млн. м³.

Подуральское плато

Подуральское плато располагается западнее Мугоджар и Орь-Илекской возвышенности и представляет собой возвышенную холмисто-увалистую равнину, расчлененную достаточно густой долинно-балочной сетью на небольшие водораздельные массивы. Абсолютные отметки поверхности снижаются от 300 м на северо-востоке до 80 м на запад-юго-западе. Относительные превышения в пределах водоразделов невелики (20—50 м), а высоты останцовых гор достигают 100—150 м над речными долинами. Коэффициент расчлененности рельефа плато изменяется от 0,2 до 0,5 км/км².

В районе наиболее широко распространена мощная толща меловых отложений, представленных песками, глинами, мергелями, известняками, кое-где перекрытыми палеоген-неогеновыми песками, глинами, опоками на востоке и северо-западе и древнечетвертичными морскими осадками на западе. На северо-востоке и в ряде других участков обнажаются терригенные образования юры, триаса, терригенные и

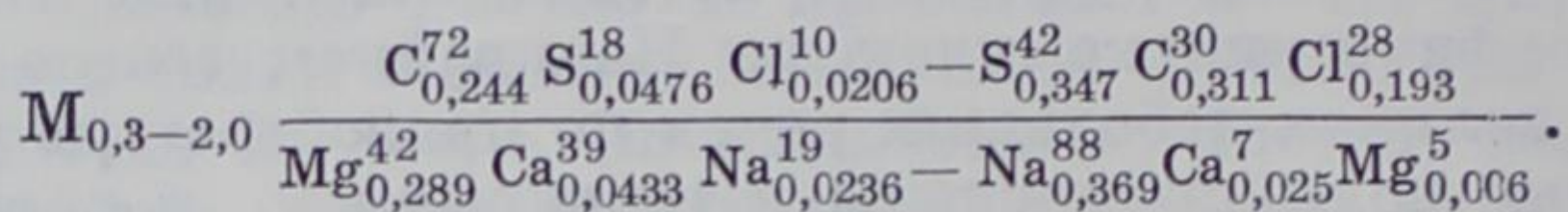
галогенные осадки перми. Речные долины сложены плиоцен-четвертичными аллювиальными породами, в отдельных местах которых развиты эоловые образования. Строение мощного чехла плато осложнено многочисленными соляными куполами и соляными антиклиналями по периферии.

Подземные воды залегают во всех указанных литолого-стратиграфических комплексах. На крайнем северо-востоке плато в долинах небольших речек по правобережью р. Илек подземные воды приурочены к терригенным и сульфатно-терригенным отложениям перми — нижнего триаса, представленным песчаниками, алевролитами, гравелитами, известняками, мергелями, реже сульфатно-галогенными осадками. Открытая пористость песчаных образований нижней перми колеблется от 5 до 22% при проницаемости от нескольких до 400 мд, кунгура — 16—19% при проницаемости 59—119 мд, верхней перми — нижнего триаса в верхней части разреза — 20—28%, в нижней — 7—13% при изменении проницаемости от 113 до 275 мд. Водопроницаемые, трещинные и карстовые коллекторы обуславливают формирование в этих отложениях подземных вод порово-трещинного и трещинно-карстового типа. В местах выходов на дневную поверхность водовмещающих пород они безнапорные, у подножия гряд, на склонах речных долин и оврагов образуют родники или вскрываются выработками на глубине от 10—15 м в понижениях рельефа до 100—140 м на водоразделах.

К западу единый водоносный комплекс нижней перми, кунгура и верхней перми — нижнего триаса расчленяется на ряд водоносных горизонтов, заключающих высоконапорные, нередко самоизливающиеся воды. Дебиты водопунктов в зависимости от литолого-фациального состава и расчлененности рельефа колеблются от первых десятков кубометров в сутки до 518—864 м³/сутки (6—10 л/сек). В условиях активного выщелачивания водовмещающих отложений и интенсивного дренажа распространены пресные и слабосоленоватые воды с минерализацией 0,2—2,5 г/л преимущественно сульфатного натриевого (кальциевого), реже гидрокарбонатного натриевого состава. С погружением водоносных горизонтов минерализация воды увеличивается от 5—30 до 123—320 г/л.

В верхнетриасово-юрских породах, занимающих бассейн Илека и представленных разномерными песками с гра-

бием и галькой и слабосцементированными песчаниками мощностью от 5—10 до 20—25 м, на глубине от 3 до 100 м формируются пресные и слабосоленоватые воды с минерализацией от 0,3 до 2 г/л гидрокарбонатного, сульфатного натриевого или кальциевого и смешанного состава:

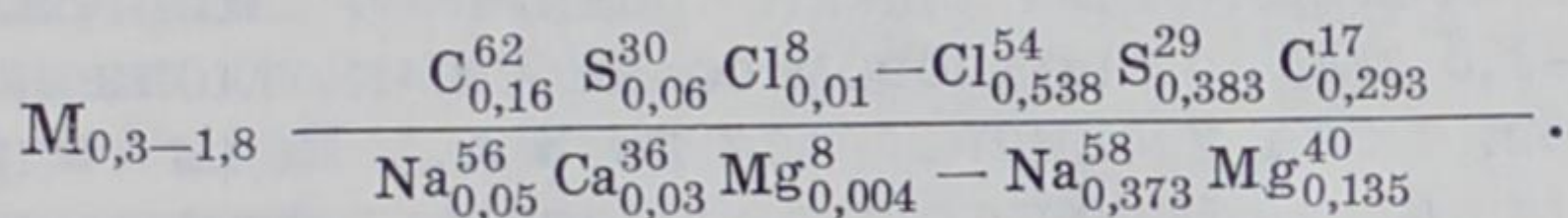


В «дизъюнктивных» мульдах, выполненных юрскими осадками, подземные воды погружаются на глубину 150—280 м и приобретают напор до 130—200 м. Минерализация их увеличивается до 10—15 г/л. Дебиты скважин колеблются от 26 до 430 м³/сутки (0,3—5 л/сек) при понижении уровня воды на 5—12 м. Здесь они получают питание за счет инфильтрации атмосферных осадков, а в долинах рек — в результате фильтрации речных вод. Величина инфильтрационного питания в долине Илека составляет 0,3—0,6 л/сек с 1 км².

В Подуральском плато обширные пространства занимают нижнемеловые отложения, являющиеся прекрасными аккумуляторами подземных вод. В этих осадках образуется ряд горизонтов, объединенных в несколько водоносных комплексов (неокомский, нижнеаптский и альб-сеноманский). Подземные воды заключены в разномзернистых песках, песчаниках с прослоями галечников и желваками фосфоритов с суммарной мощностью от 10—30 м на северо-востоке до 150—180 м на юге и юго-западе. Коллекторские свойства водовмещающих песчаных отложений довольно высокие: открытая пористость неокомского комплекса составляет 18—28% при проницаемости 1300—1660 мд, нижнеаптского — 15—18% при проницаемости 120—1000 мд и альб-сеноманского — 28—33% с коэффициентом фильтрации 0,9—40 м/сутки. В Актюбинском Приуралье, Западном Примугоджарье и на водораздельных участках плато, где водовмещающие отложения выходят на дневную поверхность или скрыты под небольшим покровом молодых образований, подземные воды залегают неглубоко (до 15—25 м) и на склонах речной и балочной сети выклиниваются в виде родников с расходами от 8 до 430 м³/сутки (0,1—5 л/сек), реже до 1037 м³/сутки (12 л/сек) (Сарыбулак, Сууксу и др.).

На большей части территории в результате погружения водоносных пластов на глубине от 75—100 до 500—600 м подземные воды приобретают напорный характер. Дебиты заложённых скважин варьируют от 259 до 3456 м³/сутки (3—40 л/сек).

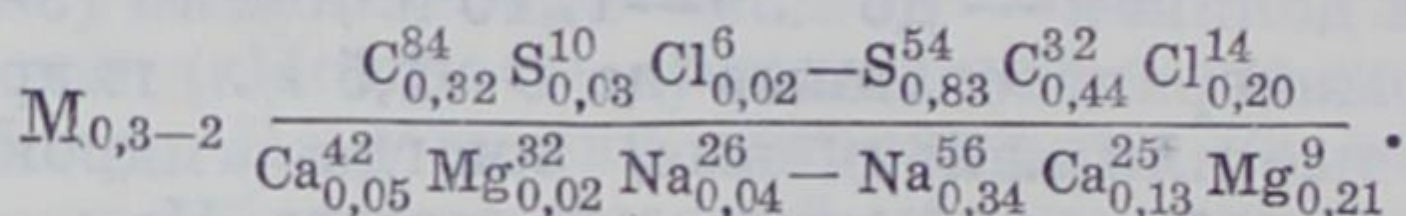
Минерализация грунтовых вод в зоне интенсивного водообмена колеблется от 0,1 до 0,8 г/л с преобладанием в составе бикарбонатов натрия, реже встречаются сульфатные и хлоридно-сульфатные натриевые воды с минерализацией 1—2 г/л. Под влиянием соляных куполов минерализация подземных вод нижнего мела местами увеличивается до 5—7 г/л и более, состав их изменяется на хлоридный натриевый. Вне влияния соляной тектоники минерализация воды даже на больших глубинах не превышает 2—3 г/л. Характерный состав этих вод имеет вид



Грунтовые воды нижнемеловых отложений получают питание за счет инфильтрации атмосферных осадков и фильтрации речных вод в предгорной зоне. Величина инфильтрационного питания их варьирует от 0,2 до 0,7 л/сек с 1 км², а в артезианских бассейнах — от 0,15 до 0,3—0,4 л/сек с 1 км².

Значительную площадь в районе занимают подземные воды верхнемелового водоносного комплекса, представленного песчано-галечными образованиями сантона и трещиноватыми мергелисто-меловыми осадками маастрихта. Нижний сантонский горизонт в северо-восточном обрамлении плато вскрывается на глубине от 2 до 70 м и нередко образует родники. Расходы водопунктов достигают 86—173 м³/сутки (1—2 л/сек), а минерализация — 1—1,5 г/л. С погружением горизонта производительность сокращается до 26—8 м³/сутки (0,3—0,1 л/сек), а минерализация воды увеличивается до 5—7 г/л. Химический состав воды пестрый. Всю остальную часть мелового плато составляет верхний (маастрихтский) водоносный горизонт со средней мощностью 30—70 м. Глубина залегания подземных вод 10—30 м и более. Расходы водопунктов изменяются от 43 до 259 м³/сутки (0,5—3 л/сек) при понижении уровня воды на

На юге района широко развиты массивы эоловых песков. Наиболее крупные из них — Большие и Малые Барсуки, северо-восточная часть Приаральских Каракумов, мелкие — в долинах Иргиза, Улькайка. Водовмещающие отложения представлены мелко- и среднезернистыми песками мощностью от 3 до 30 м, в толще которых грунтовые воды залегают на глубине от 0,5—1 м в понижениях до 10—15 м под буграми. Дебиты выработок колеблются от 8 до 43 м³/сутки (0,1—0,5 л/сек), а отдельные достигают 430—860 м³/сутки (5—10 л/сек) при понижении уровня воды на 5,5 м (Большие Барсуки). В зоне интенсивного водообмена распространены пресные воды с минерализацией до 1 г/л гидрокарбонатного кальциевого и натриевого состава. В закрепленных песках она увеличивается до 1—3 г/л, состав сульфатно-карбонатный или сульфатный натриевый. По окраине песчаных массивов минерализация достигает 5—10 г/л и более. Химический состав воды эоловых песков следующий:



Формируются грунтовые воды эоловых образований в результате инфильтрации атмосферных осадков. Этому способствуют хорошо фильтрующие пески, всхолмленность рельефа и близкое залегание. Модули подземного стока изменяются от 0,3 до 0,8 л/сек с 1 км². Разгрузка их осуществляется испарением, транспирацией растениями, оттоком в глубокие межрядовые понижения и долины рек. Уровень воды подвержен значительным колебаниям в течение года: весной и осенью в зависимости от глубины залегания поднимается от 0,03—0,15 до 1—1,5 м, а летом и зимой снижается на 0,1—0,25 м.

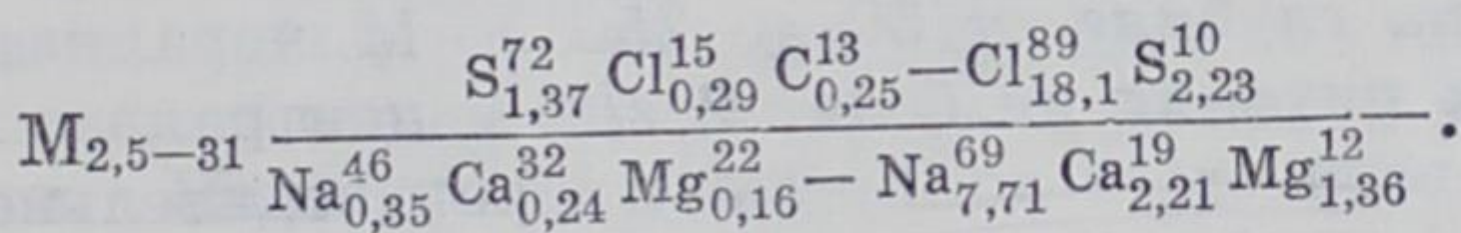
В аллювиальных отложениях, выполняющих долины рек Тургай, Иргиз, Улькайка и Каракай, в разном зернистых, нередко глинистых песках и супесях общей мощностью от 3 до 15 м на глубине от 1 до 15 м циркулируют грунтовые воды с минерализацией от 1—1,5 до 5 г/л и выше. В местах развития глинистых образований и неглубокого залегания (менее 2,5 м) грунтовых вод минерализация их достигает 20—50 г/л. Расходы скважин вблизи русел рек составляют 0,5—1,2 л/сек, а по мере удаления от них сильно сокращаются. Питание аллювиальных вод осуществляется за счет

инфильтрации атмосферных осадков и частично подтока вод из олигоценых отложений и эоловых песков. Модули подземного стока изменяются от 0,05 до 0,1 л/сек с 1 км².

Плато Устюрт

Район представляет возвышенную плоскую равнину, окаймленную крутыми чинками высотой до 150—210 м. Поверхность плато слабо расчленена, в отдельных местах нарушена несколькими бессточными впадинами, наиболее крупная из которых Асмантай-Матай. Плато сложено карвернозными известняками и песчаниками сармата, на чинках и склонах впадин обнажаются отложения палеогена. Вблизи впадин встречаются массивы эоловых песков, а на их дне — озерно-соровые осадки.

В районе наиболее широко распространены пористые карвернозные известняки, известковистые песчаники и мергели неогена (сармата), в которых циркулируют порово-трещинные грунтовые воды. Вдоль чинков воды выклиниваются в виде родников, а на водоразделах вскрываются на глубине от 3 до 30 м. Мощность обводненной зоны изменяется от 0 до 30 м. Дебиты родников и колодцев, вскрывающих верхнюю часть водоносного комплекса, составляют 1—8 м³/сутки (0,01—0,1 л/сек), реже 43 м³/сутки (0,5 л/сек). С глубиной расходы скважин увеличиваются до 173—778 м³/сутки (2—9 л/сек) при понижении уровня воды на 3—10 м. Пресные и слабосоленоватые воды с минерализацией от 0,8 до 3 г/л встречаются в краевой части плато, к югу она увеличивается до 5 г/л и более. Преобладают сульфатные повышенной минерализации хлоридные натриевые воды. Химический состав грунтовых вод сармата следующий:



Питание грунтовых вод осуществляется инфильтрацией атмосферных осадков холодного периода года. Величина модуля стока колеблется от 0,05 до 0,22 л/сек с 1 км².

В песчаном массиве Матайкум, сложенном мелко- и среднезернистыми песками, на глубине 1—5 м в результа-

те просачивания атмосферных осадков формируются поровые грунтовые воды. Мощность водоносной зоны составляет 5—25 м, но слабоминерализованные воды (до 3 г/л) занимают лишь ее верхнюю часть. На периферии массива распространены солоноватые и соленые воды с сухим остатком от 3 до 15 г/л и более. Производительность водопунктов чаще 8—17 м³/сутки (0,1—0,2 л/сек), отдельные скважины дают до 86—173 м³/сутки (1—2 л/сек) при понижении уровня воды на 1—3 м. Модуль подземного стока колеблется от 0,1 до 0,3 л/сек с 1 км².

Артезианские воды в Актюбинской области связаны с отложениями юры, нижнего мела и морского палеогена (Сыдыков, Сотников, 1958; Ахмедсафин, 1959, 1961; Сыдыков, 1966). Напорные воды юрских отложений распространены в основном в Орско-Донской депрессии. Они вскрыты на глубине от 30 до 150 м. Высота напора изменяется от 20 до 180 м. Производительность скважин колеблется от 86 до 860 м³/сутки (1—10 л/сек). Минерализация воды обычно не превышает 3 г/л, в осевой части — 4—5 г/л. Высоконапорные, нередко самоизливающиеся воды нижнего мела широко развиты на Подуральском плато, в западной и юго-западной части Примугоджарья и в Северном Приаралье. Водовмещающие породы — разнотернистые пески и песчаники суммарной мощностью от 20 до 200 м занимают верхнюю часть альба (отчасти сеномана), а в Урало-Эмбенском плато и нижнюю часть апта и неокома. Глубина залегания их изменяется от 50 до 700 м. Минерализация воды колеблется от 0,5 до 3 г/л. Дебиты скважин варьируют от 86 до 1730—3888 м³/сутки (от 1 до 20—45 л/сек). Артезианские воды морского палеогена, широко развитые в Северном Приаралье и приуроченные к мелко- и среднетернистым пескам, залегают на глубине от 50 до 250 м. Минерализация воды в областях питания не более 2 г/л, в центральных частях бассейнов возрастает до 2—7 г/л. Производительность высоконапорных скважин колеблется от 86 до 1296 м³/сутки (1—15 л/сек).

УРАЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ

Уральская область занимает северо-западную часть Казахстана. Естественными границами ее на севере и северо-востоке являются отроги Общего и Зауральского Сыртов, на востоке — междуречье Калдыгайты — Киил-Уил, на западе — приволжские степи. Южная граница в широтном направлении пересекает песчаную равнину Нарын. Поверхность территории имеет уклон к югу и юго-западу, снижаясь от 100—250 м на севере и северо-востоке до минус 3—15 м на юге и юго-западе. Наиболее высокой ее частью является возвышенность Общего Сырта, входящая в пределы области лишь своими южными склонами, выраженными цепью невысоких холмов с максимальной абсолютной отметкой 259 м. К югу и востоку она переходит в приподнятую увалисто-холмистую равнину с абсолютными отметками 50—250 м. Южнее простирается Прикаспийская низменная равнина.

Климат засушливый, резко континентальный. Годовая сумма атмосферных осадков изменяется от 300 мм на севере до 190 мм на юге.

Основной водной артерией является р. Урал с наибольшим среднемноголетним объемом годового стока 10 000 млн. м³ при среднем расходе 317 м³/сек. Мелкие реки (Калдыгайты, Деркул, Дюра, Большой и Малый Узени и др.) начинаются с отрогов Общего Сырта или склонов сыртовой равнины Заволжья и текут в сторону Каспийского моря, но вследствие маловодности теряются в суглинках полупустыни, образуя в бессточных впадинах и песчаных массивах дельтовые разливы озерно-лиманного типа (Чижинские, Дюринские, Узеньские, Камыш-Самарские и др.). Общий среднемноголетний объем речного стока составляет 11,2 млрд. м³, из них только 1,2 млрд. м³ формируется в пределах области. Для озер типична бессточность и высокая минерализация воды. Наиболее крупные из них Шалкар и Аралсор.

Гидрогеологические условия описываемой области освещаются по двум районам — возвышенным равнинам Общего и Зауральского Сыртов и Прикаспийской низменности.

Возвышенные равнины Общего и Зауральского Сыртов

Возвышенная равнина Общего Сырта характеризуется сильно пересеченным рельефом: над ее сглаженной поверхностью возвышаются останцовые вершины; склоны глубоко врезанных долин имеют сложный террасированный рельеф и густо расчленены овражно-балочной сетью. Коэффициент расчлененности рельефа составляет $0,3—0,4$ км/км². Увалистая, местами холмистая равнина Зауральского Сырта менее расчленена. Относительные высоты отдельных холмов достигают $20—50$ м и более, увалов — $10—15$ м. Величина показателя расчлененности рельефа изменяется от $0,1—0,2$ (делювиальные равнины предсыртового уступа) до $0,3—0,4$ км/км² (участки, прилегающие к долинам Илека, Утвы). На севере описываемая территория пересечена Уралом в его среднем (широтном) течении и его левыми притоками Илек, Утва и др.

Возвышенные равнины Общего и Зауральского Сыртов с поверхности сложены осадочными отложениями мезозой-кайнозоя, включающими осадки от триаса до современных четвертичных образований. Водоносные породы неодинаковы по степени метаморфизации, уплотненности, сцементированности и условиям залегания, что отражается на водообильности и химизме заключенных в них подземных вод. Существенно уплотнены и сложно построены породы триаса, юры и нижнего мела, имеющие ограниченные выходы на участках соляных структур, разбитых сетью тектонических разломов. Представлены они песками, песчаниками, конгломератами, алевролитами, известняками, мергелями, залегающими среди глин. Коллекторские свойства этих отложений слабо изучены. Открытая пористость песчаников нижнего триаса в среднем составляет $9,11\%$ (Айзенштадт и др., 1967), алевролитов — $8,6$ при проницаемости 40 мд.

Образования верхнего мела — палеогена слабо изменены, неметаморфизованы, мало осложнены тектоникой, но карбонатно-глинистый состав их обуславливает в целом слабую водообильность. Значительно развиты мергельно-меловые отложения верхнего мела, которые на отдельных участках отличаются эффективной трещиноватостью и закарстованностью, прослеживающейся до глубины $100—150$ м. Ниже

трещиноватость мергелей и мела обычно затухает, и породы практически становятся водоупорными. Средний коэффициент водоотдачи 0,08. Трещиноватость песчаников, мергелей и опок палеогена проникает на глубину 20—50 м и более. Коэффициент водоотдачи 0,12.

В данном районе широко развиты верхнеплиоценовые и четвертичные образования, резко отличающиеся от нижележащих горизонтальным залеганием, меньшей уплотненностью и несцементированностью водовмещающих пород. Литолого-фациальный состав верхнеплиоценового комплекса по направлению к Прикаспийской низменности изменяется от песчано-галечниковых и песчаных отложений до песчано-глинистых и глинистых. Коэффициент фильтрации водовмещающих песчаных образований комплекса изменяется от 1—5 (мелкозернистые) до 70—80 м/сутки (средне- и разномзернистые).

Аллювиальные образования характеризуются непостоянными по площади и в вертикальном разрезе фильтрационными свойствами. Коэффициент фильтрации разномзернистых песков с гравийно-галечным материалом составляет 10—150 м/сутки и более, мелко- и разномзернистых песков — от 1 до 15 м/сутки, а глинистых песков мелких речек — до 1 м/сутки.

Водораздельные площади территории на больших пространствах покрыты лессовидными суглинками, а на склонах развит широкий и мощный покров делювиальных отложений, представленных суглинками, супесями с прослоями разномзернистых песков с включениями дресвы и щебенки. Коллекторские свойства их низкие.

В водоносных коллекторах триаса, юры, нижнего и верхнего мела, палеогена в местах их выхода на дневную поверхность (южные склоны Общего и Зауральского Сыртов) или неглубокого залегания в результате инфильтрации атмосферных осадков, фильтрации воды из рек и временных водотоков формируются потоки порово-трещинных и трещинно-карстовых подземных вод грунтового типа. Мощность обводненной зоны вне разломов 20—50 м. Наибольшее значение имеют подземные воды мергельно-меловой толщи верхнего мела и песчано-карбонатных отложений палеогена, обнажающихся на крайнем северо-западе и северо-востоке территории. Они дренируются долинами рек, балками, оврагами, образуя родники с расходами от 17 до 860 м³/сут-

ки, или от 0,2 до 10 л/сек (верхний мел), и от 43 до 86 м³/сутки, или от 0,5 до 1 л/сек (палеоген). На водораздельных равнинах они приобретают напор и вскрываются на глубине от 10—30 до 50—100 м и более. Дебиты скважин здесь изменяются от 86—259 до 864—1296 м³/сутки (от 1—3 до 10—15 л/сек) при понижении уровня воды на 3—12 м для верхнемелового водоносного горизонта и от 43—86 до 302—562 м³/сутки (от 0,5—1 до 3,5—6,5 л/сек) для палеогенового.

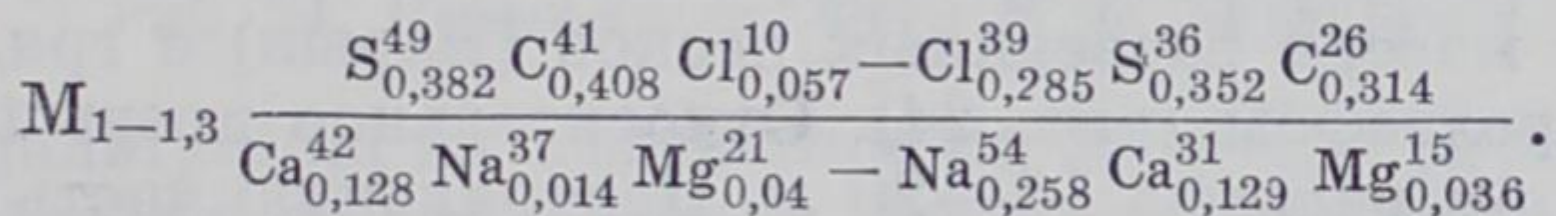
В верхнеплиоценовых отложениях, широко развитых на склонах и водоразделах Общего Сырта, Предсыртового уступа, в песчаных прослоях с суммарной мощностью до 30—45 м на глубине от 0,5—2 до 40—60 м и более, циркулируют грунтовые и напорные воды порового типа. Они формируются за счет фильтрации временных водотоков, речных вод, подпитывания водами нижележащих горизонтов и меньше в результате инфильтрации атмосферных осадков. Движение подземного потока направлено с севера, северо-востока в сторону погруженных частей Прикаспийской впадины. Скорости движения изменяются от 1 до 3 м/год (Козлов, Стадник, 1969). Дебиты скважин, вскрывших эти отложения, колеблются от 0,8 до 86—173 (от 0,01 до 1—2 л/сек), реже 259—432 м³/сутки (3—5 л/сек). На отдельных участках, где водовмещающие отложения представлены разнотернистыми песками с галькой и гравием, расходы скважин достигают 691—864 м³/сутки (8—10 л/сек) при понижении уровня воды на 6—10 м.

Делювиальные суглинки и подстилающие их сыртовые опесчаненные глины содержат грунтовые воды спорадического распространения в виде более или менее крупных линз. Они вскрываются на глубине от 4—10 до 20—30 м. Дебиты водопунктов незначительные и обычно не превышают 1—43 м³/сутки (0,01—0,5 л/сек). На большей части территории сыртовые глины являются безводными и представляют собой водоупор.

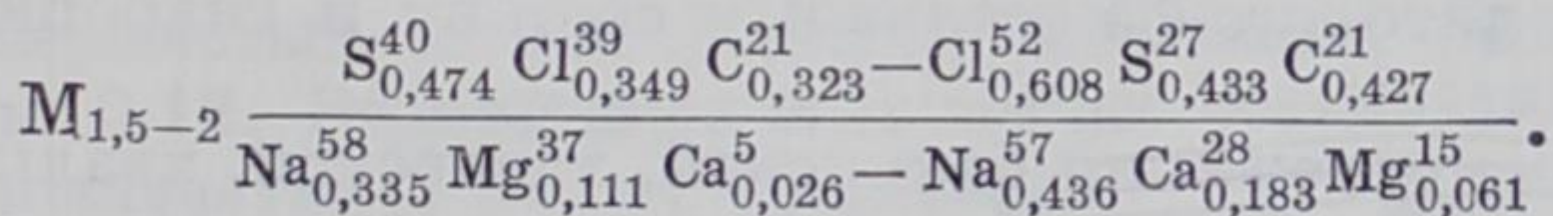
В долинах рек, выполненных аллювиальными образованиями мощностью от 3—5 до 25—30 м, на глубине от 0,5—5 до 15—20 м на верхних террасах формируются потоки грунтовых вод. Питаются они за счет фильтрации паводковых вод и в меньшей степени атмосферных осадков. Это обуславливает повышение их уровня весной до 1,5—2,3 м в долине Урала и до 0,4—0,9 м в долинах более мелких рек. Влияние паводковой волны сказывается в 1,5—2 км от рус-

ла. Модуль подземного стока составляет не менее 0,8—1,5 л/сек с 1 км². Производительность выработок, вскрывающих аллювиальные воды, определяется литологией водовмещающих отложений: в тонкозернистых глинистых песках она не превышает 2,6—8,6 м³/сутки (0,03—0,1 л/сек), в мелко- и среднезернистых — 52—86 м³/сутки (0,6—1 л/сек) при понижении уровня воды на 1—4 м, в разномзернистых песках с гравийно-галечным материалом достигает 173—691 м³/сутки (2—8 л/сек) и более. Наибольшая водообильность отложений отмечается в долине Урала у г. Уральска, где разведочно-эксплуатационные скважины при вскрытии вод аллювия на глубине 8—16 м дают каждая 16—38 л/сек (1,4—3,4 тыс. м³/сутки) при понижении уровня воды до 10 м. Южнее с увеличением в песках глинистых фракций водоотдача горизонта резко сокращается.

Подземные воды осадочных отложений мезозой-кайнозой в зоне интенсивного (грунтового) водообмена отличаются слабой минерализацией, не превышающей 1 г/л, преимущественно гидрокарбонатного кальциевого (местами натриевого) состава. В пределах водораздельных равнин минерализация подземных вод этих осадков увеличивается до 1—3 г/л. Химический состав их становится довольно пестрый:



Минерализация подземных вод верхнеплиоценовых отложений в областях их выходов и неглубокого залегания 0,5—3 г/л. Химический состав пресных вод преимущественно гидрокарбонатный натриевый, реже смешанный, слабосоленоватых — сульфатно-хлоридный или хлоридно-сульфатный натриево-магниевый, натриево-кальциевый:



С глубиной минерализация верхнеплиоценовых отложений увеличивается до 5—10 г/л и более, в составе преобладают хлориды натрия.

Грунтовые воды аллювиальных отложений пресные и слабосоленоватые с минерализацией 0,2—3 г/л гидрокарбо-

натного кальциевого (натриевого) и смешанного состава, лишь на отдельных участках долин, где происходит подток соленых вод из глубоких горизонтов (долина Утвы в районе Казахского соляного купола), она достигает 10—15 г/л.

Спорадические линзы вод делювиальных отложений характеризуются пестрой минерализацией и составом. На склонах Общего Сырта их минерализация не превышает 3 г/л.

Прикаспийская низменность

Прикаспийская низменность представляет собой однообразную плоскую пологонаклонную аккумулятивную равнину морского, частично речного генезиса. Абсолютные высоты ее поверхности изменяются от 80—50 м по периферии до 28 м ниже уровня Мирового океана у побережья Каспия. Рельеф низменности слабо расчленен (коэффициент расчленения менее 0,1 км/км²). Местами он осложнен островными возвышенностями, слабо врезанными речными долинами и многочисленными понижениями — лиманами, впадинами, сорами и озерными котловинами, в которых теряются реки, стекающие с возвышенных окраин. В южной части Прикаспийской низменности ниже нулевой отметки распространен крупный массив развееванных песков (Нарын) с грядово-барханным рельефом (рис. 24). Относительное превышение эоловых форм рельефа 15—20 м. Центральную часть ее с юга на север пересекает долина Урала. Ширина ее в средней части 10—15 км, в нижней до 24 км. В ней прослеживается помимо поймы три надпойменные террасы высотой 10—25 м.

Поверхность Прикаспийской низменности сложена мощной толщей песчано-глинистых осадков четвертичного возраста, различающихся по характеру пространственного размещения, литолого-фациальному составу и гидрогеологическим свойствам.

Морские отложения бакинской, хазарской, хвалынской и послехвалынской трансгрессий, представленные глинами, суглинками с прослоями и линзами преимущественно мелко- и тонкозернистых, нередко глинистых песков мощностью 2—10 м в отдельных случаях до 10—15 м, распространены на всей площади низменности. Песчаные горизонты не выдержаны по мощности и в пространстве. Коэффи-



Рис. 24. Нарын-пески. Фото В. А. Бочкаревой.

циент фильтрации их изменяется от 0,1—0,15 до 4—5 м/сутки, а водоотдача, по данным Заволжской экспедиции (Каменский, 1960), в среднем составляет 0,02—0,05. Эоловые отложения, занимающие большую площадь в междуречье Волга — Урал (Нарын-пески) и небольшие массивы в долинах рек Булдуурты — Калдыгайты, Уил и др., состоят из тонко-, мелко-, реже среднезернистых песков, слагающих бугры, гряды, иногда закрепленные растительностью. Максимальная мощность их 10—15 м. Водоотдача мелко- и среднезернистых песков Нарын составляет 0,10—0,18, в среднем 0,12. Водовмещающие пески остальных массивов более пылеваты и имеют водоотдачу, не превышающую 0,10—0,12. Коэффициент фильтрации песков варьирует от 0,2 до 9, чаще составляет 1—5 м/сутки.

Аллювиальные отложения, выполняющие долины Урала, Большого и Малого Узеней, Кушума, Калдыгайты и др., представлены разно- и мелко-, часто тонкозернистыми глинистыми песками. Нередко в основании песков встречаются

прослой гравия (долины Урала и Малого Узеня). В ряде долин водоносные пески разделяются глинистыми пластами мощностью до 1—5 м на два и больше прослоев. Общая мощность аллювия колеблется от 2—6 до 12 м, в долине Урала — до 25—30 м. Коэффициент фильтрации тонко- и мелкозернистых глинистых песков изменяется от 0,2—1 до 3 м/сутки, мелко- и разномзернистых — от 1 до 15 м/сутки, а разномзернистых с гравийными материалами составляет 10—100 м/сутки и более.

Озерные и озерно-аллювиальные отложения представлены глинистыми песками, супесями и суглинками мощностью не более 2—5 м. Грунтовые воды в морских, озерно-морских и озерно-аллювиальных отложениях занимают нерасчлененные плоские низменные равнины преимущественно с глинистым покровом. Глубина залегания их варьирует от 0,5—1 м в понижениях до 10—25 м на водораздельных участках. Формирование этих вод в виде более или менее крупных линз носит в основном очаговый, спорадический характер. Это происходит вследствие инфильтрации атмосферных осадков холодного периода (ноябрь — май) и во время весеннего таяния снегов в понижениях рельефа.

Величина инфильтрационного питания грунтовых вод морских и озерно-морских отложений, по данным Института гидрогеологии и гидрофизики, вдоль р. Урал составляет 3—7 мм. На слабодренируемой равнине эта величина колеблется от отрицательных значений (солончаки, лиманы) до 6 мм. На участках некоторых лиманов и впадин в результате просачивания поверхностных вод величина инфильтрационного питания достигает 20—30 мм в год. Модуль подземного стока изменяется от 0,05 до 0,3 л/сек с 1 км² (Сыдыков, 1970). Дебиты выработок по внешней окраине Прикаспийской низменности изменяются от 0,86 до 43 м³/сутки (0,01—0,5 л/сек), реже достигают 86—389 м³/сутки (1—4,5 л/сек), на остальной территории не превышают 8,6—26 м³/сутки (0,1—0,3 л/сек).

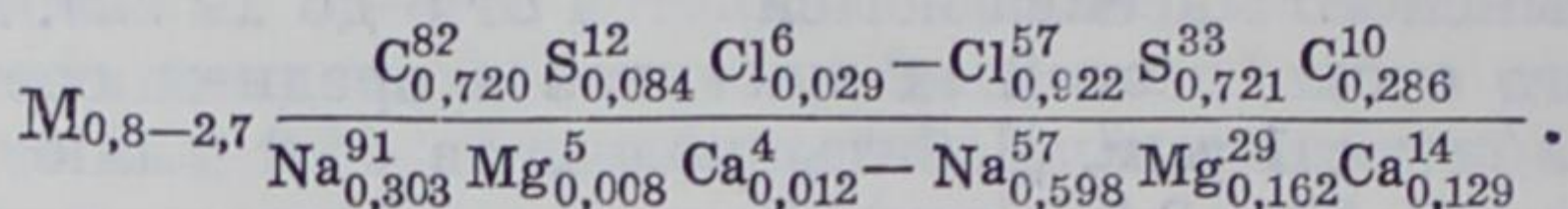
В эоловых отложениях грунтовые воды залегают на глубине от 1—3 до 5—15 м в зависимости от формы и гипсометрии массивов. Мощность водонасыщенных песков обычно не превышает 8—10 м. Основным источником питания грунтовых вод служат атмосферные осадки. В зависимости от их количества и глубины зеркала воды амплитуда колебания уровня изменяется от 0,35—0,5 м при глубине 3—5 м

до 1—1,2 м при глубине 0,8—1 м. Величина инфильтрационного питания этих вод в северной и северо-западной частях Нарынского массива изменяется от 5 до 12 мм. Модуль подземного стока песчаных массивов в среднем составляет 0,1—0,3 л/сек с 1 км². Дебиты колодцев составляют 0,86—43 м³/сутки (0,01—0,5 л/сек). Расходы скважин в грядово-бугристых участках северной части Нарынских песков достигают 43—86 м³/сутки (0,5—1 л/сек) при понижении уровня воды на 1—3 м.

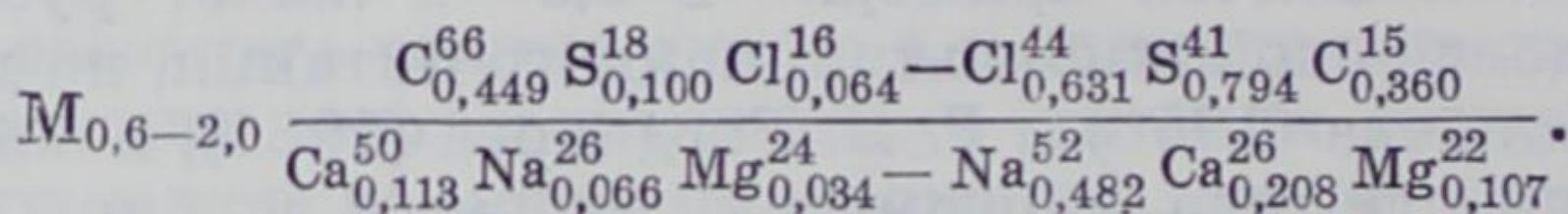
В долинах Урала, Большого и Малого Узеней, Кушума и др. на глубине от 0,5—3 до 4—6 м в поймах и от 6—8 до 18—20 м на высоких террасах в песчаных отложениях аллювия циркулируют грунтовые воды, формирующиеся за счет фильтрации речных паводковых вод и в меньшей степени атмосферных осадков. Мощность потоков в долинах мелких рек колеблется от 2—6 до 12 м, в долине Урала достигает 20—30 м. Подъем уровня наблюдается весной: до 1,5—2,3 м в долине Урала и до 0,4—0,9 м в прочих долинах. Влияние паводковой воды на подъем уровня грунтовых вод сказывается примерно в 1,5—2 км от русел рек. Среднегодовой слой инфильтрационного питания, по данным М. П. Распопова (1956) и Г. Я. Богданова (1961), в зависимости от водности года, гипсометрии террас и глубины залегания воды варьирует от 30 до 150 мм. Модуль стока грунтовых вод в речных долинах определяется в размере от 0,3 до 1—1,5 л/сек с 1 км², а местами более. Производительность водопунктов в зависимости от литологического состава отложений изменяется от 8,6 до 173—432 м³/сутки (от 0,1 до 2—5 л/сек) при понижении уровня воды на 5—10 м в долинах Большого и Малого Узеней, Кушума и др. В долине Урала по периферии Прикаспийской впадины дебиты скважин колеблются от 43 до 518—864 м³/сутки (от 0,5 до 6—10 л/сек) при понижении уровня воды на 5 м, а южнее с увеличением в песках глинистых фракций они уменьшаются до 8,6—140 м³/сутки (0,1—1,5 л/сек).

Сильная засоленность и плохая промытость морских осадков, многочисленные солончаки, соры, соляные купола обуславливают на большей части территории распространение вод повышенной и высокой минерализации (от 10 до 300 г/л и более). Пресные и слабосоленоватые воды с минерализацией до 1—3 г/л в виде маломощных линз (мощность 1—3 м) встречаются в микропонижениях, вдоль до-

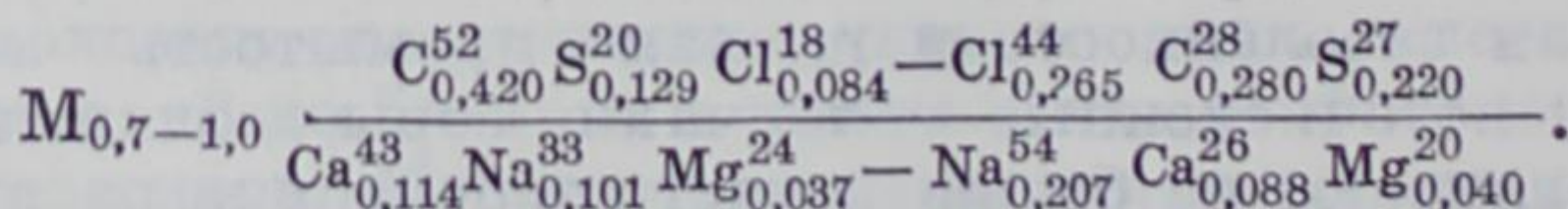
лин Урала, Кушума, Большого и Малого Узеней. Состав воды гидрокарбонатный натриевый или смешанный:



В эоловых отложениях наиболее слабоминерализованные воды с сухим остатком до 1 г/л развиты в северной части Нарынских, Булдурты-Калдыгайтинских песчаных массивов, где они имеют значительную мощность (3—10 м). На других участках пресные воды залегают в виде линз, ограничивающихся контурами незакрепленных песков. Под солами и солончаками минерализация воды изменяется от 10 до 50 г/л и более. Пресные воды по химическому составу преимущественно гидрокарбонатные или сульфатно-гидрокарбонатные кальциевые (натриевые). Слабосоленоватые и соленые с минерализацией до 16 г/л имеют хлоридно-сульфатный, сульфатно-хлоридный и хлоридный натриевый состав:



Химический состав аллювиальных отложений довольно пестрый. Минерализация в долинах Урала, Кушума, Большого и Малого Узеней в прирусловой части не превышает 1 г/л, а на террасах изменяется от 1 до 3 г/л, в отдельных местах до 5 г/л. Грунтовые воды в слабоврезанных долинах мелких рек опресняются лишь весной. В остальное время года минерализация их увеличивается до 5—10 г/л и более. Пресные воды с сухим остатком до 1 г/л преимущественно гидрокарбонатные кальциевые, слабосоленоватые — гидрокарбонатно-хлоридные, хлоридно-гидрокарбонатные, хлоридно-сульфатные натриевые:



Артезианские воды. В Уральской области У. М. Ахмедсафиным (1961) выявлен Северо-Каспийский артезианский бассейн, приуроченный к песчано-глинистой толще нижнего

мела и палеоген-неогена. Мощность водоносных пород изменяется с севера на юг от нескольких метров до 2—3 тыс. м. Высоконапорные воды неогена с минерализацией 10—50 г/л вскрыты на глубине 30—250 м и более, рассолы (более 100 г/л) нижнего мела — на глубине 1000—1500 м.

ГУРЬЕВСКАЯ ОБЛАСТЬ

Территория области (площадь 111 тыс. км²) занимает северное и восточное побережье Каспийского моря и представляет собой низменность, выполненную его осадками, которая в прошлом была дном моря. Поверхность низменности плоская, пологонаклонная от окраин к морю. Абсолютные отметки ее снижаются от 50 до 29 м ниже уровня океана у побережья, причем около 80% территории области располагается ниже уровня Мирового океана. На фоне низменной равнины широко развиты крупные и мелкие соровые понижения (Кайдак, Тентексор и др.), а в дельтах отмерших рек в пределах песчаных массивов (Нарынские, Тайсойганские, Каракумы и др.) — межбугристые понижения. Наиболее крупный из песчаных массивов — Нарынский — в междуречье Волга — Урал, в северо-западной части области, занимает более 40 тыс. км². Но на территорию области он входит своей южной частью.

Климат района резко континентальный, с сухим жарким летом (среднемесячная температура 24—26°) и холодной зимой (—10—16°). Годовое количество атмосферных осадков колеблется в пределах 150—200 мм. Летом выпадает 40—70% годовых осадков, которые из-за большого дефицита влажности воздуха и высоких температур расходуются в основном на испарение, не участвуя в образовании подземного и поверхностного стока. В питании подземных вод неглубокого залегания в пределах области главную роль играют атмосферные осадки холодного периода.

Засушливость климата определяет бедность территории поверхностными водами. Река Урал является основной водной артерией области, все остальные (Уил, Сагиз, Эмба) незначительны и теряются среди плоских равнин в соровых понижениях и песчаных массивах.

В геолого-структурном отношении рассматриваемая территория представляет глубочайшую тектоническую впадину, выполненную мощным осадочным чехлом (15—18 км), сложенным породами от нижнего палеозоя до четвертичных включительно. Вся территория покрыта песчано-глинистыми осадками четвертичных каспийских трансгрессий. Располагается она в пределах одного геоморфологического района — Прикаспийской низменности.

Подземные воды грунтового типа приурочены здесь ко всем генетическим типам четвертичных отложений.

Грунтовые воды золотых отложений, имеющие широкое распространение, приурочены к песчаным массивам Нарын в пределах южной части, Бийрюк, Тайсойган и Прикаспийским Каракумам. Эти массивы мощностью от 1—5 до 10—15 м образовались за счет перевевания морских и озерно-аллювиальных (Нарынский), аллювиально-дельтовых отложений (Прикаспийские Каракумы и Тайсойган-Бийрюкские пески).

Самым крупным песчаным массивом Гурьевской области является Нарынский, который своей северной частью заходит в пределы смежной Уральской области. Южнее Камыш-Самарских разливов, уже в пределах описываемой области, в северо-восточной и центральной частях массива образуется средний и мелкий (по гипсометрии) грядово-бугристый рельеф, а на юге — «островные» мелкие бугры полузакрепленных и закрепленных песков с участками барханов, широких долинообразных понижений (ашиков) и волнистых равнин. Песчаные массивы Тайсойган и Бийрюк в основном мелкобугристые, в разной степени закрепленные. Прикаспийские Каракумы большей частью мелкобугристые, закрепленные или слабозакрепленные. Водовмещающие пески тонко- и мелкозернистые, мощность 2—15 м, но водонасыщенная часть их не превышает 1,5—8 м.

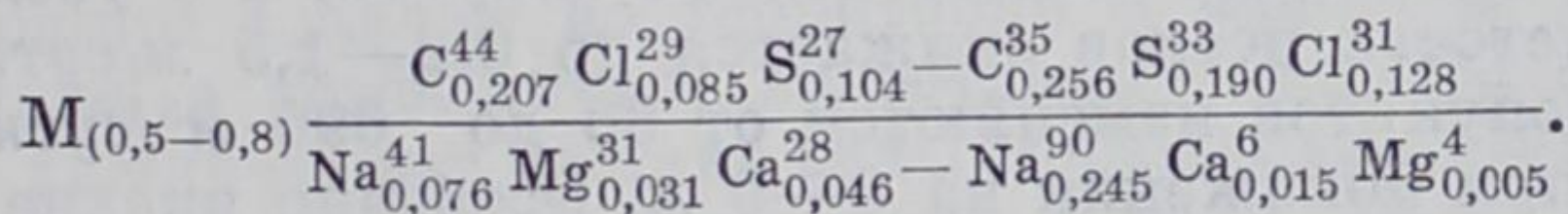
Грунтовые воды залегают на глубине от 1—3 м в котловинах выдувания, на межбугристых и межрядовых равнинах до 5—10 м под грядами и буграми. На всех без исключения песчаных массивах при небольшом углублении водоприемных частей колодцев в водоносный горизонт получены дебиты порядка 0,4—43 м³/сутки (0,05—0,5 л/сек). На отдельных участках Тайсойганских песков неглубокими скважинами получены дебиты 430—605 м³/сутки (до 5—7 л/сек).

Водоотдача песков колеблется от 0,10—0,18 для мелко- и среднезернистых до 0,10—0,12 для пылеватых. Коэффициент фильтрации в среднем составляет 1—5 м/сутки.

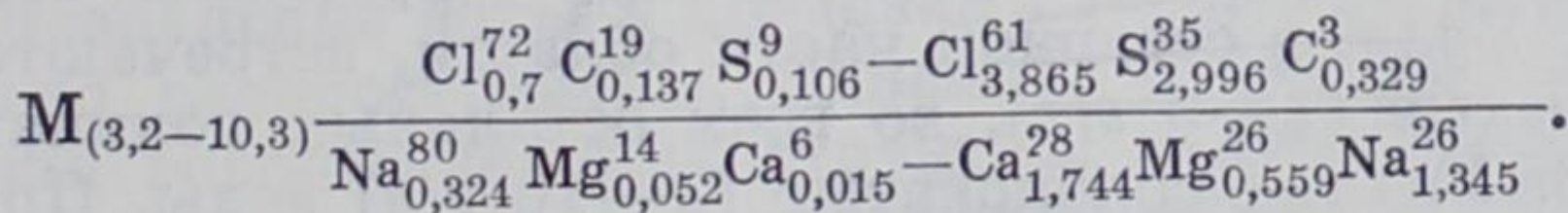
Основным источником питания грунтовых вод эоловых массивов служат атмосферные осадки холодного периода года (ноябрь — апрель). Наличие рыхлых хорошо проницаемых песков способствует быстрому поглощению, особенно на незакрепленных участках, значительной части атмосферных осадков. По данным Ж. С. Сыдыкова (1970), величина инфильтрационного питания этих вод изменяется от 5 до 12 мм, в среднем около 5 мм в год.

Минерализация и особенно химический состав грунтовых вод песчаных массивов чрезвычайно разнообразны. Наименее минерализованные воды с сухим остатком до 1 г/л в виде более или менее крупных линз пресных вод, плавающих на поверхности минерализованных вод, приурочены к барханным и бугристым участкам преимущественно в северо-восточной и центральной частях Нарынских и в мелкобугристой части Тайсойганских песков. По окраинам этих же песчаных массивов преимущественно развиты соленоватые воды с минерализацией от 1 до 5 г/л. На юге Нарынских песков и в Прикаспийских Каракумах воды соленоватые и соленые, в межпесчаных равнинах — рассолы.

По химическому составу пресные и слабосоленоватые воды в основном гидрокарбонатные или гидрокарбонатно-сульфатные натриевые:



Среди вод повышенной минерализации (3—10 г/л) преобладают хлоридные и хлоридно-сульфатные натриевые типы нередко смешанного катионного состава:



Массивы эоловых песков занимают около 30% всей территории Гурьевской области. Водоснабжение отгонного животноводства в настоящее время успешно осуществляется за

счет использования подземных вод, в том числе одним из надежных источников служат грунтовые воды эоловых отложений. Так, в пределах Нарынского массива заложено до 200—300 шахтных колодцев и копаней, эксплуатирующих линзы пресных и слабосоленоватых вод.

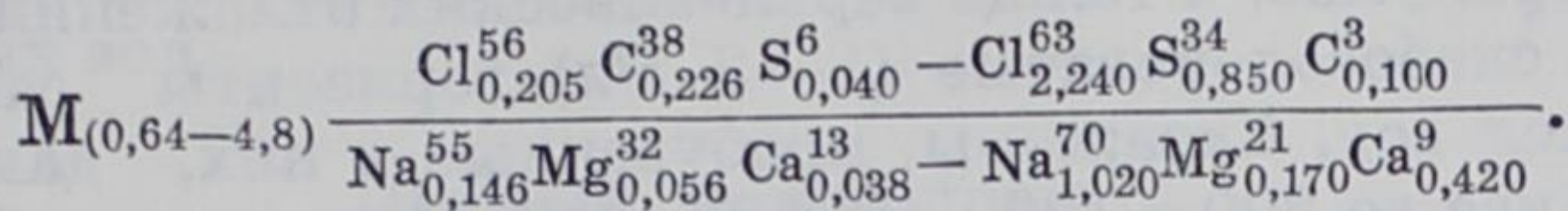
Грунтовые воды аллювиальных отложений развиты повсеместно в долинах Урала, Сагиза, Уила и Эмбы. Особое значение для экономики Гурьевской области имеет р. Урал. Долина ее шириной 10—15 км и более протягивается с севера на юг и делит территорию области почти на две равные части. В строении долины выделяются пойменная и две надпойменные террасы. Воды в них заключены в мелко- и среднезернистых песках, иногда с включением крупнозернистых прослоев. Общая мощность водоносных отложений варьирует от 2—5 м в низовьях мелких рек (Уил, Сагиз) до 25—30 м в долине Урала. Глубина зеркала грунтовых вод колеблется от 0,5—3 м в пойме до 15—18 м на высоких террасах.

Основным источником пополнения грунтовых вод аллювиальных отложений служат паводковые воды, наблюдается инфильтрация атмосферных осадков, но играет второстепенную роль. Летом в межень грунтовые воды речных долин питают реки.

Фильтрационные свойства водовмещающих пород в вертикальном разрезе и по площади весьма изменчивы, в основном невысокие. На участках развития песков коэффициент фильтрации составляет 10—50 м/сутки, а с увеличением глинистости песков снижается до 0,2—1,5 м/сутки. Дебиты водопунктов изменяются от 86 до 690 м³/сутки (1—8 л/сек) при понижении на 5—9 м. Особенно низкие расходы наблюдаются в дельтовой части Урала (8—26 м³/сутки, или 0,1—0,3 л/сек) и в низовьях других речных долин (17—43 м³/сутки, или 0,2—0,5 л/сек).

Минерализация и химический состав вод аллювиальных отложений довольно пестрые. Наряду с пресными водами в долине р. Урал, в северной части области, встречаются слабосоленоватые (1—3 г/л), во всех остальных долинах и в низовье р. Урал — солоноватые (3—10 г/л) воды. По составу пресные воды относятся к хлоридно-гидрокарбонатным натриевым, солоноватые — к хлоридно-сульфатным натриевым. С глубиной минерализация обычно нарастает, а тип воды становится однородным — хлоридным натриевым.

Наиболее типичный химический состав грунтовых вод аллювиальных отложений следующий:



Несмотря на несколько повышенную минерализацию в местах неглубокого залегания (1—3 м), грунтовые воды аллювиальных отложений служат одним из важных источников водоснабжения сельскохозяйственных объектов, расположенных в пределах долин.

Подземные воды морских и озерно-морских отложений каспийских трансгрессий распространены на всей территории области. Здесь они приурочены к прослоям и невыдержанным по площади линзам разномерных существенно глинистых песков, песчаных глин и суглинков. Глубина залегания вод изменяется в зависимости от микрорельефа: от 3—5 м в понижениях до 10—15 м на возвышенных участках.

Исключительно высокая засоленность и плохая проницаемость каспийских осадков, наличие многочисленных солончаков, соляных куполов и соляных озер обуславливают высокую минерализацию грунтовых вод (от 10 до 300 г/л и более). Слабоминерализованные воды (до 1—2 г/л) встречаются редко, в виде небольших линз мощностью 0,2—1,5 м и протяженностью в несколько сот метров. Коэффициент фильтрации в целом по территории изменяется от 0,2 до 5 м/сутки, а коэффициент водоотдачи — от 0,03 до 0,11.

По химическому составу воды морских отложений почти однородные хлоридные натриевые с редкими линзами вод другого состава. Питаются подземные воды за счет инфильтрации атмосферных осадков на участках обнажения или неглубокого залегания водовмещающих песчаных отложений.

Артезианские воды в пределах Гурьевской области значительно распространены. Однако вследствие замкнутого строения водовмещающих структур, наличия многочисленных соляных куполов, прорывающих толщу водоносных горизонтов, значительной удаленности областей питания и низких скоростей движения подземных вод (менее 0,1—1 м/год) на большей части территории артезианские воды

имеют высокую минерализацию и не пригодны для водоснабжения. Лишь на Южной Эмбе, восточнее Прикаспийских Каракумов, в толще верхнеальбских отложений вскрываются слабосоленоватые (1—3 г/л) горизонты самоизливающихся вод. Скважины, пробуренные в них, дают при самоизливе до 800—1000 м³/сутки (10—12 л/сек) доброкачественных подземных вод. Водовмещающие отложения представлены мелкозернистыми песками мощностью до 25—70 м. Коэффициент водоотдачи их составляет 0,10—0,12. Глубина залегания альб-сеноманского горизонта изменяется от 250—350 м на соляных куполах до 500—700 м в межкупольных зонах.

В настоящее время здесь пробурено много скважин, дающих при самоизливе воды с минерализацией от 3 до 10 г/л. Химический состав их следующий:

$$M_{(3,9-10)} \frac{Cl_{1,72}^{74} S_{0,560}^{18} C_{0,310}^8 - Cl_{4,530}^{76} S_{1,770}^{22} C_{0,220}^2}{Na_{0,830}^{55} Ca_{0,340}^{26} Mg_{0,150}^{19} - Na_{2,420}^{62} Mg_{0,400}^{20} Ca_{0,6}^{18}} \cdot$$

МАНГЫШЛАКСКАЯ ОБЛАСТЬ

Территория Мангышлакской области занимает восточное побережье Каспийского моря и граничит на востоке с Каракалпакской АССР, на севере и северо-востоке с Гурьевской и Актюбинской областями, а на юге с Туркменской ССР. Площадь ее 167 тыс. км².

По строению поверхности территория области подразделяется на четыре структурно-геоморфологических района: Горный Мангышлак, Южномангышлакское плато, плато Устюрт и Прикаспийскую низменность. Эти районы, за исключением горного, изобилуют многочисленными бессточными впадинами, абсолютные отметки которых в ряде случаев находятся ниже уровня Мирового океана (Карагие — 132 м, Карынжарык — 70 м и др.).

Климат области резко континентальный, с максимумом температур в июле (25—47°) и минимумом в январе (—25—30°). Общее количество осадков невелико — 141—247 мм,

что в сочетании с высокими летними температурами, испарением и сильными ветрами приводит к высокому дефициту влажности и создает специфику условий формирования подземных вод.

Горный Мангышлак

Этот район занимает центральную наиболее возвышенную часть Центральномангышлакской зоны поднятий и включает три самостоятельных низкогорных массива — Каратаушик, Западный и Восточный Каратау — с максимальными высотами 212, 532 и 556 м, окруженных куэстами хребтов Северного и Южного Актау. Низкогорные массивы отделены от куэстовых гряд системой прикаратауских долин (северной и южной) шириной до 2—15 км.

Горные сооружения Каратау сложены интенсивно дислоцированным слабометаморфизованным пермо-триасовым комплексом преимущественно терригенных образований, которые облегаются мезозой-кайнозойским комплексом терригенных преимущественно морских и терригенно-карбонатных образований юры, мела и палеогена, обнажающихся в прикаратауских долинах и в куэстах хр. Актау (рис. 25).

Грунтовые воды по условиям питания и характеру циркуляции подразделяются на трещинные и трещинно-поровые в пермо-триасовых, отчасти юрских, верхнемеловых и палеогеновых образованиях и поровые в нижнемеловых и сеноман-нижнетуронских отложениях.

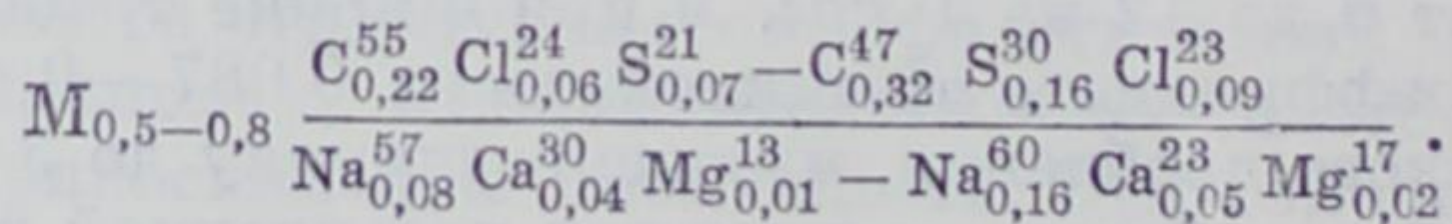
Весь разрез пермо-триасовых пород существенно дислоцирован, метаморфизован и рассланцован, особенно в приразломных зонах и в зоне выветривания, что обуславливает их водоносность. Линейный модуль трещиноватости изменяется от 6 до 12 на 1 пог. м при ширине трещин 0,15—20 см и коэффициенте трещиноватости 0,087—0,44. Зоны тектонического дробления, имеющие ширину до 3—5 м, местами до 10 м и более, отличаются повышенной водообильностью. Дебиты родников Каркиз, Куркруек, Аусарсай, Кызылтам, Агашты, Онды и др. особенно в местах сочленения разломов различной ориентировки (Тущибек, Шаир, Куйбышево) составляют 129—690 м³/сутки (1,5—8 л/сек), а скважин достигают 1123—1382 м³/сутки (13—16 л/сек) при понижении уровня воды на 15—30 м. На участках вне зон дробления расходы родников в летнюю межень не пре-



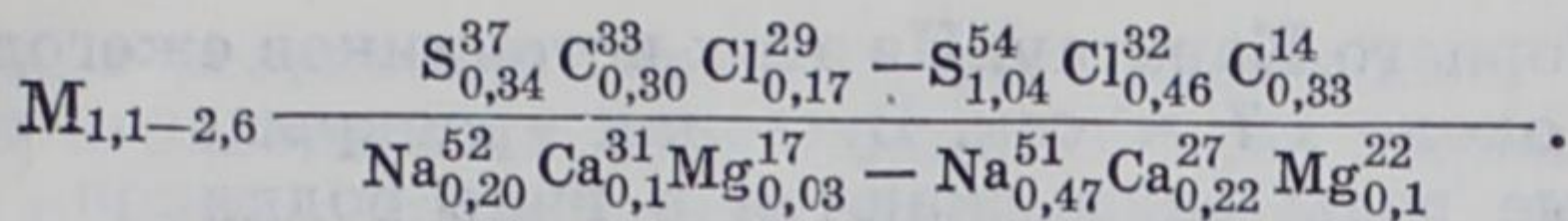
Рис. 25. Вид Северной Прикаратауской долины. Справа возвышается хр. Восточный Каратау, обрамленный выходами песчано-глинистых отложений юры и неокома. Фото В. А. Бочкаревой.

вышают 43—86 м³/сутки (0,5—1 л/сек), а дебиты скважин — 173—259 м³/сутки (2—3 л/сек).

В условиях интенсивного водообмена на склонах возвышенностей и дренированных участках горных хребтов Каратау формируются пресные гидрокарбонатные натриевые воды:



При увеличении пути транзита и вскрытии вод под небольшим покровом делювиальных образований подножий гор, а также на слабодренированных денудационных возвышенностях центральных платообразных частей хр. Каратау увеличиваются минерализация, содержание сульфатов и хлоридов, вплоть до преобладания последних:



Питаются подземные воды пермо-триасовых отложений исключительно за счет инфильтрации атмосферных осадков, а разгружаются на склонах горных сооружений и в эрозионных врезках в виде родников. Климатический режим формирования подземных вод отражается на колебаниях дебитов родников и температуре воды: весной расходы водопунктов увеличиваются в 2—5 раз по сравнению с летней меженью; температура воды изменяется от 11 до 27° при изменении температуры воздуха от 15 до 40°.

В Каратауском горном массиве, отличающемся сильной расчлененностью рельефа, глубина зеркала грунтовых вод изменяется от 0—10 до 50—65 м. Величина слоя питания грунтовых вод составляет 6—10 мм/год при модуле стока 0,2—0,3 л/сек·км².

Грунтовые воды юрских отложений на участках обрамления пермо-триасового дислоцированного комплекса имеют с ними тесную гидравлическую связь. Поэтому в областях инфильтрации и формирования инфильтрационного гидродинамического режима четко проявляется зависимость минерализации вод от расстояния до пермо-триасового массива: чем ближе, тем минерализация меньше. Вблизи контакта с пермо-триасовыми породами у северных и северо-восточных склонов Западного и Северного Каратау минерализация грунтовых вод юрских отложений составляет 0,5—3 г/л. По составу они от гидрокарбонатных натриевых до хлоридно-сульфатных натриевых. На участках слабой гидравлической связи с водами пермо-триаса и вблизи зон тектонических нарушений минерализация возрастает до 27 г/л, воды становятся хлоридными натриевыми. На западной периклинали хр. Каратаушик грунтовые воды, разгружающиеся в родниках и шахтах Кызыл-Каспак-Айрд-жальского бурогоугольного месторождения, имеют минерализацию 12,5—46,5 г/л и хлоридный натриевый состав.

На участках обнажения терригенных пород неокома, апта, альба, сеномана, нижнего турона в прикаратауских долинах подземные воды восполняются атмосферными осадками, паводковыми и ливневыми водами с водосборных пло-

щадей Горного Каратау. Из этих источников ежегодно фильтруется около $1,7 \text{ м}^3/\text{сек}$. В зонах раскрытого залегания грунтовые воды разгружаются в виде родников или же вскрываются колодцами и скважинами на глубине от 2—10 до 25—35 м. Минерализация их увеличивается от Горного Мангышлака в сторону равнины от 0,3 до 2—3 г/л. Состав от гидрокарбонатного натриевого (пресные воды) до сульфатного и хлоридного натриевого (солончатые).

Водовмещающие отложения мела (особенно альба и сеномана) характеризуются высокими емкостными свойствами. Открытая пористость их в прикаратауских долинах достигает 35% при изменении полезной емкости до 18—22%, коэффициент фильтрации 0,8—4,1 м/сутки. Дебиты родников и колодцев, дренирующих самую верхнюю часть разреза, составляют 43—173 м³/сутки (0,5—2 л/сек). Однако даже в прикаратауских долинах на возвышенных участках, поверхность которых сложена глинистыми образованиями, т. е. там, где затруднена инфильтрация атмосферных осадков или нарушена гидравлическая связь с пермо-триасовым водоносным комплексом, грунтовые воды имеют минерализацию до 3—5 г/л и даже до 7—8 г/л.

В карбонатно-мергельной толще верхнего мела — палеогена, слагающей куэсты хр. Актау, грунтовые воды распространены спорадически в песчаных прослоях и линзах (палеоцен-нижнеэоценовые и среднеэоценовые отложения). Мощность обводненной зоны изменяется от 0,5—30 м вблизи Южного Актау до 10—80 м в Северном Актау. Воды в ней вскрываются на глубине 0,5—24 м, а на участках обнаженного залегания выклиниваются в виде нисходящих малодебитных родников с дебитами 1,3—26 м³/сутки (0,015—0,3 л/сек). Дебиты колодцев и мелких скважин составляют 52—86 м³/сутки (0,6—1 л/сек) при понижении уровня воды на 0,4—1 м.

В областях питания и интенсивного водообмена минерализация грунтовых вод составляет 1,1—5,4 г/л, увеличиваясь в северо-восточной части Северного Актау до 11 г/л. Воды с минерализацией до 3 г/л гидрокарбонатные натриевые и сульфатные кальциево-натриевые, а более минерализованные хлоридные натриевые.

Наиболее интенсивное питание грунтовых вод происходит в пределах поперечных долин «капы», прорезающих

хр. Актау, в результате фильтрации временных потоков ливневых и паводковых вод. Однако низкие коллекторские свойства и слабая проницаемость водовмещающих пород, а также наличие более или менее мощной толщи перекрывающих глинистых образований обуславливают низкую производительность грунтовых вод и ограниченное их практическое использование.

Плато Южного Мангышлака и Устюрта

Южную и восточную части области занимают обширные платообразные равнины, включающие Тюбкараганское и Южномангышлакское плато и плато Устюрт, объединяемые по однотипности рельефа и общности гидрогеологических условий. Поверхность плато бронирована неогеновыми известняками и мергелями, структурное положение которых во многом определяет гипсометрию территории.

Плато Устюрт Центральноустюртским поднятием субширотного простирания с максимальными отметками рельефа 320—340 м разделено на две части — северную и южную с соответствующим наклоном поверхности на север и юг. Южномангышлакское плато в целом наклонено от Горного Мангышлака на юг и юго-запад, а поверхность Тюбкараганского плато в связи с наличием погребенной антиклинальной структуры субширотного простирания наклонена на север и юг от ее оси. Отметки поверхности Южномангышлакского и Тюбкараганского плато изменяются от 200—300 м вблизи куэстов хр. Актау до 160 м на западе и 60 м на юге. Вдоль акваторий Каспийского моря плато почти всюду обрывается уступом высотой до 150—170 м. Высокими обрывистыми уступами (чинками) со всех сторон ограничено и плато Устюрт. Поверхность плато всюду осложнена многочисленными бессточными впадинами (Карагие, Каунды, Узень, Тунгракшин, Карынжарык, Асар, Басгурлы, Чагаласор и более мелкими) до 50 км в поперечнике и высотой бортов до 230—370 м.

В северо-восточной части Южномангышлакского плато интенсивная эрозия неогеновой брони в послемiocеновый этап воздымания территории привела к почти полному ее уничтожению и выводу на поверхность мезозойских и палеогеновых отложений, а местами и дислоцированного пермо-

триаса (Тонаш, Карамай, Музбель и др.) с образованием обращенных форм рельефа. С этими формами рельефа, особенно с долинами, где обнажаются песчаные отложения мела и палеогена, связаны массивы эоловых песков — Баскудук, Саускан, Бостанкум, Тюесу и Карынжарык — протяженностью до 37—65 км при ширине от 3—5 до 10 км. Здесь выделяется барханно-грядово-ячеистая форма рельефа со слабо- или незакрепленными массивами в центральных частях с высотой бугров и гряд 5—25 м и глубиной межгрядовых понижений до 6 м. Небольшие песчаные массивы развиты также в прибрежной зоне Каспия и в обрамлении Каратауских гор. В северной части Устюрта расположен крупный песчаный массив Сам площадью 2320 км², сложенный бугристо-грядовыми закрепленными песками. Днища многочисленных бессточных впадин и соровых понижений выполнены комплексом озерно-морских и озерно-соровых отложений мощностью в первые десятки метров и менее.

Трещинные воды пермо-триасовых останцов, занимающих сравнительно высокое гипсометрическое положение, гидрогеологического значения не имеют из-за незначительного их площадного развития. То же относится и к юрским отложениям, обрамляющим останцовые возвышенности пермо-триаса.

В терригенных песчано-алеврито-глинистых отложениях нижнего — верхнего мела, обнажающихся в многочисленных эрозионно-денудационных долинах Центральномангышлакской системы поднятий, формируются трещинно-поровые воды исключительно климатического режима. Весной в период снеготаяния, а также после значительных ливневых дождей дебиты родников сильно возрастают, летом и к осени уменьшаются, а некоторые малодебитные родники полностью пересыхают. Модуль атмосферного питания альб-нижнетуронских отложений в долинах юго-восточного Мангышлака и Беке-Баскудука равен 0,05—0,15 л/сек (1—3% среднегодового количества атмосферных осадков).

Грунтовые воды в своде Беке-Баскудукской и на крыльях Карашекской, Карамаинско-Музбельской и Тумгачинской антиклиналей залегают на глубине 0,3—18 м, местами до 50 м. Минерализация их составляет 0,3—32 г/л (Сыдыков, 1970), состав от гидрокарбонатного и сульфатного до хлоридного натриевого:

$$M_{0,3-30,0} \frac{C_{0,1}^{64} S_{0,06}^{21} Cl_{0,03}^{14} - Cl_{14,9}^{82} C_{4,2}^{17} S_{0,2}^1}{Na_{0,06}^{57} Ca_{0,06}^{31} Mg_{0,01}^{12} - Na_{9,3}^{79} Mg_{1,0}^{17} Ca_{0,4}^4} \cdot$$

Причем пресные и слабосоленоватые воды залегают здесь в виде более или менее крупных линз в основном в центральных частях антиклиналей.

Карбонатно-терригенный комплекс верхнего мела — палеогена, слагающий обращенные формы рельефа (останцовые возвышенности), содержит трещинно-поровые грунтовые воды, которые вскрываются на глубине 1,5—24 м. Дебиты скважин в районе колодца Борлы (Беке-Баскудукская антиклиналь) изменяются от 26 до 164 м³/сутки (0,3—6,9 л/сек) при понижении уровня воды на 1—7 м, при длительных откачках дебиты сильно падают в связи с незначительными запасами вод. Подземные воды толщи, как правило, солоноватые и соленые (от 5 до 20 г/л и более). Лишь в западной части Саускан-Бостанкумской синклинали минерализация их составляет 0,5—3,1 г/л, состав гидрокарбонатно-хлоридный и сульфатно-хлоридный кальциево-натриевый.

Грунтовые воды песчаных массивов, представленных мелко- и среднезернистыми, местами разномернистыми с гравием и галькой песками, в зависимости от рельефа массивов и условий атмосферного питания залегают на глубине 0,5—41 м с уклоном зеркала 0,0002—0,0067 в сторону их окраин. Модуль подземного стока изменяется от 0,05 до 0,3 л/сек·км². Коэффициенты фильтрации песков составляют: 2—6,9 в Саускан-Бостанкуме; 1,1—7,7 в Баскудуке; 0,78—8,41 в Тюесу и 0,1—9 м/сутки в Саме. Производительность скважин изменяется от 11 до 518 м³/сутки (0,13—6 л/сек) при понижении уровня воды на 1,3—10 м. Минерализация грунтовых вод здесь довольно пестрая. Наиболее пресные воды (0,18—1,1 г/л), залегающие, как правило, в виде линз, располагаются в центральных частях песчаных массивов и приурочиваются к перевеваемым или слабозакрепленным участкам. К окраинным частям массивов в направлении движения вод их минерализация возрастает до 10—15 г/л и более, химический состав их изменяется от гидрокарбонатного кальциевого и натриевого до хлоридного натриевого.

Вдоль восточного побережья Каспийского моря прослеживаются узкой полосой прибрежные пески. На мысах Меловом, Песчаном и Ракушечном они слагают абразионно-аккумулятивную новокаспийскую и хвалынскую морские террасы в виде дюнных массивов высотой до 10 м и мощностью 1,5—14 м. Линзы пресных и слабосоленоватых вод здесь плавают на соленых водах морского типа и залегают на глубине 0,6—6,5 м (мыс Песчаный). Дебиты скважин на разведанном Песчаномысском месторождении составляют 129—216 м³/сутки (1,5—2,5 л/сек) при понижении на 2—2,8 м. По данным опытных работ, коэффициент фильтрации изменяется от 3,25 до 5 м/сутки. Воды прибрежных песков сульфатного натриевого и смешанного состава.

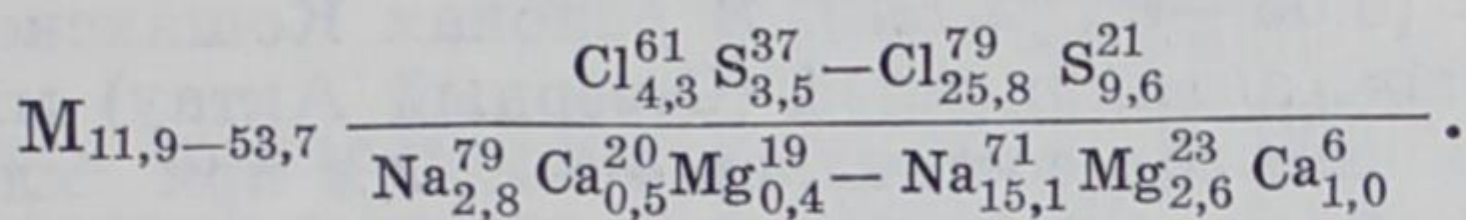
Режим грунтовых вод песчаных массивов зависит от климатических условий. Максимальный уровень устанавливается в апреле — мае с продолжительностью весеннего и осеннего питания 70—80 суток. Температура подземных вод в летний период составляет 16—18°, а зимой — 15—17°.

Неогеновые отложения, представленные преимущественно карбонатными и терригенно-карбонатными породами, характеризуются почти повсеместным распространением и развитием трещинно-поровых и трещинно-карстовых грунтовых вод. Слой годового инфильтрационного питания составляет 5—7 мм, на юге Устюрта в связи с малым количеством атмосферных осадков и высоким испарением уменьшается до 1—3 мм. Модуль стока на плато Южный Мангышлак и Устюрт 0,06—2 л/сек·км².

Глубина залегания грунтовых вод зависит от рельефа местности и положения водоупоров. Наибольшая глубина (35—76 м) приурочена к водораздельным участкам. На склонах долин, оврагов, в бессточных впадинах и чинках Устюрта и Каспийского побережья грунтовые воды выклиниваются в виде многочисленных родников или вскрываются колодцами на глубине 1—7 м.

Водоносность карбонатных отложений неогена обусловлена степенью трещиноватости и закарстованности. Последняя наиболее четко связана с бассейнами бессточных впадин и Центральноустюртской зоной поднятий. Здесь производительность скважин достигает 358 м³/сутки, или 4,15 л/сек (Карагие), — 587 м³/сутки, или 6,8 л/сек (Кетык), при понижении уровня воды на 0,4—4 м. За пределами карстовых областей дебиты водопунктов составляют 0,1—86 м³/сутки

(0,001—1 л/сек) при понижении на 1—20 м. Уклон зеркала грунтовых вод на большей части территории соответствует уклону дневной поверхности и не превышает 0,001—0,005, повышаясь лишь в областях разгрузки и дренажа до 0,05 и более. Пресные и слабосоленоватые воды распространены в карстовых областях, возвышенных частях Центральноустуртской зоны поднятий, местами в краевых частях впадин и западного чинка Устюрта (Кайдак). На остальной территории плато Южный Мангышлак и Устюрт распространены солоноватые и соленые воды с минерализацией до 17 г/л, местами до 53,7 г/л (впадина Жасгурлы):

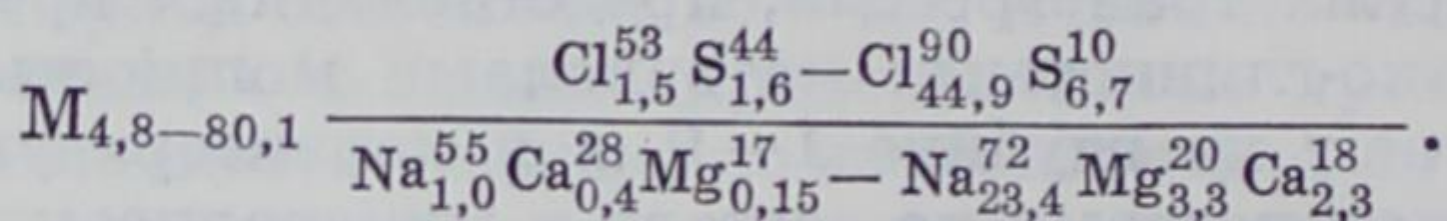


Поровые грунтовые воды четвертичных озерно-аллювиальных, делювиально-пролювиальных и морских отложений новокаспийских трансгрессий, представленных преимущественно песчано-глинистыми материалами мощностью 0,5—10 м, залегают на глубине 1—9 м и характеризуются распространением пестрых по составу и минерализации вод (от 0,5 до 320 г/л). Пресные и слабосоленоватые гидрокарбонатные кальциевые и сульфатные натриевые воды залегают в виде небольших линз, а более минерализованные и рассолы сульфатно-хлоридные и хлоридные натриевые слагают основной фон. Дебиты колодцев не превышают 8—26 м³/сутки (0,1—0,3 л/сек) при понижении уровня воды на 1—3 м.

Прикаспийская низменность

Прикаспийская низменность представляет собой плоскую аккумулятивную равнину, полого наклоненную в сторону Каспийского моря, и охватывает северную часть области, включая п-ов Бузачи вплоть до чинков плато Устюрт. Вдоль побережья Каспия развита плоская нерасчлененная равнина шириной до 10—25 км. На востоке она сливается с солончаками Мертвый Култук, Кайдак и Тентяксор. Здесь развиты мелкие песчаные массивы, обширные солончаковые и соровые низменные пространства с нулевыми и отрицательными отметками рельефа. Центральная часть полуострова возвышенная с положительными отметками рельефа, местами она также содержит песчаные массивы.

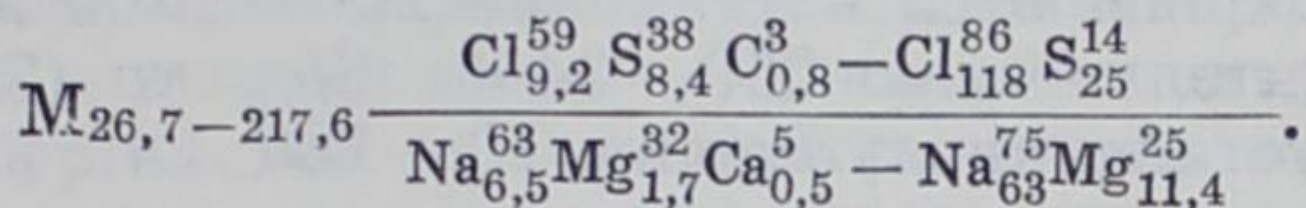
Палеогеновый комплекс терригенно-карбонатных пород (мергели, известняки, глины с прослоями песков) распространен преимущественно на юге полуострова, вдоль северного подножия хр. Северный Актау и вдоль западных чинков плато Устюрт. Мощность обводненной зоны трещинно-поровых грунтовых вод изменяется от 0,5 до 20 м. Глубина залегания их в пределах Кошакской, Кошкар-Кисык-Кудукской антиклиналей и в обрывах плато Устюрт составляет 0,5—13 м. Производительность подземных вод небольшая. Дебиты родников, замеренные в летние месяцы, 1,3—6 м³/сутки (0,015—0,07 л/сек), а расходы колодцев 4—60 м³/сутки (0,05—0,7 л/сек). В районах Кошакской и Кисык-Кудукской антиклиналей (Северный Актау) минерализация грунтовых вод составляет 4—11 г/л при хлоридном натриевом составе. Севернее, в направлении сорос Каракичу, Курумсаксор, Кожиксор и Кайдак, их минерализация возрастает до 25—30 г/л, местами более:



Водоносные горизонты четвертичных образований морских трансгрессий (бакинской, хазарской, хвалынской и новокаспийской) залегают на размытой поверхности различных горизонтов палеогена и мела. Отложения бакинского яруса — известняки-ракушечники, песчаники, пески, песчанистые гипсоносные глины — имеют мощность от 2—10 до 30 м. Отложения хазарского яруса (пески с прослоями ракушечников и галечников мощностью 2—10 м) имеют ограниченное распространение, наиболее широко распространены хвалынские осадки, занимающие почти всю поверхность п-ова Бузачи. Представлены они разнозернистыми песками, песчанистыми глинами с галькой и известняками мощностью 1—15 м. Прибрежную полосу, а также площади сорос Кайдак и Мертвый Култук формируют отложения новокаспийской трансгрессии — глинистые тонкозернистые пески, глины и супеси мощностью 1—10 м.

Грунтовые поровые воды четвертичных морских пород вскрываются на глубине 1—9 м, местами до 17 м (центральная часть Бузачи). Мощность обводненной зоны составляет 0,5—15 м. Дебиты колодцев и скважин колеблются в преде-

лах 1—69 $m^3/сутки$ (0,01—0,8 л/сек), реже достигают 98 $m^3/сутки$ (1,2 л/сек) при понижении уровня воды на 0,8—2 м. Минерализация вод изменяется от 0,4—1 до 5—10 г/л в центральной части п-ова Бузачи и местами в прибрежной зоне Каспия (Долгинец). Пресные и слабосоленые воды залегают в виде небольших линз. На остальной территории развиты соленые воды и рассолы хлоридного натриевого состава:

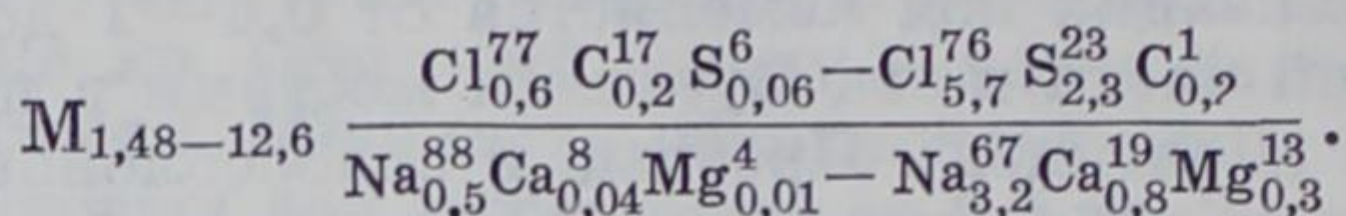


Питаются грунтовые воды за счет инфильтрации атмосферных осадков в осенне-зимний период, а разгружаются обычно в соровые понижения в акваторию Каспийского моря.

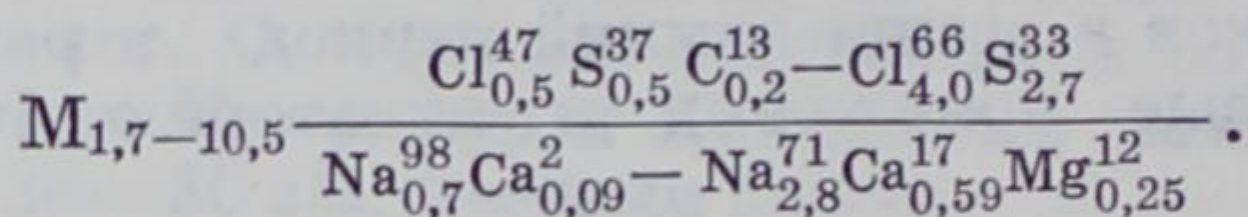
Песчаные массивы (Кызылкумы, Увахкумы, Егизлак, Жилимшик, Джидели) залегают на хвалынских отложениях и образованы за счет их перевевания. Водовмещающие пески тонко- и микрозернистые мощностью от 1—3 до 15—25 м. Грунтовые воды в них залегают на глубине 0,5—5 м в котловинах выдувания и 10—20 м и более под буграми. Водообильность песков невысокая: дебиты водопунктов не превышают 17—26 $m^3/сутки$ (0,2—0,3 г/л), достигая иногда 73 $m^3/сутки$ (0,85 л/сек). Наиболее пресные воды (0,6—1,5 г/л) расположены в песках Кызылкумов (незакрепленные пески). Незначительные по площади линзы пресных вод распространены также в песках Жилимшик и Егизлак (0,8—1,5 г/л). На окраинах песчаных массивов, а также в пределах Увахкумов минерализация грунтовых вод изменяется от 3—6 до 20—22 г/л и более. По химическому составу они обычно сульфатные натриевые, реже хлоридные натриевые.

Артезианские воды. Подземные воды, фильтрующиеся в направлении погружения пластов к югу и северу от Горного Мангышлака, формируют две опресненные зоны в толще альб-сеноман-нижнетуронских отложений. В пределах Североактауского артезианского бассейна напорные воды залегают на глубине 350—1000 м. Производительность скважин изменяется от 86 до 2333 $m^3/сутки$ (1—27 л/сек). Уровни их устанавливаются на 12—22 м выше устья скважин. Минер-

рализация подземных вод составляет 1,4—12,5 г/л, состав хлоридный натриевый (Сыдыков, 1970):



На юге, в пределах Южномангышлакского артезианского бассейна, тяготеющего к Карагинской впадине, артезианские воды вскрываются на глубине 200—1200 м скважинами производительностью 259—3456 м³/сутки (3—40 л/сек). Уровни их устанавливаются на 10—180 м выше устья скважин. Минерализация подземных вод изменяется от 1,8—4,7 до 7—10 г/л, состав хлоридный натриевый:



В толще палеоцен-эоценовых песчаных отложений в пределах Карагинской седловины (впадина Карагие) артезианские воды вскрываются на глубине 27—378 м. Уровни их устанавливаются на высоте 37—72 м выше поверхности земли. Дебиты скважин достигают 78—2160 м³/сутки, или 0,9—25 л/сек (самоизлив), а минерализация вод составляет 8,8—17,6 г/л, состав хлоридный натриевый.

ПРОГНОЗ ВОЗМОЖНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПЕРЕБРОСКИ ЧАСТИ СТОКА СИБИРСКИХ РЕК В КАЗАХСТАН

Как известно, трасса будущего канала Сибирь — Средняя Азия, а также ряд других гидротехнических сооружений будут расположены в основном в пределах Тургайской равнины и западной части пустыни Кызылкум. Именно в этих районах возможны существенные изменения гидрогеологических условий под влиянием переброски части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию.

Следует отметить, что в виду отсутствия точного места прохождения каналов, неопределенности их размеров, пло-

щадей орошения, а также слабой изученности территории в гидрогеологическом отношении, в особенности гидрогеологических свойств пород, режима подземных вод, прогноз возможных изменений гидрогеологических условий может быть сделан только предположительно.

Тургайская равнина полосой в 320—350 км простирается с юга на север более чем на 1600 км. Поверхность ее с абсолютными отметками 170—270 м в основном равнинная. На севере преобладает слабовсхолмленный рельеф, а в центральной и южной частях — столово-останцовый. В средней части Тургайской равнины расположена возвышенность широтного направления, являющаяся водоразделом рек Тобола и Тургая с отметками 230—250 м. В самом центре она прорезана так называемой Тургайской долиной шириной 30—50 км.

В структурном отношении Тургайская равнина — это сложная система впадин, сложенных неоген-палеогеновыми, юрскими, меловыми породами, общая мощность которых изменяется от 150—200 м в центральной до 300 м в северной и 1700 м и более в южной частях. Широко распространенные неоген-палеогеновые породы представлены чаще всего водоупорными глинами и алевролитами. Песчаные отложения (мелко- и тонкозернистые), слагающие поверхность равнины или залегающие в виде прослоек и линз, развиты спорадически. Такое геологическое строение обуславливает сложные и неблагоприятные гидрогеологические условия, т. е. существование в основном малодебитных подземных вод, значительную пестроту их залегания, минерализации, затрудненный водообмен в водоносных горизонтах, а равнинность рельефа создает слабую дренированность. Исходя из природных условий в Тургайской равнине могут быть выделены Северо-Тургайская (Кустанайская) низменная равнина степной зоны и Тургайская столово-останцовая равнина сухой степной и полупустынной зоны, которые существенно отличаются в гидрогеологическом отношении. Кроме указанных районов южнее располагаются бугристо-грядовые равнины Приаральских Каракумов и Западных Кызылкумов. Для указанных зон сделаны предварительные прогнозы возможных изменений гидрогеологических условий в результате переброски части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию.

Северо-Тургайская (Кустанайская) низменная равнина степной зоны занимает обширную территорию к северу от Тургайского водораздела, имеет уклон поверхности (0,0002—0,0003) на север и северо-восток. Равнина расчленена долинами рек Убагана и Тобола до глубины 60—70 м, поэтому в какой-то степени является дренированной, за исключением большой левобережной части Тобола. Здесь выпадает самое большое количество атмосферных осадков — 300—350 мм/год. В междуречьях Уй—Тобол, Тобол—Убаган и Убаган—Ишим подземные воды залегают преимущественно в верхне- и среднеолигоценовых и отчасти неогеновых отложениях, сложенных мелко- и тонкозернистыми песками с линзами и прослойками глин общей мощностью от 3—5 до 15—30 м. Местами они сверху перекрыты глинами. В долинах рек грунтовые воды связаны с четвертичными аллювиальными разномзернистыми песками мощностью до 8—13 м.

Региональным водоупором в районе являются плотные чеганские глины мощностью до 50—100 м. Глубина залегания воды в западной части левобережья р. Тобол 5—10 м, в восточной — 10—20 м. В междуречье Тобол—Убаган она составляет 16—20 м, а в междуречье Убаган—Ишим колеблется от 5 до 30 м. В долине р. Тобол глубина не превышает 5 м, а в Убагане составляет 2—6 м. Минерализация подземных вод пестрая. На левобережье Тобола вследствие спорадического распространения перекрывающих неогеновых глин в основном распространены пресные и слабосоленые воды и только на 30% площади — минерализованные грунтовые воды гидрокарбонатно-хлоридного натриевого состава. На водоразделах рек Тобол и Убаган, Убаган и Ишим, отличающихся слабой дренированностью территории и широким распространением покровных неогеновых глин, преобладают солоноватые и слабосоленые грунтовые воды с минерализацией до 7—12 г/л хлоридного и хлоридно-сульфатного натриевого состава. Только на 30% территории здесь развиты слабосоленые и пресные воды с минерализацией до 1—3 г/л пестрого химического состава. На большей части территории в настоящее время существует относительное равновесие в приходной и расходной частях баланса. Так, поступление весьма небольшого (5—7% от годового) количества атмосферных осадков в водовмещающие толщи, отличающиеся слабой водоотдачей, компенсируется

оттоком подземных вод в местные дрены, которыми служат в основном долины рек. В связи с этим глубина залегания грунтовых вод и их минерализация характеризуются небольшими сезонными изменениями. Вторжение мощной водной артерии (расход более $1000 \text{ м}^3/\text{сек}$), каковой явится канал Сибирь — Средняя Азия, безусловно, вызовет существенные изменения гидрогеологической обстановки. Расположение канала может иметь несколько вариантов.

Один вариант — он может быть проложен на обширной степной равнине междуречья Уй—Тобол, другой — в междуречье Убаган — Ишим, третий — в долине р. Убаган. При прохождении канала глубиной 15—20 м по водоразделу рек Уй—Тобол вскроется средне-верхнеолигоценовый водоносный горизонт, залегающий не глубже 10—15 м, и значительное количество воды уйдет на фильтрацию. Если исходить из практики ирригации в Средней Азии, где в глинисто-суглинистых отложениях аллювиально-пролювиальных равнин, например в Голодной степи, на фильтрацию из каналов теряется до 30% их расходов, а в песчаной равнине Каракумов — до 60%, то потери из водной артерии Сибирь — Средняя Азия протяженностью около 1000 км, проложенной по песчано-алевритовой аллювиальной равнине, могут составить минимум 20%, или около $0,2 \text{ м}^3/\text{сек}$ на 1 пог. км на всем протяжении проектируемого канала. На первоначальном отрезке канала (Северо-Тургайская низменная равнина) при максимальном расходе потока потери могут составить $0,25 \text{ м}^3/\text{сек}$ на 1 пог. км, или на 180 км трассы $45 \text{ м}^3/\text{сек}$. Если предположить, что канал вскроет водоносный горизонт не везде, а только на $\frac{3}{4}$ трассы канала, то и тогда потери достигнут $33 \text{ м}^3/\text{сек}$. Такое количество воды в несколько раз превысит сумму атмосферных осадков, питающих грунтовые воды равнины. Следовательно, просачивание большой массы воды при близком залегании глинистого водоупора, слабом оттоке и малой мощности водоносного горизонта (5—30 м) может резко изменить существовавшее до этого относительное равновесие между приходом и расходом подземных вод в пользу пополнения водоносных толщ новыми фильтрационными водами. Под воздействием фильтрации поверхностных вод и передачи гидростатического давления грунтовые воды на большей части трассы канала будут испытывать резкий прогрессирующий подъем и в течение нескольких лет окажутся у поверхности земли. При

этом в местах развития пресных вод начнется заболачивание с последующим засолением, а на участках распространения соленых вод — заболачивание и засоление одновременно. На значительных участках уровень грунтовых вод может приблизиться к поверхности земли и в результате капиллярного испарения также начнется вторичное засоление почв.

В южной части низменной Северо-Тургайской равнины до возвышенного Тургайского плато трассу канала необходимо углубить до 50—70 м (на протяжении 70 км) с тем, чтобы создать обратные существующему уклоны и обеспечить течение воды с севера на юг. При этом канал, пройдя мало-мощные горизонты рыхлых пород, врежется в нижележащие водоупорные чеганские глины. В этих условиях вместо потерь будет происходить дренаж вышележащих грунтовых вод, что в некоторой степени будет способствовать улучшению мелиоративно-гидрогеологических условий прилегающих к каналу территорий, расположенных севернее Тургайского плато.

В случае прохождения канала по междуречью Убаган — Ишим, где покровные неогеновые глины имеют мощность до 30 м и более, искусственная водная артерия глубиной 15—20 м на $\frac{1}{3}$ трассы (около 80 км) будет проходить в водоупорных отложениях. Следовательно, потери здесь на фильтрацию будут минимальными и изменения гидрогеологических условий незначительными. Вместе с тем на отрезке в 120 км канал будет вскрывать водоносные олигоценые тонкозернистые пески и алевриты мощностью 5—8 м с коэффициентом фильтрации 1—3 м/сутки. Вода в них чаще всего носит напорный характер, глубина залегания от 5—10 до 15—30 м. В указанных гидрогеологических условиях потери на фильтрацию из канала будут значительно ниже, чем в Притобольской равнине. Полагая, что на большей части трассы (протяженностью 120 км) канал все же вскроет водоносные отложения, можно допустить потери на фильтрацию в размере 24 м³/сек. Такое количество воды, значительно превышающее естественное пополнение подземных вод за счет атмосферных осадков, нарушит установившееся равновесие между притоком и оттоком грунтовых вод, местами обусловит существенный прогрессирующий подъем уровня подземных вод в зоне влияния канала, а это вызовет процессы вторичного засоления почв. На юге канал

будет упираться в возвышенную местность, поэтому он должен быть направлен на запад и далее проложен по долине р. Убаган.

Третий, Убаганский вариант канала будет проходить по аллювиальной долине р. Убаган шириной 12—27 км, усеянной солеными озерами. Дно ложбины имеет уклон на север от 115 до 90 м. Оно сложено переслаивающимися песчаными глинами, песками мощностью до 10 м, которые подстилаются глинами мощностью до 20—30 м. Грунтовые воды с минерализацией 10—15 г/л, местами до 51 г/л, хлоридного натриевого состава залегают на глубине 2—6 м. Ниже водоупора на глубине более 30—40 м развиты напорные воды с минерализацией от 1 до 12 г/л. Для того чтобы существовал уклон канала, обратный поверхности долины, обеспечивающий течение воды на юг, по крайней мере, на протяжении около 180 км, канал должен иметь большую ширину и проходить на небольшой глубине в разрезе аллювиальных водоносных пород. При этом, безусловно, значительное количество воды будет уходить на фильтрацию, которая может достигнуть 30—35 м³/сек. Просачивание в водоносные горизонты такого количества воды, с одной стороны, и передача гидростатического давления большой массы воды в канале, с другой, вызовут прогрессирующий подъем соленых грунтовых вод в пределах обширного и почти плоского днища Убаганской ложбины и засоление здесь почво-грунтов. Наряду с этим, как показали исследования в зоне Капчагайского водохранилища, подпор грунтовых вод, созданный столбом воды в канале высотой всего 2 м, в течение четырех-пяти лет распространяется на десятки километров, обуславливая подъем этих вод. Одновременно влияние подпора передается на нижележащие напорные воды, что приводит к увеличению напора и выходу их на поверхность земли. В южной части Убаганской равнины канал должен врезаться в нижележащие глины, с тем чтобы создать обратные уклоны, обеспечивающие течение воды с севера на юг. При этом канал будет дренировать верхние соленые грунтовые воды. Количество дренированных вод с обоих берегов при протяженности канала 100 км, коэффициенте фильтрации 5 м/сутки и уклоне грунтового потока 0,002 составит всего 20 000 м³/сутки, или 0,23 м³/сек. Это свидетельствует о ничтожном горизонтальном оттоке грунтовых вод. В целом Убаганский вариант ка-

нала в гидрогеологическом и гидротехническом отношении является наиболее благоприятным. Однако в Убаганской аллювиальной равнине под влиянием потерь воды из канала будут происходить интенсивное заболачивание и засоление земель, довольно большое количество поверхностных вод будет расходоваться на испарение и транспирацию тростниковыми зарослями, которые будут здесь произрастать.

Тургайская столово-останцовая равнина сухой степной и полупустынной зоны. Характерной особенностью этой зоны является широкое развитие невысоких плоских ступенчатых возвышенностей и останцов, местами с понижениями. Климат засушливый, годовое количество осадков составляет 200—250 мм в год. Общий уклон поверхности на юг — 0,0002, за исключением крайней северной части. Плато расчленено широкими логами и долинами рек, являющимися местными дренами (рис. 26).

Грунтовые воды залегают в основном в олигоценовых континентальных мелко- и тонкозернистых (западнее Улькайка несколько более грубозернистых) песках мощностью до 40—70 м с линзами и прослоями глин. Подстилаются они чеганскими глинами мощностью до 150—200 м и более. На территориях, прилегающих к долинам рек Убаган и Тургай, развиты безводные участки. В местах перекрытия водоносных толщ неогеновыми глинами воды приобретают напор. Преобладающая глубина залегания грунтовых вод 5—10 м, реже 15 м. В северной и центральной частях плато, западнее Улькайка, встречаются участки с глубиной залегания 10—30 м. Общий уклон подземных вод 0,0002, направлен на юг, на крайнем севере — на север (0,0008). Местные уклоны в сторону долин рек составляют 0,001—0,003. На большей части плато вследствие значительного водообмена распространены в основном пресные и слабосоленоватые грунтовые воды. Пестрые, солоноватые и соленые воды встречаются лишь на западе плато, в озерных понижениях и в местах глубокого залегания вод. В юго-восточной части плато вследствие слабого водообмена преобладают пестрые и соленые воды. С глубиной минерализация подземных вод резко увеличивается, местами в 2—3 раза. О наличии соленых грунтовых вод уже на сравнительно небольших глубинах свидетельствует также соленость многочисленных озер, дренирующих грунтовые воды.

В долинах рек Улькайяк, Иргиз и Тургай на западе и отчасти на севере грунтовые воды залегают в разномзернистых песках, супесях, на востоке — чаще в тонкозернистых песках, супесях, суглинках мощностью от 3—5 до 20 м. Глубина залегания их от 2 до 10 м. Минерализация вод очень пестрая, но преобладают соленые. Пресные воды заключены в хорошо дренированных долинах Улькайяка, Кабырга, отчасти Иргиза и в низовьях Тургайя. В древней долине Тургайя воды также соленые (минерализация 50—90 г/л). Гидрогеологические условия территории в связи с проведением канала несколько изменятся.

По первому, западному, варианту воды канала, подведенные к подножию Тургайского плато (восточнее верховий р. Тобол), с помощью мощных насосных установок с отметки около 210 м и с расходом до 400 м³/сек могут подаваться на достаточно высокие отметки плато (295—300 м) и самотеком направляться несколькими оросительными каналами в восточном и южном направлениях для орошения более 1 млн. га.

В сложных рельефных и гидрогеологических условиях исходя из ранее указанных соображений в ирригационных каналах и на поливных землях может теряться на фильтрацию минимум 20% расхода канала, или около 70—80 м³/сек. Просачивание в водоносные горизонты таких больших масс воды, в 18—20 раз превышающих ежегодно возобновляемые (около 4 м³/сек), при незначительных региональных уклонах движения подземных вод 0,0002 и местных 0,001—0,003 и крайне слабом оттоке их из района резко нарушит давно установившееся равновесие между притоком и оттоком. Преобладание приходной части баланса обусловит прогрессирующий подъем уровня грунтовых вод и приближение его к поверхности в течение нескольких лет с последующим заболачиванием и засолением земель.

Соленые грунтовые воды нижних водоносных горизонтов в результате выдавливания их вследствие передачи гидростатических напоров из каналов также будут подняты на поверхность, что вызовет засоление земель. Вместе с тем на хорошо дренированных участках, прилегающих к долинам рек, логов, ложбин, озерных впадин в результате оттока грунтовых вод, земли, по-видимому, не будут заболачиваться и засоляться.

Значительная часть расхода канала (550—600 м³/сек),

не подававшаяся на плато, по северному подножию Тургайского плато может быть направлена в долину р. Убаган, отсюда на юг, в сторону Средней Азии.

По второму и третьему вариантам переброски воды канала, проходящие по Убаганской аллювиальной долине из первой зоны во вторую (с севера на юг), в районе Аксуатских озер могут быть направлены в долину р. Тургай, которая имеет юго-западный уклон, совпадающий с направлением канала. При этом варианте в районе Аксуатских озер с помощью мощных насосных установок до $400 \text{ м}^3/\text{сек}$ воды может подаваться в западную наиболее возвышенную часть Тургайского плато. С этих более высоких ($280\text{—}300 \text{ м}$) отметок воды по самотечным каналам будут стекать на юг, орошая большие площади. Кроме того, целесообразно часть воды Убаганского канала (до $150\text{—}200 \text{ м}^3/\text{сек}$) с помощью насосных установок направлять в восточную часть плато (севернее Каратургая), где они будут использоваться для орошения, водоснабжения и обводнения пастбищ междуречья Убаган — Ишим.

Гидрогеологические условия в западной части Тургайского плато при подаче воды по Убаганскому варианту канала будут так же изменяться, как и в первом варианте.

В восточной части Тургайского плато, как и в западной, рельефные и гидрогеологические условия отличаются значительной сложностью. Оросительные каналы, проектируемые для водообеспечения отдаленных районов, вследствие сложности рельефа (ступени, увалы и т. д.) должны иметь большую протяженность, что вызовет значительные потери воды на фильтрацию. Если допустить, что потери воды из каналов и орошаемых площадей составят, как и в западной части плато, 20% , то количество воды, поступающей в водоносные горизонты, будет около $30\text{—}40 \text{ м}^3/\text{сек}$, что во много раз превысит ежегодное пополнение грунтовых вод за счет атмосферных осадков ($1,3 \text{ м}^3/\text{сек}$), при котором поддерживается современное положение уровней на преобладающей части территории. Понятно, что при очень слабом оттоке грунтовых вод из тонкозернистых песков и алевритов уровни их под влиянием поступления большого количества оросительных фильтрационных вод быстро (в течение нескольких лет) приблизятся к поверхности земли и вызовут заболачивание и засоление почв. На хорошо дренированных склонах логов и долин рек возможны значительный отток грунтовых вод

и нахождение уровней ниже критических, при которых происходит испарительное засоление почво-грунтов.

В долине Убагана канал в северной части сухой степной зоны Тургайской равнины (с целью преодоления поперечного вала на протяжении около 130 км) будет, по-видимому, проходить в выемке глубиной 70—80 м по подстилающим водоупорным чеганским глинам. Местами канал вскрыет соленые напорные воды древней долины. Если, как и в первой Кустанайской зоне Тургайской равнины, предположить коэффициент фильтрации пород 5 м/сутки, а уклон грунтовых вод в сторону канала принять 0,002, то расход дренируемых каналов подземных вод с обоих берегов составит около 26 000 м³/сутки (0,31 м³/сек) на отрезке в 130 км канала. Такое количество соленой воды существенно не изменит минерализации вод канала. На этом отрезке в Убаганской долине под влиянием дренированных каналом соленых вод мелиоративные условия будут улучшаться. Далее до Тургайской долины канал на протяжении 90 км будет проложен в относительно неглубокой, местами даже в мелкой выемке. При этом его русло частично пройдет в водоупорных глинах, а в основном — в аллювиальных водоносных переслаивающихся песчаных, супесчаных, суглинистых породах, содержащих преимущественно соленую воду с минерализацией до 36—53 г/л.

Как установлено исследованиями, проведенными в зоне влияния Капчагайского водохранилища, подпор уровня грунтовых вод поверхностными (при высоте столба воды 1—2 м) распространяется на расстояние 10—20 км в течение трех-пяти лет. Принимая во внимание, что слой воды в проектируемом канале (расход около 450 м³/сек) составит не менее 5 м, соленые воды Убаганской долины, залегающие на глубине 3—5 м, также будут испытывать подпор. В результате этого они могут приблизиться к поверхности земли и на большей части долины будут способствовать заболачиванию и засолению почв.

В пределах Тургайской долины воды канала могут течь по естественному уклону в юго-западном направлении за пределы второй природной зоны. Однако чтобы предупредить здесь образование больших разливов в результате поступления 450 м³/сек расходов и связанных с ними больших потерь на испарение, желательно в пределах долины проложить неглубокую, но относительно широкую выемку.

Юго-западнее селения Тюемойнак начинаются широкие заболоченные разливы устьевой части р. Тургай. Здесь распространены солоноватые и соленые воды и на испарение теряются большие массы влаги. Чтобы избежать потери воды, у селения Тюемойнак канал должен повернуть несколько на запад и на протяжении более 155 км проходить в выемке по правому берегу Тургая в пределах аллювиальной равнины со средней отметкой около 100 м. При этом он вскроет водоносные горизонты, представленные мелкозернистыми песками, супесями, суглинками, в которые будет фильтроваться значительная часть воды. Учитывая сокращение расхода канала по сравнению с первоначальным в 2 раза, потери на фильтрацию нами приняты только $0,15 \text{ м}^3/\text{сек}$ на 1 пог. км. В результате суммарная величина фильтрации из канала составит более $22 \text{ м}^3/\text{сек}$, что, безусловно, приведет к постепенному подъему уровня соленых грунтовых вод аллювиальной равнины и через несколько лет к приближению их к поверхности с последующим засолением почв. Правда, русло Тургая, проходящее несколько ниже уровня воды в канале, в какой-то мере будет дренировать грунтовые воды, но из-за малых уклонов и низких фильтрационных свойств пород величина дренируемых вод не будет превышать нескольких десятков литров в секунду с 1 пог. км русла.

Южнее пос. Иргиз от 155 до 195 км канал глубокой выемкой будет проложен в безводных глинах, где потери воды на просачивание могут быть ничтожными. С 195 км до конца зоны сухих степей и полупустынь, т. е. до 220 км, канал снова окажется в пределах отложений, содержащих соленые воды, залегающие на глубине 5—10 м. Вследствие потерь воды более $3 \text{ м}^3/\text{сек}$ здесь тоже можно ожидать прогрессирующий подъем грунтовых вод со всеми нежелательными последствиями.

Бугристо-грядовые равнины Приаральских Каракумов и Западных Кызылкумов. От искусственного водохранилища южнее пос. Иргиз канал в направлении, близком к южному, должен пересечь обширные песчаные массивы Приаральских Каракумов и выйти к р. Сыр-Дарье между г. Новоказалинском и ст. Джусалы. В случае переброски через р. Сыр-Дарью транспортируемый сток направляется на юг, в Западные Кызылкумы, миновав которые, оставшаяся его часть уйдет на территорию Узбекистана.

Учитывая, что до Иргизского водохранилища из Тургай-

ского прогиба сток может достигнуть около $450 \text{ м}^3/\text{сек}$, по южной магистральной ветке канала может быть направлено до 75% ($300 \text{ м}^3/\text{сек}$) его объема. Не менее $25\text{—}30 \text{ м}^3/\text{сек}$ целесообразно оставить в долине р. Сыр-Дарьи для создания оазисов в ее низовьях. Остальные $150 \text{ м}^3/\text{сек}$ могут быть направлены из водохранилища к Северному Приаралью и далее на запад через Предустюртское плато к р. Эмбе.

Поскольку основная часть стока должна быть направлена на юг, а возможность выделения западной ветки канала, ее направление и протяженность пока что не установлены, нами рассматриваются гидрогеологические условия в районах прохождения только основного канала. Как отмечалось, на первом, наиболее значительном (более 250 км) отрезке канал пройдет через Приаральские Каракумы. Намечаемая трасса канала проходит по бугристо-грядовым эоловым пескам с участками такыров, развитых на подстилающих засоленных палеогеновых глинах. Абсолютные отметки поверхности $100\text{—}120 \text{ м}$ с уклоном на юго-запад к Аральскому морю. Мощность песков $5\text{—}15 \text{ м}$. К ним приурочены преимущественно пресные и слабосоленоватые грунтовые воды с минерализацией $0,3\text{—}3 \text{ г/л}$. Глубина их залегания до 5 м , реже 10 м . На 60-километровом отрезке до долины р. Сыр-Дарьи по ее правобережью канал пройдет по меловым песчано-глинистым отложениям, содержащим соленоватые и слабосоленые воды ($3\text{—}10 \text{ г/л}$) с глубиной залегания до 30 м . Гидрогеологические и инженерно-геологические условия для строительства канала и транспортировки поверхностного стока здесь неблагоприятны. Считая, что большая часть канала в Приаральских Каракумах (примерно 150 км) будет проходить непосредственно в песках, а меньшая (100 км) — в такырной равнине, следует ожидать, что значительная часть воды будет уходить на фильтрацию. Учитывая, что здесь будет преобладать боковая фильтрация, так как дно канала будет составлять в основном палеогеновые глины, и принимая в связи с этим фильтрационные потери на 1 пог. км равными $0,250 \text{ м}^3/\text{сек}$, общая величина потерь на фильтрацию в песках составит $37,5 \text{ м}^3/\text{сек}$. В песчано-глинистых породах верхнего мела при допущении фильтрационных потерь на 1 пог. км в объеме $0,150 \text{ м}^3/\text{сек}$ общие потери составят $9 \text{ м}^3/\text{сек}$. Потери на фильтрацию ($46 \text{ м}^3/\text{сек}$) вызовут, естественно, значительный подъем уровня грунтовых вод в песчаных массивах с выкли-

ниванием их в межгрядовых и межбугристых понижениях, котловинах выдувания и сухих руслах временных водотоков с образованием небольших озер, заболоченных участков. В условиях высокого летнего испарения это приведет к засолению грунтовых вод на площадях, перспективных для развития орошаемого земледелия, к образованию солонцов и солончаков. После переброски транспортируемого стока через русло Сыр-Дарьи канал пройдет по Западным Кызылкумам. Следует отметить, что часть стока ($25—30 \text{ м}^3/\text{сек}$), которую желательно оставить в долине Сыр-Дарьи, не будет отрицательно влиять на ее гидрогеологические условия даже в том случае, если его направить параллельно естественному руслу реки. В случае частичной фильтрации вод в аллювиальные отложения они будут дренироваться рекой. Протяженность канала в Западных Кызылкумах от р. Сыр-Дарьи до границы Узбекистана составит приблизительно 220 км . Рельеф имеет здесь равнинный характер с отметками 100 м , лишь отдельные барханные гряды и бугры достигают $130—140 \text{ м}$ при относительных превышениях $30—45 \text{ м}$. Они сложены тонко- и мелкозернистыми, часто пылеватými песками, залегающими на засоленных аллювиальных песчано-глинистых породах туранской свиты. Канал пересечет краевую часть этого обширного песчаного массива на протяжении 70 км , а большая часть его (150 км) пройдет по аллювиальной равнине р. Сыр-Дарьи, поверхность которой покрыта такырами с отдельными грядами песков и сухими руслами рек. Сложена она песками и супесями, переслаивающимися с глинами. В эоловых песках Кызылкумов грунтовые воды залегают на глубине до $5—10 \text{ м}$. Они в основном пестрые с преобладанием пресных и слабосоленых и только в крайней южной части массива преобладают солоноватые и соленые. Грунтовые воды аллювиальных отложений туранской свиты залегают на глубине от $5—10 \text{ м}$ по левобережью р. Сыр-Дарьи до $10—30 \text{ м}$ на удалении от нее под эоловыми песками и на такырной равнине. По степени минерализации они преимущественно слабосоленые ($5—10 \text{ г/л}$), реже соленые ($10—50 \text{ г/л}$).

Если принять фильтрационные потери в песках Кызылкумов равными $0,250 \text{ м}^3/\text{сек}$ на 1 пог. км , то суммарные потери из канала составят $0,250 \cdot 70 = 17,5 \text{ м}^3/\text{сек}$. В глинистых аллювиальных отложениях туранской серии потери на

фильтрацию не превысят $0,050—0,060 \text{ м}^3/\text{сек}$ на 1 пог. км, а общие потери в этом случае составят $7,5—9 \text{ м}^3/\text{сек}$. Неблагоприятное влияние фильтрационных вод, способствующих прогрессирующему подъему уровня грунтовых вод, здесь скажется на песчаных массивах и аллювиальной равнине.

Выводы

На основании общего предварительного прогноза возможных изменений гидрогеологических условий в результате переброски части стока сибирских рек в Казахстан через Тургайскую равнину можно отметить следующее:

1. Тургайская равнина сложена спорадически развитыми мелко- и тонкозернистыми песками, переслаиваемыми с глинами или залегающими в виде маломощных прослоев. Эти водосодержащие толщи континентальных неоген-палеогеновых отложений мощностью $10—30 \text{ м}$, местами $40—60 \text{ м}$ подстилаются водоупорными чеганскими глинами. Такие гидрогеологические условия равнины при ничтожных уклонах ($0,0001—0,0003$) определяют наличие малоподвижных грунтовых вод, большую пестроту в распределении минерализации, глубины залегания, слабые фильтрационные свойства водовмещающих пород и их непостоянство, создают весьма затрудненный водообмен в водоносных горизонтах.

2. Несмотря на пестроту и сложность гидрогеологической обстановки в несколько лучших условиях находится столово-ступенчатое плато, расположенное в центральной части Тургайской равнины. Плато, примыкающее к западному борту Тургайской ложбины, с точки зрения орошения является более предпочтительным, чем другие территории, хотя и здесь неоднородное геологическое строение, близость региональных водоупоров, низкие фильтрационные, водоотдающие свойства водовмещающих пород, неоднородность рельефа усложняют условия освоения орошаемых земель.

3. По предварительным прогнозам изменений гидрогеологических условий можно сделать вывод, что при проведении каналов для переброски части стока сибирских рек в Казахстан методами, близкими к современным, и орошения земель современными методами или близкими к ним из ирригационных систем в Тургайской равнине будут происхо-

дить большие потери поверхностных вод на фильтрацию. Поступление этих фильтрационных вод в близко залегающие водоносные горизонты, во много раз превышающее ежегодно возобновляемые ресурсы за счет атмосферных осадков, нарушит современное равновесие в состоянии глубин залегания, минерализации грунтовых вод. В результате этого при невозможности быстрого оттока просочившихся из канала вод вследствие низких фильтрационных свойств водовмещающих пород и близкого залегания водоупоров ожидается прогрессирующий подъем уровня грунтовых вод и засоление орошаемых земель.

4. В целом сооружение каналов и орошение обширных земель приведет к ухудшению гидрогеологических условий Тургайской равнины. Ирригационное освоение земель на большей части рассматриваемой территории связано с проведением очень крупных и очень дорогостоящих мелиоративных работ.

5. Данные прогнозы ввиду слабой изученности гидрогеологических условий, отсутствия режимных, балансовых исследований носят сугубо предварительный характер. Чтобы сделать точные прогнозы, необходимые для реального научного обоснования переброски части стока сибирских рек, потребуются: а) изучение фильтрационных водоотдающих свойств водовмещающих пород на наиболее характерных участках; б) изучение режима и баланса подземных вод в естественных природных условиях в течение ряда лет; в) изучение режима и баланса грунтовых вод в течение ряда лет в условиях, когда под влиянием орошения и мелиорации земель естественные гидрогеологические условия будут нарушены.

ЛИТЕРАТУРА

Айзенштадт Г. Е. — А., Колтыпин С. Н. и др. Нефтегазоносные толщи Прикаспийской впадины. Л., «Недра», 1967.

Айтуаров Т. К., Ахметов Р. Т. Опыт эксплуатации Беркутинского водозабора Малого Каратау. В кн.: «Геология и разведка недр», вып. 3. Алма-Ата, 1973.

Афанасьев Т. П. Подземные воды Среднего Поволжья и Прикамья и их гидрохимическая зональность. Под ред. Н. Н. Славянова. М., Изд-во АН СССР, 1956.

Ахмедсафин У. М. Подземные воды песчаных массивов южной части Казахстана. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1951.

Ахмедсафин У. М. О классификации режима грунтовых вод в ирригационных районах. «Вестн. АН КазССР», 1952, № 2.

Ахмедсафин У. М. Ресурсы подземных вод засушливых районов Казахстана и пути их использования для обводнения пастбищ, водоснабжения и оазисного орошения. «Вестн. АН КазССР», 1957, № 4.

Ахмедсафин У. М. Карта прогноза артезианских бассейнов Казахстана. «Вестн. АН КазССР», 1959, № 1.

Ахмедсафин У. М. О режиме грунтовых вод песчаных пустынь. «Вестн. АН КазССР», 1950, № 3.

Ахмедсафин У. М. Подземные воды Казахстана и возможности их использования. «Изв. АН КазССР, серия геол.», 1961, № 3.

Ахмедсафин У. М. О методике составления гидрогеологической карты Казахстана. «Вестн. АН КазССР», 1960, № 5.

Ахмедсафин У. М. Методика составления карт прогнозов и обзор артезианских бассейнов Казахстана. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1961.

Ахмедсафин У. М., Губарев А. Н., Сыдыков Ж. С., Якупова Н. Я. Грунтовые воды Тургайских равнин и их ресурсы. «Изв. АН КазССР, серия геол.», 1963, № 2.

Ахмедсафин У. М., Якупова Н. Я., Шапиро С. М., Жабасов М. Х., Шлыгина В. Ф., Кабиев Ф. К. Перспективы использования подземных вод предгорных равнин Южного и Юго-Восточного Казахстана для орошения полей. «Вестн. АН КазССР», 1964, № 3 (22).

А х м е д с а ф и н У. М. Подземные воды и их использование для мелиорации засушливых земель. «Вестн. АН КазССР», 1967, № 5.

А х м е д с а ф и н У. М., Д ж а б а с о в М. Х., Ш л ы г и н а В. Ф., Ш о р и н а С. В. Особенности формирования стока подземных вод Южного Казахстана. «Изв. АН КазССР, серия геол.», 1967, № 3.

А х м е д с а ф и н У. М., Б а т а б е р г е н о в а М. Ш., Д ж а б а с о в М. Х., Ж а п а р х а н о в С. Ж., С о л н ц е в А. В., Ш л ы г и н а В. Ф. Артезианские бассейны Южного Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1968.

А х м е д с а ф и н У. М. Основные итоги изучения подземных вод Целинного края. «Вестн. АН КазССР», 1962, № 1.

А х м е д с а ф и н У. М., К а б и е в Ф. К., М у х а м е д ж а н о в С. М. и др. Восточно-Казахстанская область. В кн.: «Подземные воды пастбищных территорий Казахстана». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1969.

А х м е д с а ф и н У. М., Д ж а б а с о в М. Х. К вопросу гидрохимической зональности подземных вод Чу-Таласской впадины. «Изв. АН КазССР, серия геол.», 1969, № 1.

А х м е д с а ф и н У. М. Основные принципы гидрогеологического районирования Казахстана. «Изв. АН КазССР, серия геол.», 1964, № 1.

А х м е д с а ф и н У. М., Ш л ы г и н а В. Ф., Д ж а б а с о в М. Х., М у х о р я п о в а А. А. Джунгаро-Тяньшаньская горноскладчатая область и тяготеющие к ней предгорные и межгорные впадины. В кн.: «Формирование подземного стока на территории Казахстана». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1970.

А х м е д с а ф и н У. М., Д ж а б а с о в М. Х., Б а т а б е р г е н о в а М. Ш., Д у б р о в и н а З. Т. Формирование химического состава подземных вод Муюнкум-Бетпакдалинского артезианского бассейна. «Изв. АН КазССР, серия геол.», 1971, № 5.

А х м е д с а ф и н У. М., Д ж а б а с о в М. Х., Ш л ы г и н а В. Ф. Ресурсы и использование подземных вод Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1972.

А х м е д с а ф и н У. М., Д ж а б а с о в М. Х., Д у б р о в и н а З. Т. Подземные воды меловых отложений Муюнкум-Бетпакдалинского артезианского бассейна. «Изв. АН КазССР, серия геол.», 1973, № 6.

А х м е д с а ф и н У. М. Успехи и ближайшие задачи гидрогеологической науки в СССР. «Вестн. АН КазССР», 1974, № 6.

Б а б и н е ц А. Е. Подземные воды юго-запада Русской платформы. Киев, «Наука», 1961.

Б о г д а н о в Г. Я. Гидродинамическая зональность грунтовых вод северо-западной части Прикаспийской низменности. «Геология и разведка», 1961, № 3.

Б о г о м о л о в Г. В., Я н ш и н а М. С., П л о т н и к о в а Г. Н., Ф л е р о в а Л. И. Подземные воды центральной и западной частей Русской платформы (палеозой). Минск, Изд-во АН БССР, 1962.

Б о р о в с к и й В. М. Формирование минерализации грунтовых вод дельтово-аллювиальных равнин Сыр-Дарьи. В кн.: «Второе Узбекистанское гидрогеологическое совещание». Тезисы докл. и сообщ. Ташкент, 1957.

Б о ч к а р е в а В. А., С ы д ы к о в Ж. С., Д ж а н г и р ь я н ц Д. А. Подземные воды Прикаспийской впадины и ее восточных обрамлений. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973.

В о д н ы е ресурсы Казахстана. Труды научно-технической конфе-

ренции, состоявшейся в г. Алма-Ате 23—26 апреля 1956 г. Алма-Ата, 1957.

Гангардт Г. Г. К вопросу о переброске части неиспользуемого стока северных и сибирских рек в районы, испытывающие дефицит водных ресурсов. «Гидротехническое строительство», 1971, № 8.

Герарди И. О перспективах развития мелиорации в СССР. «Бюлл. по водному хозяйству СЭВ», 1969, 2(5). М., 1970.

Гидрогеологические очерки целинных земель Актюбинской, Кокчетавской и Северо-Казахстанской областей. Под ред. У. М. Ахмедсафина. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1958.

Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана. Алма-Ата, «Наука», 1964.

Гидрогеология СССР, т. 33 (Сев. Казахстан), т. 34 (Карагандинская обл.), т. 35 (Зап. Казахстан), т. 36 (Юж. Казахстан), т. 37 (Вост. Казахстан). М., «Недра», 1966—1971.

Григоренко П. К., Большаков М. К. Перспективы использования подземных вод Чуйской долины для орошения. Труды Института водного хозяйства энергетики АН КиргССР, вып. 3(6), 1956.

Губарев А. Н. Ресурсы подземных вод Тургайской впадины, состояние их изученности и дальнейшие задачи. В кн.: «Объединенная научная сессия по проблемам Тургайского регионально-экономического комплекса в г. Кустанае». Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1958.

Джабасов М. Х. Условия накопления грунтовых вод четвертичных отложений верхней части бассейна г. Токрау. Труды Ин-та геологических наук АН КазССР, т. 4, 1961.

Джабасов М. Х., Шорина С. В. Алаколь-Балхашская впадина. В кн.: «Гидрогеология СССР», т. 36. М., «Недра», 1970.

Джабасов М. Х., Карагодин П. Ф., Ошлаков Г. Г. Геолого-гидрогеологические условия Южно-Прибалхашской впадины в свете новых данных. В кн.: «Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1971.

Джакелов А. Н. Подземные воды юго-востока Каратауского фосфоритового месторождения и прилегающих территорий. В кн.: «Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1968.

Джаманов С. А., Кондрашев В. Д., Торопков Р. М. О рациональном использовании артезианских и грунтовых вод Северо-Каспийской низменности. Труды Геологического ин-та (Дагест. филиал АН СССР), т. I, 1957.

Джумагулов М. Т. Подземные воды Чулактау. «Изв. АН КазССР, серия геол.», 1963, вып. 6 (57).

Дитмар В. И. Тектоника и перспективы нефтегазоносности Чусарысуйской и смежных депрессий Казахстана. М., «Наука», 1966.

Дмитровский В. И. Возможные источники водоснабжения в пустыне Бетпак-Дала. «Разведка и охрана недр», 1961, № 5.

Жапарханов С. Ж. Грунтовые воды долины реки Карамыс и перспективы их использования для водоснабжения. «Вестн. АН КазССР», 1960, № 8.

Зейберлих Н. Э. Условия формирования вод аллювиальных отложений в средней части долины р. Уил. «Изв. АН КазССР, серия геол.», 1962, вып. 2.

Иванов В. А., Горлач В. Ф. Гидрогеология северной части Тургайского прогиба. Труды ВСЕГЕИ, т. 123, 1967.

- Иванов В. Н. и др. Мелиоративно-гидрогеологические исследования в долинах рек Или и Каратал. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973.
- Исабаев Т. Т. Подземные воды Алакольской впадины. Труды Института гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР, т. 1, 1968.
- Кабиев Ф. К., Мухамеджанов С. М., Осипенко В. А., Лукьянчиков Ю. С. Подземные воды Зайсанской впадины и перспективы их использования. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973.
- Калмыков А. Ф., Шубин А. Н. Состояние и дальнейшее направление гидрогеологических и инженерно-геологических работ в Казахской ССР. В кн.: «Гидрогеология и инженерная геология некоторых районов республик Средней Азии, Казахстана и Азербайджана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1972.
- Калугин С. К. Подземные воды Центрального Казахстана. «Изв. АН КазССР, серия геол.», 1960, вып. 4.
- Каменский Г. Н., Толстихина М. М., Толстихин Н. И. Гидрогеология СССР. М., Госгеолтехиздат, 1959.
- Каменский Г. Н. Грунтовые воды Прикаспийской низменности и их режим. Труды Лабор. гидрогеологических проблем им. Ф. П. Саваренского, т. 27, 1960.
- Кассин Н. Г. Гидрогеологический очерк Илийского бассейна. Труды Главного геологического управления ВСНХ СССР, вып. 3. Л., Геолгиздат, 1930.
- Кац Д. М. Режим грунтовых вод в орошаемых районах и его регулирование. М., Сельхозгиздат, 1963.
- Кирюхин В. А. Подземные воды северной части Тургайского прогиба. «Записки Ленинградского горного института», 1958, т. 34, вып. 2.
- Ковалевский В. С. Основы прогноза естественного режима подземных вод. М., Стройиздат, 1974.
- Ковда В. А. Классификация типов орошаемых оазисов по борьбе с засолением почв. Сб. докл. Почв. ин-та АН СССР. М., Изд-во АН СССР, 1945.
- Колпаков В. Б. Водные ресурсы Горного Мангышлака (подземные воды). Труды Института нефти АН КазССР, т. 4, 1961.
- Коноплянец А. А. Вековые и многолетние колебания уровня грунтовых вод на территории СССР. В сб.: «Вопросы изучения и прогноз режима подземных вод, серия 3», 127. М., 1970.
- Корюкин Г. П., Прадед М. Г., Фролов П. М. Поиски и разведка подземных вод в Прииртышской депрессии. В сб.: «Водные ресурсы Казахстана». Алма-Ата, 1957.
- Котлов Ф. В. Изменение природных условий территории Москвы. М., «Недра», 1962.
- Куделин Б. И. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод. М., Изд-во МГУ, 1960.
- Кунин В. Н. Местные воды пустыни и вопросы их использования. М., Изд-во АН СССР, 1959.
- Кунин Н. Я. Тектоника Среднесырдарьинской и Чуйской депрессий по геофизическим данным. М., «Недра», 1968.
- Курмангалиев Р. М., Коломоец Р. И., Миловидов В. М., Митина Л. М. Урало-Мугоджарский район. В кн.: «Гидрогеология СССР», т. 33 (Сев. Казахстан). М., «Недра», 1966.
- Курмангалиев Р. М. Формирование подземных вод Тургай-

ского прогиба. В кн.: «Региональные гидрогеологические условия в Казахстане». Алма-Ата, «Наука», 1968.

Ланге Р. К. Подземные воды СССР. М., Изд-во МГУ, 1959.

Леонов Г. М. Перспективы использования подземных вод для водоснабжения города Алма-Аты. «Вестн. АН КазССР», 1957, № 2.

Маврицкий Б. Ф. Западно-Сибирский артезианский бассейн (гидрогеология, геотермия и палеогидрогеология). Труды Лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф. П. Саваренского, т. 39, 1962.

Макаренко Ф. А. О грунтовых водах коротких долин на примере Центрального Казахстана и Северного Прибалхашья. Труды Лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф. П. Саваренского, т. X, 1957.

Мелкова Е. П. Формирование подземных вод олигоцен-миоцена Тургайской впадины и использование их для водоснабжения. «Сов. геол.», 1958, № 10.

Мухамеджанов С. М., Исабаев Т. Т., Кабиев Ф. К., Муртазин Ж. В. Подземные воды хребта Тарбагатай и его равнинных предгорий. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1965.

Островский Л. А., Фомин В. М. Подземные воды равнинной части Средней Азии. М., «Недра», 1969.

Островский В. Н. Условия формирования подземных вод Карсакай-Байконурского района. В сб.: «Формирование подземных вод Казахстана». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1965.

Ошляков Г. Г. Формирование подземных вод предгорного шлейфа северного склона Джунгарского Алатау. В сб.: «Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1971.

Петрушевский Б. А., Яншин А. Л. Артезианские воды Северного Приаралья. «Народное хозяйство Казахстана», 1937, № 11, 12.

Плотников Н. И. Водоснабжение горнорудных предприятий. М., Госгортехиздат, 1959.

Подземные воды пастбищных территорий Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1969.

Полубаринова-Кочина П. Я. Теория движения грунтовых вод. М., ГИТТЛ, 1952.

Проблемы гидрогеологии Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1974.

Производительные силы Южного Казахстана, т. IV. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1966.

Распопов М. П. Опыт расчета баланса грунтовых вод целинных и залежных земель комплексной суглинистой равнины северо-западной части Прикаспийской впадины. В кн.: «Вопросы гидрогеологии целинных и залежных земель». М., Госгеолтехиздат, 1956.

Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1968, 1971.

Роговская Н. В. Методика гидрогеологического районирования для обоснования мелиорации. М., Госгеолтехиздат, 1959.

Руденко Ф. А., Солдак А. Г. Некоторые данные об условиях циркуляции и особенностях формирования подземных вод в изверженных породах Акмолинской области Северного Казахстана. «Вестн. Киевского ин-та, серия геологии и географии», 1960, № 3, вып. I.

Саваренский Ф. П. Гидрогеология. М., ОНТИ, 1935.

С и л и н-Б е к ч у р и н А. Н. Подземные воды Северной Африки. М., Изд-во АН СССР, 1962.

С л я д н е в А. Ф. Баланс влаги в почвогрунтах Голодной степи и его практическое значение в хлопковом хозяйстве Узбекистана. Труды II Узбекстанского гидрогеологического совещания. Ташкент, 1959.

С о л н ц е в А. В. Формирование и химический состав подземных вод Целиноградского района. В кн.: «Формирование подземных вод Казахстана». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1965.

С о л н ц е в А. В. Формирование подземных вод Рудного Алтая. В кн.: «Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1968.

С у л т а н х о д ж а е в А. Н. Структурно-гидрогеологическое районирование Ферганского артезианского бассейна. «Докл. АН УзбССР», 1961, № 6.

С ы д ы к о в Ж. С., С о т н и к о в А. В. Гидрогеологический очерк Актюбинской области. В кн.: «Гидрогеологические очерки целинных земель». Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1958.

С ы д ы к о в Ж. С. Подземные воды Мугоджар и Примугоджарских равнин. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1966.

С ы д ы к о в Ж. С., Д а в л е т г а л и е в а К. М. Гидрохимические классификации и графики. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1974.

С ы ч е в К. И., И ш м а к о в К. М., Ж у к о в М. И., Ч у м а ч е н к о Ю. Т. Новые данные по гидрогеологии Северного Прибалхашья. В кн.: «Материалы по геологии и полезным ископаемым Центрального Казахстана», вып. 2. М., 1962.

Т а ж и б а е в Л. Е. Как использовать подземные воды на пастбищах Казахстана (для водоснабжения). Алма-Ата, Казгосиздат, 1953.

Т л е к и н С. Т. Глуховский район (артезианский бассейн). В кн.: «Гидрогеология СССР», т. 37 (Вост. Казахстан). М., «Недра», 1971.

Т о к а р е в Н. С. Успехи гидрогеологического изучения Казахстана за 20 лет. В сб.: «Успехи геологического изучения Казахской ССР за 20 лет». Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1941.

Т о л с т и х и н Н. И., Е г о р о в С. В. О роли бессточных котловин Северного Казахстана в дренировании водоносных горизонтов. «Записки ЛГИ», 1958, т. 34, вып. 2. Гидрогеология и инженерная геология.

Ф е д и н Н. Ф. Кызыл-Ординский массив орошения левобережья низовой реки Сыр-Дарья. Опыт гидрогеологических исследований для ирригации. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1952.

Ф е д о р о в и ч Б. А. Лик пустыни. М., «Молодая гвардия», 1954.

Ф л е р о в А. А. Результаты гидрогеологических работ в южных областях Казахской ССР. В кн.: «Обводнение пастбищ». М., «Колос», 1958.

Ф о р м и р о в а н и е подземного стока на территории Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1970.

Ф о р м и р о в а н и е и гидродинамика артезианских вод Южного Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973.

Ф р о л о в П. М. Подземные воды некоторых карбоновых мульд Северного Казахстана как источник промышленного водоснабжения. В кн.: «Сборник статей по геологии и гидрогеологии», вып. I. М., Госгеолтехиздат, 1960.

Х а р д и к а й н е н М. А. Гидрогеологические условия и формирование подземных вод северной части Джекказганской впадины. В сб.:

«Гидрогеология и инженерная геология аридной зоны СССР», вып. IV. Л., «Недра», 1969.

Ходжибаев Н. Н., Мавлянов Э. В., Пулатов К. Н. и др. Гидрогеологические условия юго-восточной и центральной частей Каршинской степи в связи с ее ирригационным освоением. В кн.: «Гидрогеология и инженерная геология аридной зоны СССР», вып. 14. Вопросы региональной гидрогеологии. Л., «Недра», 1969.

Чакабаев С. Е., Ли А. Б. Условия залегания и химизм подземных вод четвертичных отложений восточной части Илийской впадины. «Изв. АН КазССР, серия геол.», 1958, вып. 2.

Шагоянц С. А. Подземные воды центральной и восточной части Северного Кавказа. М., «Наука», 1959.

Шапиро С. М. Подземные воды юго-востока Центрального Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1974.

Шапиро С. М., Якупова Н. Я. Некоторые особенности распространения пресных подземных вод на целинных землях юго-восточной части Акмолинской области. «Вестн. АН КазССР», 1956, № 5.

Шлыгина В. Ф. Особенности гидрогеологических условий конусов выноса в предгорном шлейфе Заилийского Алатау. «Изв. АН КазССР, серия геол.», 1963, вып. 3.

Шлыгина В. Ф., Пивоварова Т. П. Илийская система артезианских бассейнов. В кн.: «Гидрогеология СССР», т. 36 (Юж. Казахстан). М., «Недра», 1970.

Яковлев Д. И. Водные ресурсы Тургайской впадины и проблема водоснабжения промышленности и сельского хозяйства Кустанайской обл. Труды объединенной Кустанайской научной сессии. Алма-Ата, 1958.

Якуцени В. П. Гидрогеология юго-востока Прикаспийской впадины в связи с нефтегазоносностью. Л., Гостоптехиздат, 1961.

Яншин А. Л. Артезианские воды Ново-Украинского фосфоритового месторождения в Казахстане. Труды НИУНФ, вып. 139, «Агронимические руды СССР», т. 4, 1938.

Яншин А. Л. Новые данные о геологическом строении и гидрогеологии Чушкакульской антиклинали. Труды Института геологических наук АН СССР, серия геол., вып. 32, № 9, 1940.

Яншин А. Л. Тектоника и использование артезианских вод в пустынной зоне Южного Казахстана. «Вестн. АН СССР», 1952, № 4.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение. У. М. Ахмедсафин	3
Восточно-Казахстанская область. У. М. Ахмедсафин, Ф. К. Кабиев, А. В. Солнцев	5
Семипалатинская область. Ф. К. Кабиев, В. А. Осипенко	16
Павлодарская область. Ж. В. Муртазин	28
Северо-Казахстанская область. С. М. Шапиро, Ж. В. Муртазин	39
Кокчетавская область. С. М. Шапиро, Ж. В. Муртазин	46
Целиноградская область. У. М. Ахмедсафин, С. М. Шапиро, А. В. Солнцев, М. Т. Джумагулов	57
Карагандинская область. У. М. Ахмедсафин, С. М. Шапиро, С. Ж. Жапарханов, Н. Д. Петров, М. Т. Джумагулов, В. В. Крылов. Джебказганская область. У. М. Ахмедсафин, С. Ж. Жапарханов, С. М. Шапиро, М. Х. Джабасов, З. Т. Дубровина, Т. Т. Махмутов	67
Талды-Курганская область. У. М. Ахмедсафин, М. Х. Джабасов, В. Ф. Шлыгина, Г. Г. Ошлаков, Ю. Н. Ливинский, В. М. Мирлас	78
Алма-Атинская область. У. М. Ахмедсафин, М. Х. Джабасов, В. Ф. Шлыгина, Г. Г. Ошлаков, Ф. В. Шестаков, Ю. Н. Ливинский	90
Джамбулская область. У. М. Ахмедсафин, М. Х. Джабасов, М. Ш. Батабергенова, Т. К. Айтуаров	103
Чимкентская область. У. М. Ахмедсафин, М. Х. Джабасов, З. Т. Дубровина, Т. К. Айтуаров	118
Кзыл-Ординская область. У. М. Ахмедсафин, М. Х. Джабасов, З. Т. Дубровина, Т. К. Айтуаров	133
Кустанайская область. У. М. Ахмедсафин, Р. М. Курмангалиев, Н. Е. Яблочкина	151
Тургайская область. У. М. Ахмедсафин, Р. М. Курмангалиев, Н. Е. Яблочкина	163
Актюбинская область. В. А. Бочкарева, Ж. С. Сыдыков	178
Уральская область. В. А. Бочкарева, Ж. С. Сыдыков	191
Гурьевская область. Ж. С. Сыдыков, М. А. Мухамеджанов	207
Мангышлакская область. Ж. С. Сыдыков, В. И. Порядин	217
Прогноз возможных изменений гидрогеологических условий в результате переброски части стока сибирских рек в Казахстан. У. М. Ахмедсафин, М. Х. Джабасов, Р. М. Курмангалиев	222
Литература	234
	249

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КАЗАХСТАНА

Утверждено к печати Ученым советом Института гидрогеологии и гидрофизики Академии наук Казахской ССР

Редактор Г. И. Воронцова, худож. редактор И. Д. Сущих,
техн. редактор З. П. Ророкина, корректор С. Г. Новикова

Сдано в набор 15/X 1974 г. Подписано к печати 30/XII 1974 г.
Формат 60×84¹/₁₆. Бумага № 1. Усл. печ. л. 14,9. Уч.-изд. л. 15,4.

Тираж 1100. УГ08175. Цена 1 р. 70 к.

* * *

Типография издательства «Наука» Казахской ССР, г. Алма-Ата,
ул. Шевченко, 28. Зак. 138.