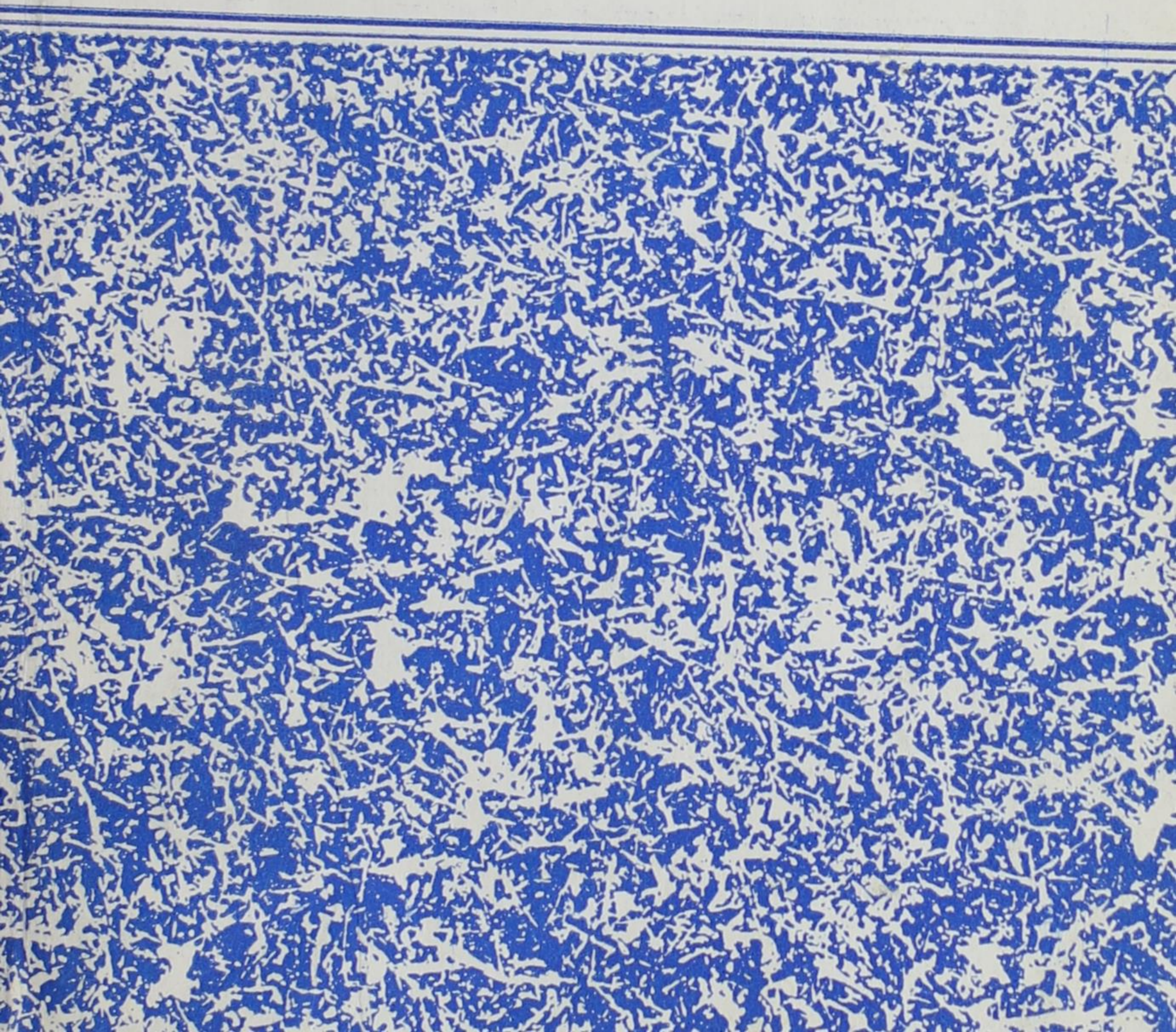


551-413
П-442

**ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ
КАЗАХСТАНА
И ПЕРСПЕКТИВЫ
ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**



АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР
Институт гидрогеологии и гидрофизики

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ
КАЗАХСТАНА
И ПЕРСПЕКТИВЫ
ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ



Издательство «НАУКА» Казахской ССР

АЛМА-АТА · 1978

551.49, Д.479 (257К)
П.442

Подземные воды Казахстана и перспективы их использования. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1978.
150 с.

В книге рассматриваются теоретические и практические вопросы, связанные с условиями формирования, залегания, распространения, минерализации и ресурсов подземных вод как в целом по Казахстану, так и по важнейшим его провинциям. Дается оценка перспектив использования подземных вод для коммунального и промышленного водоснабжения, мелиорации земель и обводнения пастбищ, сельскохозяйственного водообеспечения.

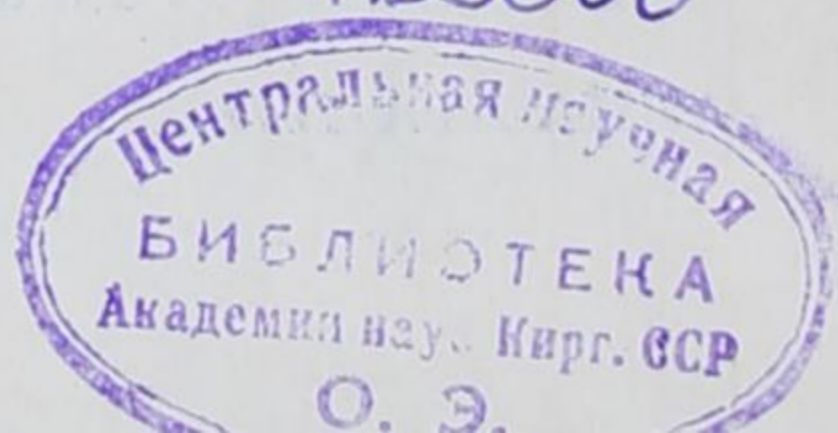
В книге нашли отражение вопросы использования термальных и минеральных вод, дренажно-сбросовых вод, охраны подземных вод путем искусственного их пополнения, экономические проблемы эксплуатации водных ресурсов, охрана природной среды и др.

Книга предназначена для работников сельского хозяйства, планирующих и проектных организаций, занимающихся вопросами водообеспечения, мелиораторов, гидрогеологов, географов.

Ответственный редактор
академик АН КазССР
У. М. АХМЕДСАФИН

П $\frac{20806-019}{407(07)-78}$ 30-78

© Издательство «НАУКА» Казахской ССР, 1978 г.



У. М. АХМЕДСАФИН

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ КАЗАХСТАНА И НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Большая часть огромной территории Казахстана (2,7 млн. км²) находится в засушливых пустынных и полупустынных районах. Между тем Казахская ССР очень богата природными ресурсами. В недрах ее заключены всевозможные полезные ископаемые, на базе которых быстрыми темпами создается мощная индустрия. Освоенные земли (25 млн. га) превратили республику в основную житницу на востоке страны. В обширных пустынных районах простираются бескрайние пастбища, равные 56% пастбищного фонда СССР, которые после соответствующего обводнения и оазисного орошения могут стать основной базой пастбищного животноводства в СССР.

Однако Казахстан беден открытыми водоисточниками. Поверхностных водотоков здесь в пять раз меньше, чем, например, в европейской части СССР. В связи с этим внимание ученых и специалистов давно привлекают ресурсы подземных вод как возможный источник водоснабжения, орошения и обводнения пастбищных угодий. Гидрогеологические исследования долгое время не давали желаемых результатов. Придерживаясь ошибочной гипотезы ювенильного и конденсационного происхождения подземных вод в пустынях, некоторые ученые говорили о бедности недр аридных районов пресными водами, быстром истощении их запасов и, следовательно, невозможности решения крупных водохозяйственных проблем за счет подземных вод. Постановка и решение ряда теоретических вопросов аридной гидрогеологии Институтом гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР позволили коренным образом изменить прежние ошибочные взгляды и выявить в районах, считавшихся ранее безводными, многочисленные артезианские бассейны, мощные грунтовые потоки, представляющие огромные подземные резервуары, заключенные в рыхлых и отчасти трещиноватых коллекторах

разновозрастных горных пород. В них в течение многих тысячелетий в больших количествах собирались метеорные воды в результате концентрированного выпадения и просачивания обильных атмосферных осадков, а в других — в результате таяния ледников, вечных снегов и глубокой инфильтрации вод по разломам и трещинам в предгорные впадины. Разносторонние исследования и расчеты показали, что в многочисленных бассейнах артезианских и грунтовых вод, занимающих около 1,8 млн. км² площади, заключено более 7 трлн. м³ в основном доброкачественных гравитационных подземных вод, которые путем инфильтрации метеорных вод ежегодно возобновляются в размере 48 млрд. м³. Часть из них слаботермальные, позволяющие орошать сельскохозяйственные культуры ранней весной и осенью. Наибольшая концентрация запасов воды, содержащихся в каждом квадратном километре, от 10 до 30 млн. м³, наблюдается главным образом в южных, северо-восточных, северо-западных и отчасти в центральных районах, в которых имеются наиболее благоприятные условия для развития сельского хозяйства, животноводства и других отраслей народного хозяйства.

Выявленных запасов воды достаточно было бы, чтобы все пустыни покрыть десятиметровым слоем воды или образовать 70 искусственных водоемов, равных 70 озерам типа Балхаша. Наличие таких запасов подтверждается не только обширными исследованиями, но и проходкой 25 тыс. скважин, многими видами многочисленных выработок и выходами родников. Если, исходя из современных технико-экономических возможностей, повсеместно путем постепенного снижения уровней в течение 100 лет извлекать только половину вековых запасов воды, которая легче всего откачивается из верхней половины водоносного горизонта, и 70% ежегодно возобновляемых запасов, которые в естественном состоянии бесполезно испаряются или способствуют образованию солонцов, солончаков, соленых озер, то прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы при непрерывном использовании составят около 1960 м³/сек. Наибольшее количество эксплуатационных ресурсов, достигающих 970 м³/сек, сосредоточено в южной части Казахстана, 410 м³/сек — в западной, 326 м³/сек — в северной и центральной и 254 — в восточной. Указанных ресурсов, не считая коммунально-промышленного водоснабжения, при концентрированном изъятии всего годового их количества в течение только вегетационного периода, как было указано в выступлении Л. И. Брежнева в Алма-Ате 3 сентября 1976 г., достаточно, чтобы оросить 5 млн. и обводнить 150 млн. га сельскохозяйственных угодий.

Изучение и выявление в аридных районах огромных водных ресурсов позволило значительную часть народного хозяйства перевести на подземные водоисточники. Сейчас более 37 крупных городов и промышленных центров, 40 районных центров, 1000 населенных пунктов с наименьшими затратами средств и времени обеспечиваются доброкачественными подземными водами. Они используются для обводнения 75 млн. га и орошения 20 000 га пастбищ в полупустынных районах. Рациональное использование местных подземных водоисточников намного облегчило развитие производительных сил республики в засушливых районах и позволило сэкономить народному хозяйству более 1 млрд. руб.

Осуществление указанных мероприятий стало возможным в результате решения ряда научно-технических проблем. Очень важное значение для водообеспечения различных отраслей народного хозяйства имело изучение и установление пространственного размещения подземных вод различного типа, качества, распределения глубин их залегания, производительности водоносных горизонтов. Для решения указанных задач на основе научного анализа огромного количества данных натурных исследований, фондовых материалов, выявления региональных закономерностей питания и накопления водоисточников аридных районов и разработки принципиально новых методов прогнозирования, картирования впервые были составлены фундаментальные гидрогеологические карты Казахстана, на которых отображены все важнейшие параметры подземных вод. Это обеспечило дифференцированное освещение минерализации, химического состава, физических свойств пресных, слабо солоноватых, солоноватых артезианских и грунтовых вод, территориальное их распределение, степень их пригодности для водоснабжения, позволило установить глубины, с которых они могут быть извлечены водокаптажными сооружениями с различными дебитами.

Так как большая часть Казахстана ранее считалась безводной или очень бедной пресными подземными водами, то принципиальное значение приобрело решение проблемы региональной оценки водных ресурсов, заключенных в недрах, т. е. расшифровка водообеспеченности различных районов республики. Данная проблема решалась в несколько этапов. В первую очередь применительно к аридным условиям были разработаны новые методы региональных оценок прогнозных водных ресурсов недр и на этой основе определены вековые многолетние и ежегодно возобновляемые суммарные запасы, заключенные в отдельных артезианских бассейнах, грунтовых потоках и в целом по республике, и установлены эксплуа-

тационные их возможности. По мере расширения получаемой информации, углубления исследований, решения некоторых теоретических вопросов формирования подземного стока на следующем этапе в результате составления оригинальной карты территориального распределения подземных вод республики решен очень важный вопрос, касающийся содержания водных запасов, приходящихся на каждый квадратный километр площади. Выполнение этой работы намного расширило представления о концентрации и размерах доброкачественных ресурсов подземных вод того или иного района, участка, водообеспеченности конкретных территорий и сыграло важную роль в планировании и проектировании водообеспечения народного хозяйства в засушливых районах.

Наряду с проведенными работами создаются универсальные классификации ресурсов по степени пригодности их в различных отраслях народного хозяйства в разных природно-гидрогеологических условиях, составляются комплексные карты эксплуатационных ресурсов подземных вод на всей территории Казахстана, которые сыграют важную роль в решении проблемы использования подземных вод в широких масштабах.

Эффективное использование подземных вод тесно связано с разработкой технической проблемы их эксплуатации. Она решается в институте путем изучения эксплуатационного режима подземных вод на действующих водозаборах с применением математического моделирования. Результаты их дали возможность рекомендовать наиболее рациональные методы управления ресурсами, позволяющие предупредить преждевременное снижение уровней, истощение запасов, обнажение фильтров в скважинах, падение их расходов. В частности, рекомендовано правильное распределение водозаборов в зависимости от гидрогеологических условий артезианских бассейнов, сбалансированный отбор воды, зависящий от ежегодного возобновления естественных ресурсов подземных вод, искусственное пополнение запасов путем устройства простейших фильтрационных водоемов в области питания подземного потока, регулирование отбора воды по сезонам года и т. д. Для эффективной эксплуатации подземных вод в зависимости от гидрогеологических условий месторождения предложено использование разнотипных водокаптажных сооружений; в условиях широкого распространения песчаных водоносных горизонтов с целью резкого повышения дебитов скважин рекомендовано оборудование их гравийными фильтрами, позволяющими откачивать из скважин объем воды, достаточный для крупного коммунально-промышленного водоснабжения, орошения полей.

Есть еще одна проблема, которая ждет своего решения в связи с необходимостью привлечения подземных вод в больших масштабах в мелиорацию земель — составление генеральной схемы водообеспечения народного хозяйства республики за счет использования подземных водных ресурсов. Она решается в содружестве научных и производственных организаций.

УДК 556.3(1:19)574

У. М. АХМЕДСАФИН, М. Х. ДЖАБАСОВ, С. Ж. ЖАПАРХАНОВ,
Р. М. КУРМАНГАЛИЕВ, А. В. СОЛНЦЕВ, С. М. ШАПИРО,
В. Ф. ШЛЫГИНА, Н. Е. ЯБЛОЧКИНА

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАЗАХСТАНА ДО 1990 г.

Казахстан располагает огромной территорией, богатыми природными ресурсами, на базе которых создана многоотраслевая промышленность, механизированное сельское хозяйство, широко распространено пастбищное животноводство. Однако 70% площади республики находится в засушливых пустынных и полупустынных районах с весьма ограниченными открытыми водоисточниками. Это значительно сдерживает дальнейшее развитие народного хозяйства. В этой связи большое значение приобретает определение перспектив комплексного использования водных ресурсов на 15—20-летний период и необходимых мероприятий, позволяющих повысить водообеспеченность сельского хозяйства, промышленности и других отраслей народного хозяйства, главным образом за счет местных водоисточников. В статье рассматриваются в основном подземные воды и обеспеченность ими того или иного района. Только в местах отсутствия подземных вод указывается на возможность использования других водоисточников.

Как показали многолетние разносторонние исследования, проведенные Институтом гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР, по таким проблемам, как формирование, размещение и региональная оценка подземных вод, на территории республики сосредоточены многочисленные обширные артезианские бассейны, мощные грунтовые потоки, занимающие около 1,8 млн. км². В них заключено около 7,5 трлн. м³ доброкачественных (преимущественно с минерализацией до 3 г/л) вековых запасов воды. Они ежегодно возобновляются в размере 48 млрд. м³, из которых гидравлически связаны с поверхностными водами 9 млрд. м³, или 20%. Если, используя современные технико-экономические возможности, извлекать только половину вековых и 70% возобновляемых запасов (исключая горные районы), прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы при непрерывном использовании составят 1960 м³/сек.

Исследования Института гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР и Казахского гидрогеологического управления МГ КазССР позволяют считать, что к настоящему времени четвертая часть запасов в размере 490 м³/сек в той или иной степени уже охвачена общей разведкой. Из них 330 м³/сек пресных вод относятся к детально разведанным оперативным ресурсам, 160 м³/сек разведаны в пустынях менее детально, но вскрыты тысячами скважин, десятками тысяч колодцев, их можно отнести к так называемым прогнозно-оперативным ресурсам*. Они распространены в основном в песчаных равнинах Муюнкум, Сары-Ишик-Отрау, Люккум, Кызылкум и других, где существуют мощные грунтовые потоки и напорные воды, параметры которых на протяжении десятков и сотен километров меняются очень мало. Если исходить из современных темпов геологоразведочных работ, то к 1990 г., по данным Казахского гидрогеологического управления МГ КазССР, детально разведанные оперативные запасы будут доведены до 770 м³/сек. Если учесть прогнозно-оперативные запасы в размере 130—180 м³/сек, которые за 15 лет будут выборочно уточнены, то общее количество оперативных эксплуатационных ресурсов может быть доведено до 900—950 м³/сек. Это составит около 47% всех имеющихся

* Под оперативными ресурсами понимается расход воды, которым реально можно оперировать в процессе водохозяйственных проработок. Например, детально разведанными оперативными ресурсами как наиболее достоверными можно обосновать крупное коммунально-промышленное водоснабжение, водообеспечение крупных орошаемых массивов. Прогнозно-оперативными ресурсами, охваченными общей разведкой с проходкой относительно редкой сетью скважин, предварительно можно обосновать мелкооазисное орошение полей, обводнение пастбищ, сельскохозяйственное водоснабжение.

прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов подземных вод Казахстана. С учетом тенденции развития мировой экономики, когда наибольшее количество воды будет использоваться в первую очередь на орошение, затем на удовлетворение потребностей крупной промышленности и коммунального хозяйства, количество воды, направленное в различные отрасли в зависимости от специфики их развития, ориентировочно может колебаться в среднем следующим образом: орошение — от 40 до 60%, крупное коммунально-промышленное водоснабжение — от 20 до 30%, обводнение и мелкое сельскохозяйственное водоснабжение — от 10 до 20%. Ниже, на основе наших разносторонних научных разработок с привлечением данных из опубликованных литературных источников, в краткой форме излагаются материалы, освещающие водные ресурсы недр, водообеспеченность территории и рекомендации по рациональному их использованию по областям и укрупненным районам Казахстана. Данные по ресурсам подземных вод, исходя из возможности использования к 1990 г. 900—950 м³/сек, по отдельным областям приводятся также в табл. 1. В заключении освещаются мероприятия, направленные на повышение водообеспеченности народного хозяйства республики.

Следует отметить, что прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы, характеризующиеся в статье, подсчитывались по ранее разработанной в Институте гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР формуле:

$$Q = \frac{F \cdot H \cdot \mu}{2 \cdot 100 \cdot 31 \cdot 10^6} + 0,7q,$$

где

- Q — прогнозные региональные и эксплуатационные ресурсы, м³/сек;
- F — площадь бассейна, части бассейна или грунтового потока, м²;
- H — средняя мощность водоносного горизонта, м;
- μ — коэффициент водоотдачи пород, который определяется всеми существующими способами, включая откачки из скважин. Значения его принимались минимальными. Например, для песков — в пределах 0,10—0,15, хотя для тех же пород они изменяются от 0,10 до 0,23;
- q — прогнозные ежегодно возобновляемые ресурсы (м³/сек), определяемые по карте подземного стока.

Краткая характеристика прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов подземных вод по областям и укрупненным районам

Алма-Атинская область имеет благоприятные природные геолого-гидрогеологические условия для формирования больших запасов (600 млрд. м³) подземных вод. Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы их равны 175 м³/сек при непрерывном, или 350 м³/сек при нормальном использовании. В перспективе к 1990 г. на нужды народного хозяйства может быть направлено 82 (164) м³/сек, из них до 1980 г. — 26(52) м³/сек, с 1981 до 1985 г. — 28(56) и с 1986 по 1990 г. — 28 (56) м³/сек.

Наиболее качественные высоко- и среднепроизводительные* ресурсы подземных вод, составляющие в хорошо оборудованных скважинах 100—190 л/сек и залегающие на глубинах от 50 до 1700 м, установлены у северных предгорий Заилийского Алатау и хребта Кетмень, где они связаны с валунно-галечниками четвертичного и песчаными породами верхнемелового возраста. Обеспеченность запасами здесь 10—70 млн. м³ на 1 км². Эксплуатационные ресурсы, рекомендуемые к использованию к 1990 г., равны 36 (72) м³/сек, из которых 18 (36) м³/сек, или 40%, могут быть направлены на крупное коммунальное водоснабжение, 15 (30) м³/сек (50%) — на орошение и 3 (6) м³/сек — на сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение пастбищ.

Доброкачественные, преимущественно средне- и малопродуктивные ресурсы подземных вод (3—30 л/сек) сосредоточены в песках Южного Прибалхашья, где залегают на глубинах 5—30 м. Обеспеченность запасами 5—30 млн. м³ на 1 км². Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы, которые могут быть использованы в народном хозяйстве к 1990 г., составляют 46 (92) м³/сек, в том числе 27,6 (55,2) м³/сек (60%) пойдут на орошение земель, 9,2 (18,4) м³/сек (20%) — на обводнение пастбищ, 9,2 (18,4) м³/сек (20%) — на сельскохозяйственное водоснабжение.

Хорошей водообеспеченностью отличаются Заилийский Алатау, Кунгей и Терской Алатау, Кетмень и Кендыктас. Здесь распространены трещинные воды, дающие родники с расходами от 1—5 до 20 л/сек. Они могут быть использова-

* Согласно опубликованной классификации (Ахмедсафин и др., 1974), прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод аридных районов подразделяются на высокопроизводительные, показывающие расходы в скважинах от 100 до 30 л/сек, среднепроизводительные — от 30 до 10 л/сек, малопродуктивные — от 10 до 1 л/сек, низкопродуктивные — от 1 до 0,1 л/сек и очень низкопродуктивные — менее 0,1 л/сек.

ны для обводнения пастбищ, сельскохозяйственного водоснабжения.

Наименьшей водообеспеченностью характеризуются Чу-Илийские горы, плато Карой, предгорные адырные ступени и Согатинская межгорная впадина. Здесь развиты низкодебитные солоноватые и соленые воды. Водоснабжение этих районов может решаться путем магазинирования временного поверхностного стока и местами переброски воды из близлежащих, лучше обеспеченных подземными водами районов.

Талды-Курганская область содержит в своих недрах 700 млрд. м³ запасов подземных вод. Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы равны 192 (384) м³/сек. Из них к 1990 г. на водообеспечение народного хозяйства можно использовать 90 (180) м³/сек.

Наибольшее количество высоко- и среднепроизводительных ресурсов (до 100 л/сек в скважинах) сосредоточено на северных и южных предгорьях Джунгарского Алатау. Воды залегают здесь в валунно-галечниковых отложениях на глубинах 5—150 м. Обеспеченность запасами 5—50 млн. м³ на каждый квадратный километр. Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы, рекомендуемые для народного хозяйства к 1990 г., составляют 50 (100) м³/сек, из которых 30 (60) м³/сек могут использоваться для орошения земель, 10 (20) м³/сек — для коммунального и промышленного водоснабжения, 10 (20) м³/сек — для сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ.

Большие ресурсы малопродуктивных и отчасти среднепродуктивных доброкачественных вод залегают в песках Южного Прибалхашья на глубинах 5—30 м. Обеспеченность запасами 5—30 млн. м³ на 1 км². К 1990 г. эксплуатационные ресурсы в размере 40 (80) м³/сек могут быть использованы в народном хозяйстве, в том числе на орошение 26 (52) м³/сек, на обводнение пастбищ — 6 (12) м³/сек, на сельскохозяйственное водоснабжение — 8 (16) м³/сек.

Обилием подземных вод (ежегодно возобновляемые ресурсы 45 м³/сек) характеризуется Джунгарский Алатау, где трещинные воды дают многочисленные родники с расходами от 2—5 до 10 л/сек, которые могут быть использованы для водоснабжения рудников, поселков, обводнения пастбищ.

Наименее водообеспечены горы Малай-Сары, предгорные ступени южных склонов Джунгарского Алатау, северное побережье оз. Балхаш, большей частью содержащие солоноватые и соленые подземные воды. Сюда потребуются переброска поверхностных и подземных вод из соседних, лучше обеспеченных районов.

Джамбулская область имеет благоприятные природно-гидрогеологические условия для формирования и размещения больших запасов доброкачественных подземных вод. Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод территории, большей частью подтвержденные общей разведкой, при непрерывном использовании достигают $155 \text{ м}^3/\text{сек}$. Нормальная эксплуатация их для коммунального водоснабжения только в дневные часы и для орошения в вегетационные периоды (как это делается на практике) позволяет увеличить расход до $310 \text{ м}^3/\text{сек}$. Согласно нашим данным, до 1990 г. может быть разведано $73 \text{ м}^3/\text{сек}$ (при нормальном использовании до 146) и направлено на водообеспечение народного хозяйства.

Наиболее качественные и высокопроизводительные подземные воды с расходами в скважинах от 20—30 до 70—90 л/сек сосредоточены в галечниках и песках предгорных равнин Киргизского Алатау, Малого Каратау и в дельте р. Талас. Они залегают на глубинах от 10 до 300 м. На 1 км^2 здесь приходится от 5 до 40 млн. м^3 запасов воды, в зависимости от мощности водоносного горизонта. Эксплуатационные ресурсы к 1990 г. составят $26 (52) \text{ м}^3/\text{сек}$, из которых $11,3 (22,6) \text{ м}^3/\text{сек}$ могут быть направлены на крупное водоснабжение, $10,5 (21) \text{ м}^3/\text{сек}$ — на орошение, $4,2 (8,4) \text{ м}^3/\text{сек}$ — на сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение пастбищ.

Огромные запасы в основном доброкачественных (до 1 г/л) среднепроизводительных (5—30 л/сек в скважинах) грунтовых вод, залегающих всего на глубинах 10—15 м, приурочены к пескам центральной и восточной частей Муюнкумов. Удельная водообеспеченность территории от 5 до 30 млн. м^3 на 1 км^2 . Эксплуатационные ресурсы, которые к 1990 г. могут быть использованы, равны $45 (90) \text{ м}^3/\text{сек}$, из них на орошение может пойти $24 (48) \text{ м}^3/\text{сек}$, на коммунальное водообеспечение — $10 (20) \text{ м}^3/\text{сек}$, на мелкое водоснабжение и обводнение — $11 (22) \text{ м}^3/\text{сек}$.

Значительной водообильностью отличаются горные районы Киргизского Алатау, Малого Каратау и Кендыктаса, в которых распространены трещинные воды, дающие начало многочисленным источникам с расходами от 0,2 до 5 л/сек. К 1990 г. могут эксплуатироваться $2 (4) \text{ м}^3/\text{сек}$ воды для сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ. Кроме того, путем устройства в логах и оврагах запруд здесь могут быть задержаны и использованы для орошения снеготалые паводковые воды.

Наименее водообеспечены районы Чу-Илийских гор и юго-восточной части Бетпакдалы, где преобладают солонова-

тые и соленые низкодебитные трещинные воды, требующие опреснения. Доброкачественные трещинные и грунтовые воды с производительностью 0,01—0,5 л/сек развиты лишь на отдельных участках. Для водообеспечения пастбищных центров (поселков) потребуются переброска подземных вод (водопроводами) из Муюнкумов и из р. Чу, возможно, и из западной части оз. Балхаш.

Чимкентская область хорошо обеспечена подземными водами, прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы которых составляют 260 м³/сек. Из них к 1990 г. на нужды народного хозяйства может быть направлено около 130 (260) м³/сек воды, в том числе на орошение — 72 (144) м³/сек, на коммунальное и промышленное водоснабжение — 29 (58) м³/сек, на обводнение пастбищ — 15 (30) м³/сек и на сельскохозяйственное водоснабжение — 14 (28) м³/сек. Наибольшее количество доброкачественных и высоко- и среднепроизводительных ресурсов (15—70 л/сек в скважинах) подземных вод с глубиной залегания от 5—50 до 100—500 м сосредоточено в гравийно-галечниках и песках северных предгорий Таласского Алатау, а также юго-западных и северо-восточных предгорий хр. Каратау. Обеспеченность запасами 10—30 млн. на 1 км². Рекомендуются к 1990 г. использовать 108 (216) м³/сек, из них 60 (120) м³/сек — на орошение земель, 26 (52) м³/сек — на коммунальное водоснабжение, 12 (24) м³/сек — на обводнение пастбищ и 10 (20) м³/сек — на сельскохозяйственное водоснабжение.

Большие запасы преимущественно пресных средне- и малопродуктивных ресурсов подземных вод (1—25 л/сек) сосредоточены в песках Восточных Кызылкумов, где они залегают на глубине 10—25 м. Обеспеченность запасами составляет 5—10 млн. м³ на 1 км² площади. Разведанные к 1990 г. ресурсы составят 16 (32) м³/сек воды. Из них на орошение земель пойдет 2 (8) м³/сек, на сельскохозяйственное водоснабжение — 3 (6) м³/сек и на обводнение пастбищ — 9 (18) м³/сек.

Значительные запасы преимущественно высокопродуктивных (30—80 л/сек) подземных вод установлены в хребтах Каратау, Угамском и Таласском Алатау в закарстованных известняках на глубинах 30—50 м. Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы, рекомендованные к 1990 г. для водоснабжения горнорудной промышленности, составляют 6 (12) м³/сек.

Кзыл-Ординская область. Наличие мощных песчаных коллекторов создает предпосылки для накопления здесь огромных запасов артезианских слабоминерализованных вод (от

0,5 до 5 г/л). Суммарные прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы области, подтвержденные проходкой более тысячи скважин, составляют 188 м³/сек (376 м³/сек при нормальном использовании). Из этого количества ресурсов, согласно исследованиям института, в народном хозяйстве со временем можно использовать 88 м³/сек (при нормальной эксплуатации до 176 м³/сек), или около 47% суммарных ресурсов. Наиболее пресные воды приурочены к предгорьям, где преобладают средне- и высокопроизводительные ресурсы с дебитами скважин от 10 до 50 л/сек. Глубина залегания водоносных горизонтов от 5 до 150 м в предгорьях Каратау и до 300—500 м в равнинной части. Вековые запасы на каждый квадратный километр изменяются с северо-запада на юго-восток от 1—2 до 25 млн. м³. Эксплуатационные ресурсы, рекомендуемые к использованию до 1990 г., составляют 50 (100) м³/сек, из них на орошение пойдет 30 (60) м³/сек, сельскохозяйственное водоснабжение — 11 (22) м³/сек, обводнение — 6 (12) м³/сек, коммунальное и промышленное водоснабжение 3 (6) м³/сек. В пределах Кызылкумов в ближайшие десятилетия могут использоваться 32 (64) м³/сек, в том числе на обводнение 17 (34) м³/сек, орошение — 9 (18) м³/сек, сельскохозяйственное водоснабжение — 5 (10) м³/сек и коммунально-промышленное водоснабжение — 1 (2) м³/сек. В северной части области к 1990 г. целесообразно использовать на орошение 4 (8) м³/сек, обводнение и сельскохозяйственное водоснабжение — 2 (4) м³/сек, на коммунальное и промышленное водоснабжение — 2 (4) м³/сек.

Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод в известняках и песчаниках гор Каратау составляют 10 (20) м³/сек. Эти воды пресные, проявляются в многочисленных родниках с дебитами от 0,1—0,2 до 5 л/сек. В перспективе можно использовать на коммунальное и промышленное водоснабжение до 2 (4) м³/сек.

Актюбинская область. Природно-гидрогеологические условия данной области благоприятствуют формированию больших запасов преимущественно доброкачественных подземных вод (от 0,5 до 3 г/л, реже 3—5 г/л). Суммарные прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы их достигают 343 м³/сек, или 686 м³/сек при нормальном использовании. На водообеспечение народного хозяйства до 1990—1995 гг. может быть направлено 147 м³/сек, т. е. 43%. В том числе для орошения целесообразно использовать 73 (146) м³/сек, для коммунально-промышленных нужд — 45 (90) м³/сек и для обводнения и сельскохозяйственного водоснабжения — 29 (58) м³/сек. Наиболее высокопроизводительные ресурсы, залегающие на глубинах 50—500 м с расходами до 20—45 л/сек,

сосредоточены в разномернистых песках и песчаниках Урало-Эмбенского, Северо-Эмбенского, Донгузтауского, Челкарского, Джиланского, Тогузского и Чокусинского бассейнов. Удельная водообеспеченность указанных артезианских бассейнов достигает 10—20 млн. м³ на 1 км². Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы артезианских вод, которые могут быть использованы для орошения, обводнения и водоснабжения, к 1990 г. составят 122 (244) м³/сек. Значительные ресурсы доброкачественных трещинных вод находятся в Урало-Мугоджарской горно-складчатой области. Они залегают на глубине до 30—75 м и дают водоприитоки в скважинах от 1 до 5—10 л/сек. Их эксплуатационные ресурсы составят 12 (24) м³/сек. Большое значение в области имеют грунтовые воды песчано-гравийных отложений долин рек Илека, Уила, Эмбы, Сагиза, Хобды с глубиной залегания 0,5—15 м и расходами в скважинах от 3—5 до 45 л/сек. Прогнозные эксплуатационные ресурсы, которые могут быть использованы, составят 10 (20) м³/сек. На востоке и юге области широко развиты доброкачественные грунтовые воды песков континентального олигоцена и золотых песков Большие и Малые Барсуки, залегающих на глубине от 0,5—5 до 30 м и дающих водоприитоки в скважинах от 2 до 10 л/сек. Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы, которые могут быть направлены для обводнения и сельскохозяйственного водоснабжения, достигнут 3 (6) м³/сек.

Уральская область имеет сложные природно-гидрогеологические условия для формирования запасов доброкачественных подземных вод. Суммарные прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы территории, пригодные для использования, достигают 32 м³/сек. Из них для водообеспечения народного хозяйства к 1990—1995 гг. может быть привлечено до 19 (38) м³/сек, в том числе для коммунальных и промышленных нужд — 11 (22) м³/сек, обводнения и сельскохозяйственного водоснабжения — 6 (12) м³/сек и для орошения земель — 2 (4) м³/сек.

Большая часть ресурсов подземных вод формируется на южных склонах Общего и Зауральского Сыртов и на западной окраине Урало-Эмбенского плато. Здесь к 1990 г. может быть использовано до 9 (18) м³/сек подземных вод. Наиболее высокопроизводительные воды мергельно-меловой и песчано-карбонатной толщ. На водораздельных равнинах они вскрываются на глубине от 10—30 до 100 м и более. Дебиты скважин достигают 10—15 л/сек. Удельная водообеспеченность 5—10 млн. м³ на 1 км².

Значительные ресурсы содержатся в песчано-гравийных отложениях речных долин, особенно Урала. Грунтовые воды

залегает на глубинах 0,5—20 м и обладают производительностью до 16—38 л/сек (у г. Уральска). Южнее водообильность отложений заметно уменьшается. В этом же направлении ухудшается качество воды, изменяется удельная обеспеченность от 10 до 1 млн. м³ на 1 км². До 1990 г. здесь может быть разведано и использовано в народном хозяйстве до 7 (14) м³/сек.

В пределах Прикаспийской низменности важное значение для сельского хозяйства имеют воды песчаных массивов Нарын и Булдырты-Калдыгайты, содержащих до 3 (6) м³/сек пресных и слабосоленоватых вод. Воды низкопроизводительные (до 0,5—1 л/сек), залегают на глубине от 1—3 до 15 м. Удельная водообеспеченность в песчаных массивах достигает 0,1—1 млн. м³ на 1 км². В целом большая часть области не обеспечена доброкачественными подземными водами, и дальнейшее развитие сельского хозяйства здесь не может осуществляться нормально без привлечения поверхностных вод р. Урала, как это делается в пределах Урало-Кушумской системы, и части стока р. Волги.

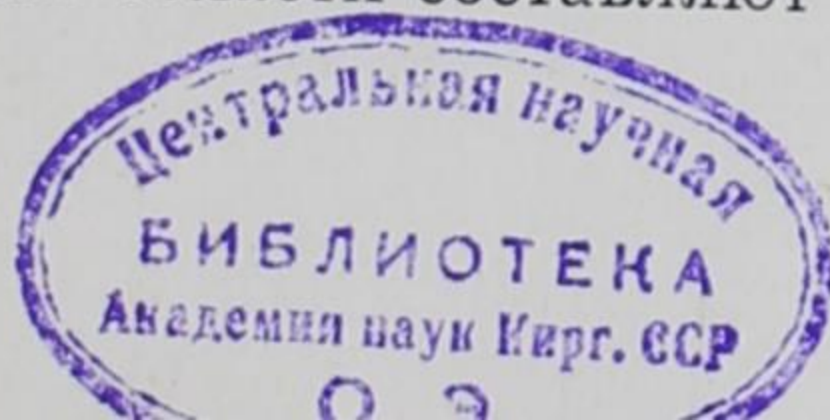
Гурьевская область расположена в наиболее неблагоприятных природно-гидрогеологических условиях для формирования доброкачественных подземных вод, которые встречаются лишь на отдельных небольших участках. Суммарная величина прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов составляет около 12 (при нормальном использовании 24) м³/сек. Из них к 1990 г. может быть привлечено к эксплуатации до 6 (12) м³/сек. С учетом профиля экономики области 25%, 1,5 (3) м³/сек, может быть направлено на коммунально-промышленное водоснабжение, 35%, 2,1 (4,2) м³/сек, — на орошение, 20%, 1,2 (2,8) м³/сек, — на обводнение и такое же количество — на сельскохозяйственное водоснабжение. Наиболее качественные и высокопроизводительные ресурсы с расходами скважин на самоизливе до 25 л/сек сосредоточены в меловых песках на востоке области, залегающих на глубинах от 100 до 400 м. Обеспеченность запасами здесь на 1 км² изменяется от 1 до 10 млн. м³, а на юго-востоке области достигает 15 млн. м³. Эксплуатационные ресурсы, которые к 1990 г. могут быть использованы, составляют 4,2 (8,4) м³/сек. Некоторое количество подземных вод заключено в песчаных массивах Тайсойган, Нарынских песках, Волго-Уральском песчаном массиве, Прикаспийских Каракумах. Они залегают на глубине 1—15 м. Расходы скважин от 0,05 до 0,5 л/сек. Удельная водообеспеченность запасами изменяется от 0,1 до 2 млн. м³ на 1 км². Эксплуатационные ресурсы, которые могут быть направлены на обводнение и сельскохозяйственное водоснабжение, достигают 1 (2) м³/сек. Около 0,8 м³/сек экс-

платационных ресурсов приурочено к песчано-галечниковым отложениям долины р. Урал на севере области. Исключая восточную часть, область плохо обеспечена доброкачественными подземными водами. Для полного удовлетворения нужд области можно рекомендовать переброску поверхностных вод рек Волги и Урала.

Мангышлакская область, несмотря на неблагоприятные климатические условия, обладает значительными прогнозными региональными эксплуатационными ресурсами подземных вод, равными 21 м³/сек (при нормальном использовании до 42 м³/сек). К 1990—1995 гг. для водообеспечения может быть использовано 14 (28) м³/сек, из них на промышленное и коммунальное водоснабжение 60%, или 8,4 (16,8) м³/сек, на орошение и обводнение — 30%, или 4,2 (8,4) м³/сек, на сельскохозяйственное водоснабжение — 10%, или 1,4 (2,8) м³/сек. Наибольшее количество доброкачественных подземных вод с расходами скважин до 20—30 л/сек сосредоточено в мощной толще меловых песков и песчаников, обнажающихся у подножия Горного Мангышлака, а на п-ове Бузачи залегающих на глубине до 500—800 м. Удельная обеспеченность запасами варьирует от 5 до 20 млн. м³ на 1 км². Эксплуатационные ресурсы подземных вод, которые к 1990 г. могут быть использованы, составляют 9,7 (19,4) м³/сек, из них 5,8 (11,6) м³/сек пойдет на крупное водоснабжение, 2,9 (5,8) м³/сек — на орошение и обводнение и 1 (2) м³/сек — на сельскохозяйственное водоснабжение. Эксплуатационные ресурсы подземных вод, равные 3(6) м³/сек, приурочены к известнякам и мергелям на северо-востоке области. За счет этих вод, разведанных в долине Кетык и на Мысе Песчаном, организовано частичное водоснабжение форта Шевченко и п. Ералиево. Залегают они на глубинах от 0—10 до 50—60 м, а производительность водопунктов изменяется от 0,5 до 4 л/сек. Остальная часть эксплуатационных ресурсов, равная 1,3 (2,6) м³/сек, содержится в трещиноватых породах Каратау и в отложениях песчаных массивов Саускан, Тюесу, Баскудук, Сам, залегающих на глубине от 0,5 до 40 м. Обеспеченность их запасами воды варьирует от 0,5 до 3 млн. м³ на 1 км².

В местах отсутствия пресных подземных вод (п-ов Бузачи, плато Устюрт, Южный Мангышлак и др.) можно рекомендовать использование соленых вод путем их опреснения, как это делается в г. Шевченко, и переброски части стока р. Аму-Дарьи.

Кустанайская область. Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы доброкачественных подземных вод на территории области составляют 19 м³/сек, или 38 м³/сек



при нормальном использовании. К 1990 г. на водообеспечение народного хозяйства может быть направлено 11 (22) м³/сек, т. е. около 60%. При этом в промышленности и коммунальном хозяйстве целесообразно использовать до 5 м³/сек, для обводнения и сельскохозяйственного водоснабжения — 4,5 м³/сек и для орошения — 1,5 м³/сек. Ресурсы подземных вод в области распределены неравномерно. На западе (Зауральское плато) преобладают трещинные воды с расходами 0,5—3 л/сек, залегающие на глубине до 10—20 м. Среднепроизводительные ресурсы (до 10—30 л/сек в скважинах) развиты в тектонических разломах. Они могут использоваться для водоснабжения и обводнения. Удельная водообеспеченность территории изменяется от 1 до 5 млн. м³ на 1 км², прогнозные ресурсы составляют 3 (6) м³/сек. На левобережье Тобола и в Тобол-Убаганском междуречье развиты подземные воды рыхлых отложений, залегающие на глубине от 10 до 100 м, с дебитами скважин 5—20 л/сек. К 1990 г. можно использовать 7 (14) м³/сек ресурсов подземных вод. Для широкого использования здесь можно рекомендовать воды в песках Лисаквской и Шиелинской долин, в Сыпсынагашской ложбине, на придолинных участках Тобола, Аята, Убагана и на междуречьях Тогузак — Тобол и Тобол — Убаган. В зависимости от мощности водоносных толщ водообеспеченность этого района колеблется от 1 до 10 млн. м³ на 1 км². В восточной части области, на Убаган-Ишимском междуречье на фоне соленых вод на отдельных участках встречаются неглубоко залегающие пресные воды. Они могут быть получены посредством рассредоточенных водозаборов и использоваться для мелкого водоснабжения. Удельная водообеспеченность этих участков 0,1—1 млн. м³ на 1 км². На юге пресные воды развиты в эоловых и олигоценовых песках и песчано-гравийных отложениях долины Улькендамды. Местами они образуют родники с расходами до 1—3 л/сек. В некоторых местах в аллювии р. Улькендамды скважины показывают дебит до 10—20 л/сек.

Удельная водообеспеченность в этом районе изменяется от 0,5 до 3 млн. м³ на 1 км². Прогнозные запасы в размере 1 (2) м³/сек к 1990 г. можно использовать для водоснабжения и обводнения.

Тургайская область отличается неблагоприятными природно-гидрогеологическими условиями для формирования значительных ресурсов подземных вод. Доброкачественные воды приурочены здесь только к отдельным участкам. Суммарные прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы на территории области не превышают 10 (20) м³/сек. К 1990 г. может быть привлечено к эксплуатации до 6 м³/сек

(при нормальном использовании до $12 \text{ м}^3/\text{сек}$), т. е. около 60% от общего их количества. Из них 30%, 2 (4) $\text{м}^3/\text{сек}$, может быть направлено на коммунально-промышленное водоснабжение, 25%, 1,5 (3) $\text{м}^3/\text{сек}$, — на орошение, 25%, 1,5 (3) $\text{м}^3/\text{сек}$, — на обводнение пастбищ и 20%, 1 (2) $\text{м}^3/\text{сек}$, — на сельскохозяйственное водоснабжение.

Наибольшее количество грунтовых вод, нередко распространенных спорадически, заключено в песках междуречий, где они залегают на глубинах от 5 до 50 м. Дебиты скважин редко превышают 0,5—1 л/сек. Удельная обеспеченность запасами может изменяться от 0,5 до 1 млн. м^3 на 1 км^2 . Эксплуатационные ресурсы к 1990 г. могут быть доведены до 3,7 (7,4) $\text{м}^3/\text{сек}$.

Значительная часть прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов области приурочена к песчаным и частично гравийным отложениям долин рек Тургай, Ишим, Каинды, Терсаккан, Улькайяк и др. Они залегают на глубинах 3—15 м с расходами скважин 1—5 л/сек и более. Удельная водообеспеченность на этих участках не превышает 1—3 млн. м^3 на 1 км^2 . Разведанные эксплуатационные ресурсы к 1990 г. составят 1,3 (2,6) $\text{м}^3/\text{сек}$. Незначительная часть ресурсов грунтовых вод сосредоточена в песчаных массивах Тосымкум, Кошалаккум, Аккум и других и в трещиноватых скальных образованиях на востоке области—1,0 (2,0) $\text{м}^3/\text{сек}$ — с расходами скважин в основном до 1 л/сек. Глубина залегания грунтовых вод здесь изменяется от 1 до 15—20 м. Удельная водообеспеченность составляет 1—3 млн. $\text{м}^3/\text{км}^2$.

На юге области в местах преимущественного развития глинистых пород и соленых подземных вод можно организовать водоснабжение отдельных населенных пунктов и мелких хозяйств путем создания небольших водохранилищ в балках и оврагах и за счет регулирования стока талых весенних вод и опреснения соленых вод. Коренное решение водной проблемы возможно за счет переброски части стока сибирских рек.

Северо-Казахстанская область находится в неблагоприятных гидрогеологических условиях для формирования значительных ресурсов пресных подземных вод вследствие развития на большей части территории слабопроницаемых осадков. Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод оцениваются в 3,5 $\text{м}^3/\text{сек}$, или 7 $\text{м}^3/\text{сек}$ при нормальном использовании. Значительная часть этих ресурсов (0,8 $\text{м}^3/\text{сек}$) приурочена к песчано-глинистым водоносным горизонтам террас долины р. Ишим, где подземные воды залегают на глубинах 5—10 м, а дебиты скважин изменяются от 0,5 до 3 л/сек. Обеспеченность запасами в пределах

долины составляет 0,5 — 1 млн. м³ на 1 км². Все прогнозные региональные ресурсы долины в размере 0,8 (1,6) м³/сек рекомендуются для коммунального и сельскохозяйственного водоснабжения. Менее водообеспеченным районом в области является междуречье Ишим — Убаган, где подземные воды, залегающие в песчано-глинистых маломощных прослоях на глубинах до 5—15 м, с дебитами скважин 0,1—0,5 л/сек, располагают эксплуатационными ресурсами в размере 0,5 (1) м³/сек. Они используются для мелкого питьевого водоснабжения. Большая часть прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов пресных и слабосоленых (до 3 г/л) вод, равная 2,2 (4,4) м³/сек, связана с песчаными водоносными комплексами Келлеровского артезианского бассейна, расположенного на крайнем юго-востоке области. Подземные воды здесь напорные, иногда самоизливающиеся, вскрываются на глубинах 25—30 м, дебиты скважин 1—5 л/сек. Водообеспеченность территории 3—5 млн. м³ на 1 км².

В 1990 г. все прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод (3,5 м³/сек) могут быть направлены на водоснабжение. Для водообеспечения безводного междуречья Ишим — Иртыш необходимо интенсивнее использовать Булаевский водопровод из р. Иртыш, а большие ресурсы слабосоленых артезианских вод области, залегающие на глубинах до 300—500 м, могут быть направлены на водообеспечение после опреснения.

Павлодарская область расположена в пределах Прииртышья, в относительно благоприятных гидрогеологических условиях. Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод области составляют 150 м³/сек, или 300 м³/сек при нормальном использовании. Из них к 1990 г. рекомендуется использовать 70 (140) м³/сек, в том числе для коммунального и промышленного водоснабжения 40%, орошения — 40%, сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения — 20%.

Наиболее водообеспечено правобережье Иртыша, где широко развиты средне- и высокопроизводительные артезианские воды, залегающие в песках на глубинах 100—500 м, и грунтовые воды террас р. Иртыш, залегающие на глубинах 20—30 м с дебитами от 2 до 50 л/сек. Обеспеченность запасами 10—30 млн. м³ на 1 км². Общие прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод оцениваются в 106 м³/сек, из которых к 1990 г. может быть использовано 47 (94) м³/сек. Из них на орошение предлагается направить 23 (46) м³/сек, на водоснабжение — 19 (36) м³/сек и обводнение — 5 (10) м³/сек.

В левобережной, менее водообеспеченной части области в песчано-супесчаных отложениях палеогена, в долинах Иртыша на глубине 5—50 м сосредоточено около 30% малопродуктивных (0,5—10 л/сек) ресурсов подземных вод. Обеспеченность запасами от 3 до 10 млн. м³ на 1 км². Общая величина прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов района оценивается в 42 (84) м³/сек, из них к 1990 г. рекомендуется использовать 21 (42) м³/сек, в том числе для водоснабжения (коммунального и сельскохозяйственного) 14 (28) м³/сек, для орошения — 5 (10) м³/сек и обводнения пастбищ — 2 (4) м³/сек.

Слабо обеспечен подземными водами мелкосопочный район на юго-западе области, где развиты трещинные подземные воды, ресурсы которых в количестве 2 (4) м³/сек могут быть направлены главным образом на обводнение пастбищ и мелкое водоснабжение. Водоснабжение и орошение здесь обеспечиваются водами канала Иртыш — Караганда. Ввиду глубокого залегания артезианских вод в приречной зоне (радиусом 10—15 км) может быть организовано машинное орошение за счет вод Иртыша.

Кокчетавская область характеризуется широким распространением подземных вод. Суммарные прогнозные региональные эксплуатационные их ресурсы составляют 15 (30) м³/сек, из них 7 м³/сек (при нормальном использовании 14 м³/сек) рекомендуется эксплуатировать к 1990 г. Основная часть ресурсов должна быть направлена на сельскохозяйственное водоснабжение (до 50%), коммунальное и промышленное водоснабжение (40%) и на обводнение и оазисное орошение (10%).

Половина ресурсов подземных вод сосредоточена в трещинно-карстовых карбонатных структурах (Яблоновская, Бестюбинская и др.), трещиноватых гранитах (Щучинский, Макинский массивы), расположенных в пределах Зерендинской и Кокчетавской возвышенностей. Подземные воды здесь залегают на глубинах до 30—50 м, дебиты скважин варьируют от 0,5—2 до 10 л/сек, водообеспеченность — от 1—3 до 3—5 млн. м³ на 1 км². К 1990 г. с учетом специфики развития данной территории рекомендуется использовать 80%, или 2,8 (5,6) м³/сек, на коммунальное и промышленное водоснабжение и 20%, или 0,7 (1,4) м³/сек, на обводнение пастбищ. Северо-запад области обеспечен водами Келлеровского артезианского бассейна, залегающими на глубине 25—100 м, с дебитами скважин до 5—15 л/сек и грунтовыми водами долины р. Чаглинка с глубинами залегания 3—5 м. Обеспеченность запасами подземных вод изменяется от 0,5—1,0 до 3—5 млн. м³ на 1 км². Основная часть ресурсов

подземных вод этого района должна быть направлена к 1990 г. на сельскохозяйственное водоснабжение — 2,45 (4,9) м³/сек (70%), в меньшей степени — на орошение и обводнение — 0,7 (1,4) м³/сек (20%), на промышленное водоснабжение — 0,35 (0,7) м³/сек (10%).

Целиноградская область. Суммарные прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод области составляют 10 м³/сек, при нормальной эксплуатации их можно довести до 20 м³/сек. По данным института, из общего количества эксплуатационных ресурсов в 1990 г. могут использоваться 6 (12) м³/сек воды для народного хозяйства, из них на коммунальное и промышленное водоснабжение 4 (8) м³/сек, на обводнение — 1 (2) м³/сек и на сельскохозяйственное водоснабжение — 1 (2) м³/сек. Распределение ресурсов подземных вод области таково. Трещинные воды гранитоидов, песчаников, кварцитов в северной и восточной частях области залегают на глубине до 10—30 м. Дебиты скважин изменяются от 0,1 до 5 л/сек. Качество вод хорошее. Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы составляют 3 (6) м³/сек. До 1990 г. рекомендуется использовать 2 (4) м³/сек, из них 0,5 (1) м³/сек на сельскохозяйственное водоснабжение, 1,5 (3) м³/сек — на коммунальное и промышленное водоснабжение. В центральной части области развиты грунтовые воды долин рек Нуры, Ишима, Колутона, Селеты. Они залегают на глубине от 1 до 10 м. Дебиты скважин изменяются от 0,5 до 5—10 л/сек. Качество вод преимущественно хорошее. Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы их составляют 3,5 (7) м³/сек. В центральной части области также развиты межпластовые воды песков на глубинах от 1—2 до 20—50 м. Дебиты скважин в среднем около 0,3—0,5 л/сек. Качество вод пестрое. Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы слабоминерализованных вод оцениваются в 2 (4) м³/сек. К 1990 г. в центральной части области рекомендуется использовать всего 3 (6) м³/сек, из них на сельскохозяйственное водоснабжение 2 (4) м³/сек, на обводнение пастбищ — 1 (2) м³/сек. В южной части области развиты воды известняков, залегающие на глубинах от 5 до 50 м. Дебиты скважин изменяются от 1 до 30 л/сек и более. Качество вод хорошее — воды пресные.

Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы равны около 1,5 (3) м³/сек. К 1990 г. рекомендуется использовать 1,0 (2) м³/сек на обводнение, 0,3 (0,6) м³/сек — на сельскохозяйственное водоснабжение.

Карагандинская область. Геолого-гидрогеологические условия области в общем благоприятны для формирования и размещения значительных ресурсов подземных вод. Прог-

нозные региональные эксплуатационные ресурсы доброкачественных подземных вод оцениваются в 26 м³/сек, или 52 м³/сек при нормальном их использовании. В перспективе к 1990 г. из указанного количества можно использовать 12 (при нормальном использовании до 24) м³/сек, т. е. около 47% всех запасов, из них 50% для орошения земель, 30% — для коммунального хозяйства и промышленности и около 20% — для обводнения пастбищ и сельскохозяйственного водоснабжения.

Наиболее высокопроизводительные и качественные подземные воды с расходами скважин от 3—5 до 50—70 л/сек сосредоточены в долинах рек Нуры, Шерубай-Нуры, Талды, Жарлы и других, а также в Михайловско-Сокурском артезианском бассейне, сложенном преимущественно песчано-гравийно-галечниковыми породами. Подземные воды залегают на глубинах от 3—5 до 30—40 м. Удельная обеспеченность района варьирует от 10 до 30 млн. м³ на 1 км². Эксплуатационные ресурсы их в размере 8,5 (17) м³/сек к 1990 г. будут разведаны и направлены на орошение, промышленное и сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение пастбищ.

Значительные прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы сосредоточены в низкогорно-возвышенной части территории Каркаралинских и Тектурмасских гор. Здесь развиты трещинные воды, дающие многочисленные источники с расходами от 0,1 до 2—3 л/сек, а также неглубоко залегающие (до 5—30 м) трещинно-карстовые воды карбонатных мульд Кайракты, Алайгыр, Манатай и других с расходами скважин до 15—20 л/сек.

Удельная водообеспеченность 0,5—5 млн. м³ на 1 км². В этом районе на промышленное и сельскохозяйственное водообеспечение и обводнение пастбищ может быть использовано до 3,5 (7) м³/сек ресурсов подземных вод. Для водоснабжения мелких населенных пунктов и оазисного орошения земель здесь возможно также зарегулирование вод многочисленных речек и ручьев путем устройства запруд, котлованов и т. д.

Кроме указанных выше подземных источников для обеспечения растущей потребности в воде Караганда-Темиртауского промышленного узла построен канал Иртыш — Караганда. Воды канала в будущем намечается использовать и для орошения земель, прилегающих к каналу.

Джезказганская область. Большая часть территории области благоприятна для формирования и размещения значительных ресурсов подземных вод. Суммарные прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод

территории составляют около 90 (180) м³/сек, из которых до 1990 г. может быть направлено на водообеспечение народного хозяйства до 40 (80) м³/сек. При этом для орошения может быть использовано до 50%, в коммунальном хозяйстве и в промышленности — около 30%, для обводнения пастбищ и сельскохозяйственного водоснабжения — до 20%.

Средне- и высокопроизводительные трещинно-карстовые подземные воды распространены в низкогорно-возвышенной части Джезказган-Улутауского, Успенского, Атасуйского районов в карбонатных породах с расходами скважин до 50—110 л/сек при глубинах залегания 5—50 м. Удельная водообеспеченность территории 1—6 млн. м³ на 1 км². Около 16 (32) м³/сек подземных вод к 1990—1995 гг. могут быть направлены на промышленное водоснабжение, орошение земель и обводнение пастбищ.

Значительные ресурсы подземных вод сосредоточены в долинах Сарысу, Кенгира, Жамши, Токрау и других, где воды залегают на глубинах от 2 до 50 м при расходах скважин от 3—10 до 30—50 л/сек. Удельная водообеспеченность 1—4 млн. м³/км². К 1995 г. может быть использовано 10 (20) м³/сек воды для промышленно-коммунального водоснабжения, сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ. Около 14 м³/сек прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов подземных вод трещинного типа может быть использовано для сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения в мелкосопочнике, сложенном в основном кристаллическими породами палеозоя. Они вскрываются на глубинах от 10 до 50 м. Расходы скважин и многочисленных родников составляют 0,5—3 л/сек, а в тектонических зонах достигают 5—10 л/сек.

На территории области имеется ряд небольших водохранилищ (Кенгирское, Клычское и др.), которые используются для водоснабжения. Кроме того, планируется продолжение канала Иртыш — Караганда до Джезказгана с ответвлением в Шетский и Атасуйский районы. Расход канала около 5 м³/сек.

Семипалатинская область отличается благоприятными природно-гидрогеологическими условиями для формирования пресных подземных вод, суммарные прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы которых оцениваются в 107 м³/сек. Согласно исследованиям Института гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР, из указанного количества ресурсов к 1990—1995 гг. на водоснабжение объектов народного хозяйства может быть направлено до 50 м³/сек, т. е. 47%. Наиболее высокопроизводительные ресурсы подземных вод сосредоточены в четвертичных аллювиальных

отложениях долины р. Иртыш с глубиной залегания 5—15 м, с дебитами до 10—15 л/сек. На водоснабжение народного хозяйства к 1990 г. здесь может быть направлено около 34 (68) м³/сек, из них 7 (14) м³/сек — на коммунальное и промышленное водоснабжение, 17 (34) м³/сек — на орошение, 10 (20) м³/сек — на обводнение пастбищ и сельскохозяйственное водоснабжение. Значительные запасы подземных вод имеются в меловых песчаных отложениях правобережья Иртыша с глубиной залегания 15—50 м и дебитами скважин 2—15 л/сек. Эксплуатационные ресурсы подземных вод, которые могут быть направлены на водоснабжение и обводнение, составляют около 3 (6) м³/сек. В горных районах Чингизтау и Тарбагатая широко распространены трещинные воды с глубиной залегания не более 50 м и дебитом родников 0,1—0,5 л/сек. Они могут служить одним из основных источников водоснабжения и обводнения пастбищ. В центральной и западной частях области также распространены трещинные воды с дебитами источников обычно 0,1—0,5 л/сек, ресурсы их около 13 (26) м³/сек. Их рекомендуется использовать для обводнения пастбищ и мелкого сельскохозяйственного водоснабжения. На участках, где распространены солончатые воды, для орошения можно рекомендовать задержание паводковых и снеговых вод путем устройства в логах и оврагах запруд и каскадов мелких плотин.

Восточно-Казахстанская область, несмотря на небольшую площадь, вследствие благоприятных климатических условий имеет значительные ежегодно возобновляемые ресурсы подземных вод (172 м³/сек). Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы при непрерывном использовании составляют 151 м³/сек, а при нормальной эксплуатации можно получить до 302 м³/сек. По данным наших исследований, из этого количества ресурсов до 1990—1995 гг. можно использовать в народном хозяйстве 88 (при нормальном использовании 176) м³/сек воды, из них на коммунальное и промышленное водоснабжение 35,2 (70,4) м³/сек, на орошение — 26,4 (52,8) м³/сек, на обводнение — 13,2 (26,4) м³/сек и сельскохозяйственное водоснабжение — 13,2 (26,4) м³/сек.

Ресурсы подземных вод территории распределяются так. Наибольшее количество их 100 (200) м³/сек сосредоточено в гравийно-галечниковых и песчаных отложениях долин Иртыша и его наиболее крупных притоков — Убы, Бухтармы, Ульбы. Эти воды пресные, залегают на глубинах 3—15 м. Дебиты скважин изменяются от 20 до 60 л/сек. К 1990—1995 гг. целесообразно использовать 59 (118) м³/сек, из них на промышленное и коммунальное водоснабжение — 32 (64) м³/сек, орошение — 15 (30) м³/сек, сельскохозяйст-

Распределение прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов подземных вод Казахстана по областям и укрупненным гидрогеологическим районам

Область	Общие прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод, м ³ /сек	Оперативные эксплуатационные ресурсы подземных вод, которые могут быть привлечены до 1990 г., м ³ /сек	Укрупненные гидрогеологические районы	Эксплуатационные ресурсы подземных вод, которые могут быть получены до 1990 г., м ³ /сек
1	2	3	4	5
Алма-Атинская	175(350)	82(164)	Предгорные равнины Пески Южного Прибалхашья	36(72) 46(92)
Талды-Курганская	192(384)	90(180)	Предгорные районы Пески Южного Прибалхашья	50(100) 40(80)
Джамбулская	155(310)	73(146)	Предгорные районы Пески Муюнкум Горные районы	26(52) 45(90) 2(4)
Чимкентская	260(520)	130(260)	Предгорные районы Пески Кызылкум Горные районы	108(216) 16(32) 6(12)
Кзыл-Ординская	188(376)	88(176)	Предгорные районы Пески Кызылкум Горные районы	50(100) 36(72) 2(4)
Актюбинская	343(686)	147(294)	Артезианские бассейны Урало-Эмбенский, Тогузтауский и др.	122(244)
Уральская	32(76)	19(38)	Урало-Мугоджарская складчатая область Долины рек Илека, Уила, Хобды и др.	12(24) 10(20)
Уральская	32(76)	19(38)	Песчаные массивы на востоке области Районы Общего и Зауральского Сыртов	3(6) 9(18)
Уральская	32(76)	19(38)	Долины Урала и других рек Эоловые массивы Нарын и другие в Прикаспийской низменности	7(14) 3(6)
Гурьевская	12(24)	6(12)	Артезианские воды меловых отложений Песчаные массивы Нарын, Тайсойган и др.	4,2(8,4) 1,8(3,6)
Гурьевская	12(24)	6(12)	и долина р. Урал	

1	2	3	4	5
Мангыш- лакская	21(42)	14(28)	Предгорные районы Горного Мангышлака Известняки и мерге- ли на северо-востоке об- ласти Песчаные массивы Саускан, Туесу, Сам и др.	9,7(19,4) 3(6) 1,3(2,6)
Кустанай- ская	19(38)	11(22)	Зауральское плато Левобережье Тобола и Тобол-Убаганское междуречье Эоловые массивы и пески олигоцена на юге области	3(6) 7(14) 1(2)
Тургай- ская	10(20)	6(12)	Пески олигоцена на юге Тургайского проги- ба и междуречья Уба- ган — Ишим Долины рек Тургай, Ишим, Терсаккан и др. Песчаные массивы То- сымкум, Аккум и дру- гие и Улутауская гор- но-складчатая область	3,7(7,4) 1,3(2,6) 1,0(2,0)
Северо- Казахстан- ская	3,5(7)	3,5(7)	Долина р. Ишим Междуречье Ишим — Убаган Келлеровский арте- зианский бассейн	0,8(1,6) 0,5(1,0) 2,2(4,4)
Павлодар- ская	150(300)	70(140)	Правобережье Ирты- ша Левобережье Иртыша Мелкосопочная равни- на	47(94) 21(42) 2(4)
Кокчетав- ская	15(30)	7(14)	Зерендинский и Кок- четавский массивы Келлеровский арте- зианский бассейн и до- лина р. Чаглинки	3,5(7) 3,5(7)
Целино- градская	10(20)	6(12)	Северная и восточная части области Долины рек Нуры, Ишима, Селеты Известняки в южной части области	2(4) 3(6) 1(2)
Караган- динская	26(52)	12(24)	Речные долины Низкогорно-возвышен- ный район	8,5(17) 3,5(7)
Джезказ- ганская	90(180)	40(80)	Низкогорно-возвышен- ный район Речные долины	16(32) 10(20)
Семипа- латинская	107(214)	50(100)	Межсопочная равнина Долина Иртыша Правобережье Ирты- ша Мелкосопочная рав- нина	14(28) 34(68) 3(6) 13(26)

1	2	3	4	5
Восточно-Казахстанская	151(302)	88(176)	Долины рек Иртыша, Убы, Ульбы и др.	59(118)
			Горные районы	18(36)
			Зайсанская впадина	11(22)

Примечание. В скобках показаны ресурсы, которые могут быть получены при экономном извлечении в дневные часы и в вегетационные периоды.

венное водоснабжение — 10 (20) м³/сек и на обводнение пастбищ — 2 (4) м³/сек. В известняках горных районов эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод оцениваются в 4 (8) м³/сек. Они залегают на глубинах от 1—5 м в долинах рек до 100 м и более в горах. Дебиты скважин варьируют от 1—5 до 100 л/сек. Трещинные воды песчаников, эффузивов, гранитоидов, кварцитов гор имеют значительные ресурсы подземных вод. Эти воды в основном пресные, залегают на глубине от нескольких метров в долинах рек до 50—70 м и более на водоразделах. В горных районах к 1990 г. целесообразно использование 18 м³/сек, из них для обводнения пастбищ 10 (20) м³/сек, для орошения — 3,8 (7,6) м³/сек, коммунального и промышленного водоснабжения — 3,2 (6,4) м³/сек и сельскохозяйственного водоснабжения — 1 (2) м³/сек. Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы вод валунно-галечников и песков конусов выноса предгорьев Саура и Тарбагатая составляют 8 (16) м³/сек. Подземные воды здесь пресные, залегают на глубинах от 100—150 м в предгорьях до нескольких метров в зоне выклинивания. Дебиты скважин изменяются от 1 до 10 л/сек и более. Межпластовые и грунтовые воды Зайсанской впадины залегают на глубинах от 5—10 до 200—300 м и более. Воды пестрые по качеству, но преобладают пресные. Дебиты скважин обычно изменяются от 0,6—1 до 5—10 л/сек. Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы их 8 (16) м³/сек. К 1990 г. в Зайсанской впадине и предгорных шлейфах целесообразно использовать 11 м³/сек, из них 7,6 (15,2) м³/сек на орошение, 2,2 (4,4) м³/сек — для сельскохозяйственного водоснабжения и 1,2 (2,4) м³/сек — для обводнения пастбищ.

Перспективы и некоторые рекомендации по использованию подземных вод

Исходя из изложенного можно сделать вывод, что к 1990—1995 гг. для водообеспечения различных отраслей народного хозяйства республики может быть направлено около

900—950 м³/сек доброкачественных ресурсов подземных вод при непрерывном их извлечении. Наибольшее количество их, около 50%, приходится на наиболее засушливые южные районы, 21% падает на полупустынные засушливые районы запада, 16% ресурсов сосредоточено в центральной и северной частях Казахстана и, наконец, 13% ресурсов приходится на восточные районы республики.

В зависимости от специфики развития областей ориентировочно до 60% подземных вод, т. е. 540—570 м³/сек, может быть направлено на орошение полей, около 30%, или 270—285 м³/сек, для крупного коммунального и промышленного водоснабжения и около 10%, или 90—95 м³/сек, — для обводнения и мелкого сельскохозяйственного водоснабжения. Использование подземных вод для мелиорации в больших масштабах позволит оросить до 700 тыс. га засушливых земель и получить до 8—10 млн. т ценных кормов и значительную часть животноводства перевести на промышленную основу. Как уже отмечалось при общей характеристике ресурсов подземных вод Казахстана, с целью рационального использования и охраны водных ресурсов от истощения наиболее целесообразно высокопроизводительные (показывающие в скважинах 30—150 л/сек) и отчасти среднепроизводительные ресурсы (10—30 л/сек) использовать главным образом для крупного водоснабжения и правильного орошения больших площадей, а малопродуктивные (1—10 л/сек) и отчасти среднепродуктивные — для сельскохозяйственного водоснабжения, мелкооазисного орошения, обводнения пастбищ. Для последних целей (водопоя скота) широко могут быть использованы также низкопродуктивные ресурсы подземных вод (0,1—1 л/сек).

Учитывая, что к 1990—1995 гг. площадь орошаемых земель превысит 2,5 млн. га, будут освоены новые пастбища площадью до 90 млн. га, возникнут новые города, промышленные центры, многочисленные поселения в сельских районах, находящихся в засушливых безводных местах. Увеличение извлечения ресурсов подземных вод до 900—950 м³/сек позволит большей частью компенсировать недостающее количество поверхностных вод, необходимых для водоснабжения народного хозяйства республики. Необходимость широкого использования подземных вод диктуется не только недостаточностью поверхностных вод, но и тем, что они характеризуются постоянством режима, отличаются широким площадным распространением, позволяющим вывести их скважинами почти в любой точке бассейнов с меньшими в 3—7 раз затратами средств и в 10 раз — времени, создавать густую сеть водопунктов для орошения, водоснабжения

и обводнения. Эти положительные моменты позволяют широко использовать подземные воды во всех отраслях народного хозяйства. Уже сейчас подземными водами снабжается около 40 городов, тысяча населенных пунктов, 75 млн. га пастбищ и орошается около 25 тыс. га земель.

С целью рационального использования водных ресурсов недр в больших масштабах и тем самым повышения водообеспеченности различных отраслей народного хозяйства республики потребуется проведение в течение 15—20 лет ряда серьезных организационно-хозяйственных мероприятий и дальнейшее усиление научно-исследовательских работ.

1. Необходимо резко усилить темпы бурения, а также оборудования эксплуатационных скважин, шахтных колодцев инженерного типа. Ежегодно должно сдаваться в эксплуатацию около 3000 скважин, часть из которых может быть заменена шахтными колодцами. Сейчас ежегодно пробуривается только 1000 скважин. Для извлечения 900—950 м³/сек воды потребуется пробурить и оборудовать к 1990 г. до 45 тыс. скважин (при среднем расходе скважин 20 л/сек). Сооружение такого количества скважин технически осуществимо. В Австралии сейчас пробурено 180 тыс. скважин, причем в годы максимального освоения пастбищ количество сооружаемых ежегодно скважин достигало 8 тыс. Для решения ближайших задач десятой пятилетки из 330 м³/сек детально разведанных ресурсов подземных вод, включая 50 м³/сек, используемых в данное время, 280 м³/сек могут быть направлены на орошение, обводнение и коммунально-промышленное водоснабжение. Для извлечения их потребуется пробурить и оборудовать до 13 тыс. скважин. Скважины должны быть пройдены диаметрами до 20 дюймов, оборудованы эффективными гравийными фильтрами и безотказными в действии погружными насосами, вовремя подключены к водопроводам или должны иметь потайные задвижки, предохраняющие их от порчи и предотвращающие бесполезное сбрасывание самоизливающихся подземных вод. Групповые водозаборы, состоящие из 6—7 скважин, должны быть автоматизированы и иметь санитарные зоны охраны, предотвращающие загрязнение подземных вод.

2. Использование подземных вод связано со сравнительно небольшими капитальными затратами. Стоимость одной скважины в зависимости от глубины залегания воды колеблется от нескольких сотен рублей до 30 тыс. рублей, а в среднем по СССР составляет 10 тыс. руб. При этом общие затраты на бурение 45 тыс. скважин составят 450 млн. руб.

Благодаря полной механизации труда, производству исключительно малых размеров земляных работ при бурении (порой в 500—1000 раз меньше, чем при строительстве больших каналов), небольшой протяженности водоводов орошение и водоснабжение подземными водами при значительных дебитах скважин обходится значительно дешевле, чем при строительстве каналов большой протяженности. Опыт орошения в узбекской части Кызылкумов на площади в 5000 га показывает, что одновременные строительные затраты на ирригационную подготовку и орошение 1 га артезианскими водами с полезащитным насаждением в среднем составляют около 900 руб. (включая стоимость скважины), а в предгорных равнинах без ирригационной подготовки — не более 500 руб. Стоимость одного кубометра воды при дебитах скважин от 250 до 1300 м³/сут колеблется от 0,3 до 3 коп.

3. Исходя из гидрогеологических условий эксплуатационные скважины следует сооружать для улучшения водоснабжения вблизи городов, промышленных центров, рудников, рабочих поселков, населенных пунктов, пастбищных центров, в местах реконструкции водохозяйственных сооружений, на пастбищах, орошаемых землях как для комплексного и автономного водообеспечения поливных земель, так и для снижения уровня грунтовых вод с целью борьбы с засолением и заболачиванием земель.

Скважины следует сооружать на вновь орошаемых полупустынных землях для получения устойчивых высокоурожайных кормовых и других сельскохозяйственных культур и, наконец, на осваиваемых пастбищах с целью обводнения и оазисного орошения для создания культурных пастбищ, сенокосов, страховых запасов кормов и озеленения пастбищных центров. При этом высокопроизводительные ресурсы подземных вод обширных пустынных пастбищ, показывающие в скважинах от 20 до 100—150 л/сек, непременно должны эксплуатироваться комплексно, т. е. одновременно для водоснабжения пастбищ, водопоя скота и оазисного орошения с целью получения высоких урожаев кормов. Только такой подход позволит полноценно и наиболее эффективно использовать драгоценную влагу в народном хозяйстве.

4. Для своевременной подачи воды потребителю и эффективного использования извлекаемых ресурсов подземных вод одновременно с бурением скважин, устройством шахтных колодцев непременно следует строить резервуары, оросительные лотки, дождевальные установки для полива засушливых земель, прокладывать водопроводы для водоснабжения рабочих поселков, рудников, совхозных и колхозных центров, животноводческих комплексов и обводнения пустынных пастбищ.

5. Осуществление указанных мероприятий и направление запасов подземных вод в народное хозяйство в больших масштабах, одновременное обеспечение охраны водокаптажных сооружений от преждевременного выхода из строя и предохранение водоисточников от загрязнения станет возможным только в случае организации мощной службы эксплуатации и охраны подземных вод. Она наряду с созданием работоспособного центрального управления обязательно должна иметь в областях отряды объездчиков-контролеров, ответственных за поддержание в надлежащем состоянии водных объектов, строительно-ремонтные бригады, оснащенные соответствующей техникой (буровой, насосной), передвижными мастерскими и соответствующим транспортом. Важным звеном службы могут явиться водохозяйственные строительно-монтажные управления областей с передвижными механизированными колоннами. Только такая служба, базирующаяся в местах организации орошаемого земледелия, орошаемых культурных пастбищ, возведения поселков, рудников, заводов, может обеспечить рациональное использование и охрану крупных запасов подземных вод для развития производительных сил с большим экономическим эффектом. Учитывая важность и вместе с тем сложность оборудования водозаборных сооружений, следует резко улучшить материально-техническое снабжение управлений по использованию подземных вод. Для этого необходимо организовать в стране заводы по производству современного бурового оборудования, насосов, гравийных фильтров, разборных железобетонных резервуаров, лотков, дождевальных машин, портативных двигателей и т. д.

6. Оазисное орошение на базе подземных вод требует определенного опыта и сноровки. Поэтому для использования в этой отрасли ирригации передового метода строительства и эксплуатации водозаборных сооружений следует в трех-четырёх климатических зонах организовать опытно-экспериментальные хозяйства.

7. С целью уточнения гидрогеологических параметров подземных вод артезианских бассейнов и грунтовых потоков, производительности водокаптажных сооружений, уточнения уже известных ресурсов вод, предназначенных для крупного водоснабжения, следует значительно усилить поисково-разведочные работы на воду. Они должны осуществляться в районах развития городов, промышленных центров, крупных населенных пунктов, рудников, рабочих поселков, на территориях, предназначенных для орошения, обводнения, создания орошаемых культурных пастбищ, сенокосов, животноводческих комплексов, и в других засушливых без-

водных районах, где водообеспечение связано с использованием водных ресурсов недр. В связи с этим необходимо значительно укрепить материально-техническую базу производственных гидрогеологических организаций.

8. Широкое использование ресурсов подземных вод в народном хозяйстве связано с дальнейшим усилением научно-исследовательских работ. Научные поиски должны быть направлены на разработку таких важнейших проблем, как формирование, размещение артезианских и грунтовых вод в различных природно-гидрогеологических условиях, позволяющих судить о стоке, расходе, накоплении, минерализации, физико-химических свойствах подземных вод под влиянием круговорота воды на земле. Большое значение имеют дальнейшее выявление, картирование, уточненная оценка ресурсов подземных вод, вопросы ежегодного их возобновления, искусственного пополнения, классификации эксплуатационных ресурсов по степени пригодности, обоснование использования их в народном хозяйстве. К числу серьезных проблем относится изучение гидродинамики артезианских бассейнов с применением математического моделирования, разработки методов управления ресурсами, обеспечивающими нормальную эксплуатацию подземных вод путем ограниченного применения энергии, изучение режима эксплуатации подземных вод в городах, промышленных центрах с целью охраны водных ресурсов. Для ирригации большое значение приобретают развитие мелиоративной гидрогеологии, изучение режима, подпора и баланса грунтовых вод, прогнозирование, картирование и предупреждение вторичного засоления и заболачивания поливных земель, вопросы применения вертикального дренажа как для регулирования мелиоративного состояния почв, так и для использования подземных вод в целях правильного орошения земель.

Важное значение имеют исследования гидрогеологии и гидродинамики горнорудных районов с целью эффективного прогнозирования и борьбы с водопритоками в горные выработки и водообеспечения рудников за счет местных ресурсов подземных вод. Изучение гидрохимии термальных подземных вод существенное значение приобретает в связи с установлением возможности использования тепла земли для теплофикации населенных пунктов, курортного строительства, разработки поисковых критериев полезных ископаемых. Весьма значительное внимание следует уделять разработке методов и экономики использования подземных вод, на основе которых представится возможным направить водные ресурсы недр для водоснабжения, орошения и обводнения с наименьшими затратами средств и времени. В связи с

большими требованиями, предъявляемыми к гидрогеологической науке, следует значительно расширить Институт гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР и укрепить его материально-техническую базу.

Важное место в исследованиях должны занимать вопросы технической эксплуатации подземных вод, в частности использование различных источников энергии, метода опреснения солоноватых и соленых вод и т. д.

ЛИТЕРАТУРА

Айтуаров Т. К., Джумагулов М. Т. Гидрогеологические условия главнейших фосфоритовых месторождений Малого Каратау. — В кн.: Региональные и гидрогеологические исследования в Казахстане. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1971.

Айтуаров Т. К., Ахметов Р. Т. Подземные воды фосфоритоносного бассейна Каратау. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1977.

Афанасьев Т. П. Гидрогеология и гидрохимия Поволжья. М., «Наука», 1965.

Ахмедсафин У. М. Подземные воды песчаных массивов южной части Казахстана. Алма-Ата, Изд-во КазССР, 1951.

Ахмедсафин У. М. Ресурсы подземных вод засушливых районов Казахстана и пути их использования для обводнения пастбищ, оазисного орошения и водоснабжения. — «Вестник АН КазССР», 1957, № 4.

Ахмедсафин У. М. Методика составления карт прогнозов и обзор артезианских бассейнов Казахстана. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1961.

Ахмедсафин У. М. и др. Перспективы использования подземных вод предгорных районов Южного и Юго-Восточного Казахстана для орошения полей. — «Вестник АН КазССР», 1963, № 3.

Ахмедсафин У. М. Формирование грунтовых и артезианских вод Казахстана. — В кн.: Формирование подземных вод Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1965.

Ахмедсафин У. М. Подземные воды пустынных районов и пути использования их для обводнения. — «Овцеводство», 1966, № 1.

Ахмедсафин У. М. Ресурсы подземных вод Казахстана, перспективы и методы их использования для орошения. — В кн.: Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1968.

Ахмедсафин У. М. и др. Классификация региональных ресурсов подземных вод аридных районов Казахстана. — «Вестник АН КазССР», 1974, № 10.

Ахмедсафин У. М., Батабергенова М. Ш., Джабасов М. Х., Жапарханов С. Ж., Солнцев А. В., Шлыгина В. Ф. Артезианские бассейны Южного Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1968.

Ахмедсафин У. М., Дальян И. Б., Сыдыков Ж. С. Артезианские воды Восточного Приаралья и условия их формирования. — «Известия АН КазССР. Сер. геол.», 1961, вып. 2.

Ахмедсафин У. М., Джабасов М. Х., Данилов А. Г. Подземные воды неогеновых отложений Восточно-Чуйской впадины и рекомендации по их использованию. — «Известия АН КазССР. Сер. геол.», 1974, № 5.

Ахмедсафин У. М., Джабасов М. Х., Шлыгина В. Ф. Ресурсы и использование подземных вод Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1972.

Володько К. Ф. Использование подземных вод для орошения и водоснабжения. М., Сельхозгиз, 1955.

Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1964.

Губарев А. Н. Ресурсы подземных вод Тургайской впадины, состояние их изученности и дальнейшие задачи. — В кн.: Труды Объединенной Кустанайской научной сессии. Т. IV. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1958.

Джабасов М. Х. Подземные воды сельскому хозяйству. — «Сельское хозяйство Казахстана», 1964, № 7.

Джабасов М. Х. Подземные воды на поля. — «Сельское хозяйство Казахстана», 1964, № 3.

Джабасов М. Х., Жапарханов С. Ж., Калугин С. К. Трещинные и трещинно-карстовые воды Казахстана. — В кн.: Гидрогеология аридных зон СССР. М., Изд-во АН СССР, 1964.

Джакелов А. К. Подземные воды юго-востока Каратауского фосфоритового месторождения и прилегающих территорий. — В кн.: Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1968.

Дмитровский В. И. Подземные воды сенонского горизонта — основной источник водоснабжения Восточного Приаралья. — В кн.: Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1968.

Жапарханов С. Ж. Подземные воды Казахстана как источник сельскохозяйственного водоснабжения. — «Сельское хозяйство Казахстана», 1960, № 12.

Жапарханов С. Ж. Подземные воды Чу-Таласской равнины — на развитие оазисного орошения. — «Сельское хозяйство Казахстана», 1966, № 1.

Жеваго В. С. Термальные воды Казахской ССР. — В кн.: Термальные воды СССР и вопросы их теплоэнергетического использования. М., Изд-во АН СССР, 1963.

Жеваго В. С. Термальные воды Казахстана и их использование в народном хозяйстве. — В кн.: Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1968.

Запарий М. П. Использование подземных вод для орошения в СССР (состояние и перспективы). М., Изд-во МГ СССР, 1968.

Зозуля М. Ш. Оазисное орошение в пустынных и полупустынных районах Казахстана. — «Гидротехника и мелиорация», 1967, № 1.

Иванов В. Н. За экономное и хозяйственное использование подземных вод в Казахстане. — В кн.: Региональные и гидрогеологические исследования в Казахстане. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1971.

Исабаев Т. Т. Подземные воды Алакольской впадины. — В кн.: Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1968.

Калугин С. К. Подземные воды Джезказган-Улутауского района Центрального Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1967.

Карамурзиев Т. К. К вопросу использования для орошения подземных вод на Мангышлаке. — «Вестник АН КазССР», 1966, № 11.

Колпаков В. Б., Сотников А. В., Сыдыков Ж. С. Подземные воды Западно-Казахстанского края и перспективы их использования в народном хозяйстве. Собрание по гидрогеологии и инженерной геологии. Москва — Ереван, 1963.

Макаренко Ф. А. О грунтовых водах коротких долин на примере Центрального Казахстана и Северного Прибалхашья. — «Труды Лабор. гидрогеол. проблемы АН СССР», 1951, т. 10.

Морозов И. Д. Артезианское орошение в Узбекистане. — «Гидротехника и мелиорация», 1966, № 2.

Мухамеджанов С. М., Исабаев Т. Т., Кабиев Ф. К., Муртазин Ж. В. Подземные воды хр. Тарбагатай и его равнинных предгорий. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1965.

Назаренко В. И. Орошаемое земледелие в США. — «Гидротехника и мелиорация», 1965, № 1.

Петров Н. Д. Подземные воды долины р. Жарлы как источник питьевого и технического водоснабжения. — В кн.: Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1971.

Подземные воды пастбищных территорий Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1969.

Солнцев А. В. Грунтовые воды аллювиальных отложений Акмолинского р-на и перспективы их использования для водоснабжения. — «Вестник АН КазССР», 1958, № 1.

Сток подземных вод Казахстана. Алма-Ата, 1964.

Сыдыков Ж. С. Подземные воды Казахстана и их использование в сельском хозяйстве. Алма-Ата, Казгосиздат, 1959.

Сыдыков Ж. С. Подземные воды Мугоджар и Примугоджарских равнин. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1968.

Сыдыков Ж. С., Бочкарева В. А., Кабиев Ф. К. и др. Формирование и ресурсы подземных вод меловых отложений Западного и Северного Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1976.

Тажобаев Л. Е. Основы водоснабжения и обводнения сельскохозяйственных районов Казахстана. Алма-Ата, «Кайнар», 1969.

Шапиро С. М. Гидрогеологический очерк Северо-Казахстанской области. — В кн.: Гидрогеологические очерки целинных земель. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1958.

Шапиро С. М. Подземные воды юго-востока Центрального Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1974.

Шапиро С. М., Петров Н. Д., Упушев Е. М. Водные ресурсы Успенского рудного пояса и технико-экономическое обоснование их использования. — В кн.: Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1971.

Шапиро С. М., Тененбаум Л. Я., Островский В. Н. Подземные воды. — В кн.: Геология и металлогения Успенской тектонической зоны. Т. 4. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1968.

Шлыгина В. Ф. Подземный сток с северных склонов Заилийского Алатау и его роль в питании подземных вод конусов выноса. — «Известия АН КазССР. Сер. геол.», 1964, № 4.

Шлыгина В. Ф. Формирование подземных вод конусов выноса на предгорной равнине Заилийского Алатау. — В кн.: Формирование подземных вод Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1965.

Яншин А. Л. Тектоника и использование артезианских вод в пустынной зоне Южного Казахстана. — «Вестник АН СССР», 1952, № 4.

У. М. АХМЕДСАФИН, М. Х. ДЖАБАСОВ, С. М. ШАПИРО

О ПРОГНОЗНЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ РЕСУРСАХ
ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАЗАХСТАНА *

Выступая на партийно-хозяйственном активе в Алма-Ате в 1976 г., Генеральный секретарь ЦК КПСС Л. И. Брежнев отметил, что «большим резервом орошения и обводнения пастбищ являются подземные воды Казахстана». Важность этого высказывания заключается в том, что Казахстан беден открытыми водоисточниками и к тому же они в ряде районов загрязнены промышленно-сточными водами и химическими удобрениями, стекающими с орошаемых полей. В таких условиях надежными источниками водообеспечения народного хозяйства становятся широко распространенные артезианские и грунтовые воды.

Многолетние гидрогеологические исследования, проведенные учеными Института гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР в содружестве с производственными организациями в пустынно-степных районах, всестороннее изучение закономерностей формирования, размещения, гидродинамики, разработка новых методов прогнозирования послужили основой для составления фундаментальных прогнозных гидрогеологических карт Казахстана. В результате в районах, ранее считавшихся безводными, было выявлено 70 артезианских бассейнов и множество грунтовых потоков площадью более 1,5 млн. км² (Ахмедсафин, 1951). В этих бассейнах заключены огромные вековые запасы воды. Количество гравитационной воды в них определено по формуле

$$Q = F \cdot H \cdot \mu, \quad (1)$$

где Q — объем воды, м³; F — площадь бассейнов, м²; H — средняя мощность водонасыщенной толщи, м; μ — средняя величина коэффициента водоотдачи пород **.

* Статья печатается в порядке обсуждения на основании положительной рецензии доктора геолого-минералогических наук Т. П. Афанасьева и доктора геолого-минералогических наук, профессора Ф. А. Макаренко.

** Значение водоотдачи пород, определенное всеми способами, включая откачки из скважин, нами взято минимальное. Например, для песков разной зернистости оно принято в пределах 0,10—0,15, тогда как для песков оно изменяется от 0,10 до 0,23.

Подсчеты, сделанные Институтом гидрогеологии и гидрофизики, показывают, что объем доброкачественной воды, содержащейся в артезианских бассейнах, составляет более 5 трлн. м³, а в грунтовых потоках — около 2,3 трлн. м³ (Ахмедсафин, 1961; Ахмедсафин, 1972; «Гидрогеологическое районирование...», 1964). Следует отметить, что в основном воды концентрируются на небольших территориях юга, северо-запада и северо-востока Казахстана, что позволяет в перспективе решать для этих районов крупные проблемы водоснабжения, мелиорации земель за счет подземных вод. Согласно классификации, разработанной Институтом гидрогеологии и гидрофизики (Ахмедсафин, 1961, 1964), приведенные объемные запасы воды, которые скапливались в подземных бассейнах в течение тысячелетий, названы вековыми запасами. Они расходовались путем испарения, транспирации растениями и подземного стока и ежегодно возобновлялись за счет инфильтрации, главным образом выпадающих зимне-весенних осадков, фильтрации из многочисленных временных водотоков, отчасти речных вод и глубокой инфильтрации ледниковых вод и вод снежников горных районов. По указанной классификации запасы, формирующиеся перечисленными источниками питания, нами отнесены к ежегодно возобновляемым запасам подземных вод. Возобновляемые запасы оценены методами водного баланса, расчленения гидрографа рек, путем изучения атмосферных осадков, просачивающихся на фильтрационных площадках, наблюдениями за режимом уровня грунтовых вод, родникового стока и т. д. («Сток подземных вод Казахстана», 1964; «Формирование подземного стока...», 1970).

В результате анализа полученных данных и составления совместно с МГУ и ГГИ, ВСЕГИНГЕО и Гидроингео разномасштабных карт подземного стока установлено, что количество воды, ежегодно пополняющей запасы подземных вод на всей территории развития водоносных комплексов пород, составляет около 48 млрд. м³. При этом на горные районы приходится около 12 млрд. м³, а остальные 36 млрд. м³ — на равнинные, пустынно-степные и мелкосопочные территории. Из них около 3 млрд. м³ гидравлически связаны с постоянно действующими реками («Формирование подземного стока...», 1970).

Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод Казахстана

Под прогнозными региональными эксплуатационными ресурсами нами подразумевается количество подземных вод, включая часть вековых и ежегодно возобновляемых, нахо-

дящихся в водоносных горизонтах крупных регионов, которые могут извлекаться для водообеспечения различных отраслей народного хозяйства не только современными, но и более совершенными техническими средствами ближайшего будущего. Такая формулировка прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов подземных вод свидетельствует о больших перспективах их использования в народном хозяйстве республики, сейчас уже испытывающей затруднения в водоснабжении, орошении и обводнении. Именно эти обстоятельства послужили основанием для введения Институтом гидрогеологии и гидрофизики в гидрогеологическую науку понятия о прогнозных региональных эксплуатационных ресурсах подземных вод крупных регионов.

Рассмотрим методы определения прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов, предлагаемые Институтом гидрогеологии и гидрофизики и учреждениями Министерства геологии.

Методика определения прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов подземных вод, разработанная Институтом гидрогеологии и гидрофизики. Важнейшими предпосылками, послужившими основанием для определения прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов подземных вод, явились следующие обстоятельства:

1. Выявление в артезианских бассейнах и грунтовых потоках огромных (более 7,3 трлн. м³) вековых запасов доброкачественных подземных вод, превышающих ежегодно возобновляемые почти в 150 раз, дает основание около половины их включать в состав перспективных прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов. Заметим, что в данное время запасы обнаруженных полезных ископаемых, в том числе нефти и газа, при разработках учитываются почти полностью как возможный источник сырья.

2. Извлечение части вековых запасов путем постепенной сработки будет способствовать улучшению водообмена в водоносных горизонтах, выносу из пор тончайших пылеватых частиц и солей, т. е. произойдет промывание артезианских и грунтовых бассейнов, обновление их более пресными фильтрационными водами. Кроме того, в результате раскрытия пор и образования районных депрессий будет увеличен водоотбор за счет дополнительных источников воды из окружающих регионов путем повышения инфильтрации атмосферных осадков и фильтрации из временных водотоков.

Методические положения о технической возможности извлечения половины вековых запасов (Каменский, 1943; Плотников, 1944) согласуются с теоретическими обоснованиями, сделанными рядом ученых (Г. Н. Каменский,

Н. А. Плотников, Н. Г. Козени, Ф. М. Бочеввер и др.) в области гидродинамики ресурсов подземных вод. Идея включения половины вековых запасов в эксплуатационные ресурсы была положительно встречена на симпозиумах ЮНЕСКО ООН по освоению пустынь в 1963—1965 гг. Необходимо иметь в виду, что на большей части территории Казахстана вековые запасы подземных вод залегают на сравнительно небольшой глубине: на предгорных равнинах в основном — 100—300 м, в межгорных артезианских бассейнах Южного Прибалхашья, Муюнкумов, Бетпак-Далы, Кызылкумов, Мынбулака — от 50—100 до 300—400 м. Такая же картина наблюдается в Урало-Эмбенском, Северо-Эмбенском, Тобол-Убаганском и Келлеровском бассейнах, юго-восточной части Прииртышского бассейна, в долинах рек Центрального, Восточного и Южного Казахстана.

Кроме того, нужно учесть, что насосная и буровая техника с каждым годом совершенствуется. Если раньше подземные воды извлекались с глубины всего несколько десятков метров, то теперь (в нашей стране и за рубежом) имеются мощные вертикальные центробежные погружные насосы, откачивающие воду с глубины до 500—600 м с расходом 60—70 л/сек. Имеются сведения, что в США с помощью мощных насосов эрлифтов артезианские воды поднимаются с глубины до 2—3 тыс. м. Для извлечения подземных вод применяются также ступенчатые насосные станции.

Таким образом, в Казахстане имеются благоприятные природные условия и технические предпосылки для регионального снижения уровней подземных вод с целью сработки половины вековых их запасов; такая сработка во многом будет зависеть от глубины, диаметра и густоты заложения скважин, их оборудования фильтрами и использования новейших насосных установок. Следует учесть, что сработка будет проводиться постепенно и максимум понижения отбора половины вековых запасов будет достигнут через многие десятилетия, когда будут использованы самые эффективные водоподъемные установки.

Логические суждения дают основание говорить о том, что после изъятия упругих запасов подземных вод в артезианских бассейнах остаются фактически безнапорные воды, по гидродинамическим условиям не отличающиеся от грунтовых. Исходя из этого можно сделать вывод о том, что если снижение уровня воды в грунтовых водоносных горизонтах на половину мощности методом ВСЕГИНГЕО допускается, то не будет никаких препятствий и для осушения половины мощности артезианских водоносных горизонтов.

На основании изложенного некоторые высказывания отдельных ученых на совещании секции Ученого совета ГНТК о затрудненности районного понижения уровней подземных вод больше чем на 100 м можно считать необоснованными.

3. Другим важным параметром в определении прогнозных эксплуатационных ресурсов является срок эксплуатации артезианских бассейнов и грунтовых потоков. Важную роль при установлении сроков сработки запасов играют соображения, связанные с экономическим развитием республики. В частности, в течение столетнего срока извлечения половины вековых запасов подземных вод Казахстана представляется возможным полностью завершить крупные преобразования природы, связанные с переброской части стока северных и сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию, зарегулировать повсеместно стоки рек, возвести и реконструировать необходимые ирригационные сооружения, опреснить соленые воды и добиться полного использования всех водных ресурсов. После этих мероприятий извлечение ресурсов подземных вод может быть существенно сокращено до размеров ежегодно возобновляемых запасов. Кроме того, сроки эксплуатации вековых запасов несколько удлиняются и тем, что часть их в артезианских бассейнах находится в упругом режиме, для снятия которого также потребуются какое-то время. Для мелких бассейнов, обладающих очень небольшими запасами воды, время сработки может быть определено примерно в 50 лет.

На основании изложенных соображений прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод за счет привлечения вековых запасов могут быть определены по формуле

$$Q = \frac{F \cdot H \cdot \mu}{2 \cdot 100 \cdot 31 \cdot 10^6},$$

где Q — расход воды, м³/сек; F — площадь бассейна или части бассейна грунтового потока, м²; H — средняя мощность водоносного горизонта, м; μ — коэффициент гравитационной водоотдачи пород.

Этот принцип, разработанный нами и согласованный в свое время с основоположником динамики подземных вод Г. Н. Каменским, позволил впервые определить прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод пустынь Муюнкум и Сары-Ишик-Отрау (Ахмедсафин, 1951).

Необходимо заметить, что некоторые исследователи (В. Н. Кунин, С. М. Мухамеджанов и др.) полностью отрицают возможность использования вековых запасов подземных вод, так как, по их мнению, они являются регулировочными

хранилищами. Однако такая точка зрения несостоятельна. Во-первых, постепенный отбор части огромных вековых запасов в течение весьма продолжительного времени никак не повлияет на регулировочную роль подземных бассейнов, тем более, что, как показал опыт использования их в Северном Прибалхашье (Шапиро, 1975) и в других районах, во влажные годы с большими осадками происходит быстрое восстановление сработанных вековых запасов. Во-вторых, вековые запасы бассейнов (измеряемые сотнями миллиардов кубометров) будут срабатываться очень медленно. В третьих, без привлечения вековых запасов для водообеспечения народного хозяйства развитие производительных сил засушливых районов было бы невозможным, так как в ряде районов пустынных территорий ежегодно возобновляемые запасы составляют ничтожную величину или в течение нескольких лет вообще не происходит их пополнения.

В. Н. Кунин, Н. Н. Биндеман и другие считают, что ввиду значительного сопротивления движения воды снижение уровня в скважинах более чем на 100 м не представляется возможным. Но теоретические исследования, отечественная и зарубежная практика использования вековых запасов подземных вод опровергают эти утверждения. Например, длительная откачка из шахты Миргалимская в Каратау привела к понижению уровня подземных вод до 400 м, причем образовалась огромная районная депрессия размером в несколько тысяч квадратных километров. На Алма-Атинском месторождении только 12-летняя эксплуатация грунтовых и артезианских вод способствовала формированию районной депрессии площадью 130 км² и глубиной до 40 м.

Рассмотрим роль ежегодно возобновляемых запасов подземных вод в формировании эксплуатационных ресурсов. Известно, что та часть естественных ежегодно возобновляемых запасов, которая располагается в самой верхней части водоносного горизонта, нередко бесполезно расходуется на испарение и транспирацию низкопродуктивными пустынными растениями, а в низовьях долин рек, в бессточных впадинах эти воды выходят на поверхность, образуя многочисленные солонцы, солончаки, соленые озера, что ухудшает плодородные земли. Поэтому с целью более полного и широкого использования водных ресурсов недр в остро нуждающемся в воде народном хозяйстве республики и предупреждения ухудшения плодородия земель целесообразно большую часть ежегодно возобновляемых запасов включить в категорию эксплуатационных ресурсов подземных вод. Учитывая изложенное, Институт гидрогеологии и гидрофизики считает наиболее обоснованным из 36 млрд. м³ ежегодно возобнов-

ляемых запасов включить в целом по Казахстану 70%, или 25 млрд. м³ в год, в категорию прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов. Остальных 30%, или 11 млрд. м³, будет достаточно для поддержания в водоносных горизонтах, содержащих вековые запасы, оптимальной минерализации воды и обеспечения питания поверхностного стока. В последнем процессе, кроме того, участвуют 12 млрд. м³ ежегодно возобновляемых запасов, формирующихся в горных районах. С учетом их доля общих ежегодно возобновляемых запасов в эксплуатационных ресурсах Казахстана составит всего 52%. Однако по вопросу отнесения доли ежегодно возобновляемых запасов к эксплуатационным ресурсам мнения специалистов расходятся. Одни считают достаточным включить в категорию эксплуатационных 20%, другие предлагают повысить эту цифру до 40—50%. Есть и третья категория специалистов, которые к эксплуатационным относят все 100% ежегодно возобновляемых запасов подземных вод. На наш взгляд, и те и другие допускают ошибку, поскольку не учитывают необходимость, с одной стороны, достаточно полного обеспечения водными ресурсами быстро развивающегося народного хозяйства, а с другой — охраны окружающей среды, сохранения поверхностного стока рек и озер, опреснения артезианских бассейнов и предупреждения засоления земель.

Таким образом, после всестороннего анализа материалов, характеризующих запасы подземных вод, и научного подхода к эксплуатационным их возможностям оценка прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов грунтовых и артезианских вод Казахстана может быть проведена по формуле

$$Q = \frac{F \cdot H \cdot \mu}{2 \cdot 100 \cdot 31 \cdot 10^6} + 0,7q, \quad (3)$$

где q — ежегодно возобновляемые запасы (без горных районов), м³/сек, определяются по карте подземного стока Казахстана («Карта подземного стока СССР...», 1965; «Формирование подземного стока...», 1970). В случае малых бассейнов в знаменателе дроби 100 заменяется на 50. Подсчитанные по указанному принципу прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы в основном доброкачественных подземных вод Казахстана составляют 1960 м³/сек, в том числе с минерализацией до 1 г/л — 860 м³/сек, с минерализацией 1—3 г/л — 340 м³/сек, с минерализацией до 3 г/л — 490 м³/сек и с минерализацией 3—5 г/л — 270 м³/сек. Аналогичным путем определялись прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод различных провинций и областей Казахстана.

Полный учет прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов подземных вод позволит, во-первых, провести научно обоснованное планирование водохозяйственных мероприятий в республике и, во-вторых, создать в стране достаточно мощную материально-техническую базу по эксплуатации подземных вод.

В запас прочности и надежности размеров эксплуатационных ресурсов, определенных нами, входят упругие запасы, составляющие несколько процентов от общих, новые запасы, выявленные в последнее время на древних конусах выноса в межгорных впадинах. Указанные ресурсы, определенные путем тщательного анализа фактического материала, закономерностей формирования подземных вод аридных районов, являются вполне реальными для водоносных горизонтов.

Следует указать, что прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод, установленные с учетом пространственного их распределения в бассейнах и грунтовых потоках, намного превышают таковые, выявленные в свое время некоторыми производственными организациями на основе только локального метода их определения или учета только динамических запасов небольших участков.

Методика оценки прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов подземных вод, разработанная ВСЕГИНГЕО. Она широко используется Министерством геологии КазССР. Сущность ее заключается в выборе условных водозаборов (отстоящих на расстоянии 5 км один от другого), расположенных по стандартной квадратной сетке (Биндеман, Бочеввер, 1964). При этом считается, что водозаборы вводятся в действие одновременно и повсеместно с постоянным для каждого из них расходом и эксплуатируются в течение 50 лет. Понижение уровня подземных вод при водоотборе не будет превышать для грунтовых вод половины мощности водоносного горизонта, а для напорных — 100 м от поверхности земли. Для оценки прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов используются следующие формулы:

$$\text{для грунтовых вод} \quad Q = \frac{\mu \cdot F \cdot S}{t} + Q_w, \quad (4)$$

$$\text{для артезианских вод} \quad Q_w = \frac{\mu^* \cdot F \cdot S^*}{t}, \quad (5)$$

где Q — количество извлекаемой воды, м^3 ; μ — гравитационная водоотдача пород при осушении грунтовых вод; F — площадь дренируемого участка; S — понижения уровня (без участка воронки депрессии вблизи водозабора); S^* — понижение уровня в напорной зоне (осушения горизонта при откачке не происходит); t — расчетный период; Q_w — расход,

обеспечиваемый питанием; μ^* — коэффициент отдачи воды из пласта в напорных условиях, определяемый упругими свойствами воды и пласта.

Следует отметить, что первая часть методики, предназначенной для оценки прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов сравнительно близко залегающих грунтовых вод, в основном является обоснованной, если не считать того, что в ней время эксплуатации даже крупных грунтовых бассейнов ограничивается всего 50 годами и не указана доля привлекаемых к эксплуатации возобновляемых запасов.

В приведенных формулах обращает на себя внимание тот факт, что авторы их ставят основной целью не столько определение реально существующих в верхней части земной коры региональных эксплуатационных ресурсов, сколько выявление технических возможностей их извлечения скважинами, откачечными средствами только сегодняшнего дня. Об этом свидетельствуют, во-первых, приравнивание эксплуатационных ресурсов к суммарному расходу условных водозаборов, хотя ресурсы отличаются от них и по количеству и по относительному постоянству, а расходы водозаборов в зависимости от конструкции могут меняться в широких пределах. Во-вторых, время извлечения эксплуатационных ресурсов (50 лет) связано только с амортизационным сроком службы водозаборов, которые, однако, в результате последующей реконструкции могут быть улучшены, и поэтому возможна эксплуатация значительно большего количества воды. Определение региональных эксплуатационных ресурсов обширных напорных артезианских бассейнов, содержащих основные запасы подземных вод Казахстана, основанное на 100-метровом понижении пьезометрического уровня без учета ежегодного возобновления и использования в расчетах коэффициента водоотдачи при упругом режиме [формула (5)], дает величину не более первых единиц процентов реальных эксплуатационных запасов, заключенных в половине мощности водоносных пластов. Будучи столь незначительными, упругие запасы, тем более когда не учитывается их возобновление, при региональной эксплуатации никак не могут обеспечить работу водозаборов даже в установленном 50-летнем периоде. Они обычно срабатываются в течение 15—20 лет. На основании изложенного можно сделать вывод о том, что результаты определения прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов подземных вод Казахстана, проведенные Министерством геологии КазССР по указанной методике, являются заниженными. Хотя в последнее время структура формулы для учета упругих запасов авторами была улучшена, тем не менее расчеты прогнозных эксплуата-

ционных ресурсов Министерством геологии осуществлялись по разработанным ранее формулам до середины семидесятых годов. И действительно, они составляют только 1320 м³/сек, в том числе с минерализацией до 1 г/л — 347 м³/сек, с минерализацией 1—3 г/л — 587 м³/сек, с минерализацией 3—5 г/л — 136 м³/сек и с минерализацией 5—10 г/л — 252 м³/сек. Из них по состоянию на 1. I. 1976 г. детально разведано по сумме всех категорий всего 332 м³/сек пресных вод.

На первый взгляд прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы, оцененные по разным методическим принципам, дают близкие результаты: 1960 и 1320 м³/сек. Однако, если учесть, что время эксплуатации подземных вод Министерство геологии ограничивает всего 50-ю годами, становится ясно, что эти данные занижены более значительно, чем те, что получены Институтом гидрогеологии и гидрофизики. Хотя следует отметить, что Министерство геологии, подходя к определению прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод не просто локально, как ранее, а более обосновано, с региональных позиций, увеличило их с 20 м³/сек в 1959 г. (А. Ф. Калмыков) до 1330 м³/сек в 1974 г., т. е. в 66 раз. Институт гидрогеологии и гидрофизики увеличил ресурсы за указанный срок всего в 1,3 раза (с 1500 до 1960 м³/сек). Для того чтобы конкретно судить о величинах снижения прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов Министерством геологии по сравнению с реальными, проанализируем результаты подсчетов уже рассмотренными методами по двум районам при одних и тех же гидрогеологических параметрах.

Западно-Муюнкумский артезианский бассейн. Водоносный комплекс верхнемеловых и палеоцен-эоценовых отложений имеет следующие параметры: площадь распространения — 25 тыс. км², средняя мощность водоносных пород — 200 м, водоотдача — 0,1, коэффициент упругой водоотдачи — 0,005.

Прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод с минерализацией до 3 г/л, подсчитанные Институтом гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР с учетом ежегодно возобновляемых, составляют

$$Q = \frac{F \cdot H \cdot \mu}{2 \cdot t} 0,7q = \frac{25 \cdot 10^9 \cdot 200 \cdot 0,1}{2 \cdot 100 \cdot 31 \cdot 10^6} + 5 = 85 \text{ м}^3/\text{сек},$$

а Министерством геологии КазССР —

$$Q = \frac{F \cdot S^* \cdot \mu^*}{t} = \frac{25 \cdot 10^9 \cdot 100 \cdot 0,005}{2 \cdot 100 \cdot 31 \cdot 10^6} = 4 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Прииртышский артезианский бассейн. Водоносные горизонты представлены меловыми отложениями: нерасчленен-

ный верхний мел, альб — сеноман и частично апт (включая и безнапорные воды). Основные обобщающие параметры: площадь распространения — 18 тыс. км², средняя суммарная мощность водоносных горизонтов — 300 м, водоотдача пород: гравитационная — 0,12, упругая — 0,008.

Прогнозные региональные ресурсы, рассчитанные Институтом гидрогеологии и гидрофизики составляют

$$Q = \frac{F \cdot H \cdot \mu}{2 \cdot t} + 0,7q = \frac{18\,000 \cdot 10^6 \cdot 300 \cdot 0,12}{2 \cdot 100 \cdot 31 \cdot 10^6} + 0,7 \cdot 22,5 = 106 \text{ м}^3/\text{сек},$$

а Министерством геологии КазССР —

$$Q = \frac{F \cdot S^* \cdot \mu^*}{t} = \frac{18\,000 \cdot 10^6 \cdot 100 \cdot 0,008}{100 \cdot 31 \cdot 10^6} = 5 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Как видно из приведенных примеров, прогнозно-эксплуатационные ресурсы, рассчитанные по двум методикам, существенно различаются. Приведенное же к одному сроку эксплуатации (100 лет) соотношение ресурсов для Муюнкумского бассейна составляет 21:1, а для Прииртышского, где учитываются и безнапорные подземные воды, — 21:1. Такая разница в результатах расчетов по двум методам обусловлена тем, что для большей части артезианских бассейнов (при глубинах залегания более 100 м) Министерством геологии учитывалась только сработка части упругих запасов в объеме, соответствующем 100-метровому понижению пьезометрического уровня.

Известно, что величина упругих запасов составляет первые проценты от вековых, заключенных в водоносных горизонтах артезианских бассейнов. Поэтому определенные только по сработке части упругих запасов эксплуатационные возможности пласта не дают реального представления о заключенных в них эксплуатационных ресурсах подземных вод.

В заключение рассмотрим вопрос о ресурсах подземных вод с минерализацией до 1 г/л.

По данным Гидрогеологического управления Министерства геологии КазССР, все прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод Казахстана составляют 350 м³/сек, причем в настоящее время в пределах республики уже детально разведано 330 м³/сек. Казалось бы, все прогнозные эксплуатационные ресурсы с минерализацией менее 1 г/л уже разведаны и дальнейшее приращение запасов подземных вод возможно только за счет слабосоленоватых, соленоватых и соленых вод. В действительности же детальной разведкой охвачена сравнительно небольшая часть площади распространения артезианских бассейнов и грунтовых потоков, содер-

жащих доброкачественные воды. Очевидно, величина эксплуатационных ресурсов с минерализацией менее 1 г/л, определенная Гидрогеологическим управлением, является явно заниженной. Она не только не увязывается с величиной ресурсов, рассчитанной Институтом гидрогеологии и гидрофизики (860 м³/сек), и с ежегодно возобновляемыми совершенно пресными запасами (800 м³/сек), но даже и с оценкой, сделанной Министерством геологии («Гидрогеология СССР», 1970, 1971), по которой суммарные эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод составляют 715 м³/сек, т. е. более чем в 2 раза выше прогнозов Казахского гидрогеологического управления. Одно это уже свидетельствует о недостаточной проработанности вопроса оценки прогнозных эксплуатационных ресурсов Министерством геологии КазССР.

Таким образом, на основании изложенного мы можем сделать следующие выводы:

1. Методика определения прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов подземных вод, разработанная Институтом гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР на основе анализа природно-гидрогеологических условий, закономерностей формирования, размещения и гидродинамики артезианских и грунтовых вод аридных районов и извлечения половины вековых и части ежегодно возобновляемых запасов, содержащихся в водоносных пластах, реальна, проста и общедоступна.

2. Построенная на основе учета наиболее важных и сравнительно легко доступных изучению гидрогеологических параметров предлагаемая методика позволяет без особых затруднений вполне обоснованно определять и рассчитывать прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод даже слабо разведанных крупных артезианских бассейнов, грунтовых потоков и устанавливать степень водообеспеченности их и на этой основе планировать развитие той или иной отрасли народного хозяйства.

3. Наша методика не оставляет без внимания и вопросы охраны окружающей среды, поскольку при ее разработке учитывались возобновляемые ресурсы, которые должны быть направлены как на поддержание поверхностного стока рек, так и на опреснение артезианских бассейнов путем вовлечения в них фильтрационных вод горных районов, временных водотоков и концентрированно выпадающих атмосферных осадков.

4. Методический прием, разработанный Министерством геологии для определения прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод, будучи построенным с учетом главным образом технической стороны их эксплуатации, облада-

ет некоторыми недостатками. В общем случае на условных водозаборах, распределенных по квадратной сетке, эта методика выявляет не региональные эксплуатационные ресурсы водоносных горизонтов, а, по существу, суммарные дебиты не особенно эффективных даже сегодня водозаборов, рассчитанных на 50 лет эксплуатации, что значительно ниже эксплуатационных возможностей водоносных пластов.

Методическая часть для определения эксплуатационных ресурсов грунтовых вод в целом является обоснованной, если не считать ограничения отбора воды только 50-ю годами и отсутствия указания размеров извлечения ежегодно возобновляемых запасов подземных вод.

5. Методика подсчета региональных эксплуатационных ресурсов напорных вод артезианских бассейнов, содержащих основные запасы подземных вод Казахстана, основанная только на 100-метровом понижении пьезометрического уровня воды и, следовательно, пригодная для расчетов только части упругих запасов, дает величину не более нескольких процентов от реальных запасов, заключенных в половине мощности водоносных горизонтов. Поэтому она требует серьезных коррективов.

6. Как было отмечено, Институт гидрогеологии и гидрофизики оценивал прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы на основе анализа гидрогеологических условий, закономерностей формирования подземных вод, гидродинамики и технико-экономических предпосылок их эксплуатации. Исследования данного проблемного вопроса с целью усовершенствования методики и уточнения самих ресурсов подземных вод будут продолжаться.

ЛИТЕРАТУРА

Ахмедсафин У. М. Подземные воды песчаных массивов южной части Казахстана. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1951.

Ахмедсафин У. М. Методика составления карт прогнозов и обзор артезианских бассейнов Казахстана. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1961.

Ахмедсафин У. М. Некоторые вопросы классификации и принципы определения региональных прогнозных ресурсов подземных вод Казахстана. — В кн.: Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1964.

Ахмедсафин У. М., Джабасов М. Х., Шлыгина В. Ф. Ресурсы и использование подземных вод Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1972.

Биндеман Н. Н., Бочевер Ф. М. Региональная оценка эксплуатационных ресурсов подземных вод. — «Советская геология», 1964, № 1.

Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана. Под ред. У. М. Ахмедсафина. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1964.

- Гидрогеология СССР. Т. 34—37. М., «Недра», 1970, 1971.*
Гидрогеология Кулунды и прилегающих районов. Новосибирск, «Наука», 1965.
Каменский Г. Н. Основа динамики подземных вод. М., «Недра», 1943.
Карта подземного стока СССР (зона интенсивного водообмена), м-б 1:5 000 000. М., ГУГК, 1965.
Подземный сток на территории СССР. М., Изд-во МГУ, 1966.
Плотников Н. А. Оценка ресурсов подземных вод для целей водоснабжения. М., «Недра», 1944.
Сыдыков Ж. С., Бочкарева В. А., Кабиев Ф. К., Касымжанова Б. С., Порядин В. И., Яблочкина Н. Е. Формирование и ресурсы подземных вод меловых отложений Западного и Северного Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1976.
Сток подземных вод Казахстана. Под ред. У. М. Ахмедсафина, Ж. С. Сыдыкова. Алма-Ата, «Наука», КазССР, 1964.
Формирование подземного стока на территории Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1970.
Шапиро С. М. Подземные воды юго-востока Центрального Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1975.

УДК 556.382(574.1)

Ж. С. СЫДЫКОВ

**ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ УЧЕТ И ОЦЕНКА
ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ
СРЕДНЕ- И ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ
ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА**

Западный Казахстан, охватывающий территорию Актюбинской, Уральской, Гурьевской и Мангышлакской областей, общей площадью 728,5 тыс. км², отличается в целом слабой обеспеченностью поверхностными водоисточниками. Их среднегодовые ресурсы (без учета транзитного стока) составляют 4,3 млрд. м³ при величине стока 75% -й обеспеченности всего 1,6 млрд. м³. Причем они распределены по площади весьма неравномерно — на юге и востоке, а также во многих районах его центральной и западной частей поверхностный

сток отсутствует полностью или почти полностью. В этих условиях выявление доброкачественных подземных вод и установление возможностей и направления освоения их для водоснабжения, орошения и обводнения сельскохозяйственных угодий имеет исключительно важное значение.

Использование подземных вод с каждым годом все более заметную роль начинает приобретать в сельскохозяйственном производстве. В этой связи совершенно справедливы замечания Генерального секретаря ЦК КПСС Л. И. Брежнева, высказанные им на партийно-хозяйственном активе Казахстана в 1976 г.: «От слов о больших возможностях использования подземных вод настало, видимо, время переходить к делу, разработать реальную целевую программу, поставить решение этой важнейшей проблемы на хорошую практическую основу».

В этом аспекте прежде всего требуется дальнейшее уточнение уже выявленных и установление новых, ранее неизвестных эксплуатационных ресурсов слабоминерализованных и высокопроизводительных подземных вод не вообще, а в конкретных районах.

Многолетние гидрогеологические исследования, проведенные в Западном Казахстане, показали, что пресные и слабосоленоватые воды с минерализацией до 3 г/л распространены здесь в широком диапазоне геологических образований, начиная от допалеозойских и палеозойских пород южной периферии Урала и Мугоджар, охватывая водоносные комплексы мезозойских (особенно меловых) отложений на равнинах, и кончая четвертичными аллювиальными образованиями речных долин, главным образом на северной половине территории. Правда, в отдельных районах, занимающих местами большие площади, эти слабоминерализованные воды залегают в окружении высокоминерализованных (соленых и рассольных) вод как по простиранию, так и в разрезе. Например, в Прикаспийской впадине, на Мангышлаке и Устюрте соленые и рассольные воды развиты большей частью в четвертичных морских, неоген-палеогеновых (за исключением сарматских известняков, развитых на ряде участков Южного Мангышлака и Устюрта и палеогеновых — в Присыртовой полосе) отложениях, а также в отложениях верхнего мела и в нижних горизонтах нижнего мела, юры и нижележащих пород. Исключение составляют водоносные горизонты альба и сеномана, а в Северном Приаралье и примугоджарской части Тургайской впадины — еще и среднего и верхнего олигоцена, где нередко содержатся пресные и слабосоленоватые воды.

Подземные воды Западного Казахстана неоднородны по степени минерализации и неодинаковы по водообильности вмещающих их отложений. На значительной территории они имеют низкую производительность: дебиты водопунктов не превышают 1—3 л/сек. К таким водоносным образованиям прежде всего относится большая часть трещинных пород допалеозоя и палеозоя Южного Уралтау — Мугоджар и Горного Мангышлака (Каратауские горы). Лишь в пределах развития песчано-карбонатных пород верхнедевонско-карбоновых структур периферийных частей Мугоджар, а также в зонах тектонических разломов и контактов изверженных пород с осадочными, реже на наиболее трещиноватых участках распространения вулканогенных пород среднего палеозоя Западных Мугоджар и ультраосновных Кемпирсайского массива Южного Урала дебиты водопунктов местами достигают 3—5 л/сек и еще реже 7—10 л/сек. В некоторых локальных структурах сильнотрещиноватых, тектонически раздробленных пород пермо-триаса южных и северных склонов Западного и Восточного Каратау (на Мангышлаке) выходят родники с расходом 1—3 л/сек, реже 5—6 л/сек.

Среди слабоминерализованных вод юрских отложений относительно повышенной производительностью характеризуются лишь некоторые водоносные горизонты нижней — средней юры Яйсанской мульды (Актюбинское Приуралье), где отдельные скважины имеют дебит до 5—9 л/сек при понижении уровня воды на 12—15 м. Невысока водообильность и сарматских известняков, широко распространенных на юге Мангышлака и Устюрта: дебиты отдельных колодцев и скважин обычно не превышают 0,5—1 л/сек и лишь редко достигают 1—3 л/сек (на Северном Устюрте и Тюбкарагане). Низкой водообильностью (0,1—2 л/сек) отличаются также массивы эоловых песков, нередко содержащих пресные воды, которые охватывают большие пространства в междуречье Волга — Урал (Нарынские пески), в Северо-Восточном Прикаспии (Каракумы), отчасти в Северном Приаралье и на юге Мангышлака. Только на отдельных массивах (Большие Барсуки, Саускан-Баскудук, Туесу) некоторые скважины при небольших понижениях показали дебиты 1—6 л/сек.

В районе распространения водоносных образований с пресной и слабосоленовой водой самую высокую водообильность имеют альб-сеноманские отложения на востоке и юго-востоке Прикаспийской впадины, в центральной части Мангышлака и в Северном Приаралье, где дебиты скважин при небольших понижениях достигают 20—40 л/сек. Повышенную производительность (с дебитами отдельных скважин

15—20 л/сек, местами больше) имеют водоносные горизонты нижнего апта и верхнего мела восточной прибортовой части Прикаспийской впадины, среднего палеогена Северного Приаралья, аллювиальных отложений речных долин Уралтау-Мугоджарского и восточной и северной частей Прикаспийского районов.

В примугоджарской полосе, на севере Прикаспия и в центральных районах Мангышлака образуется целая серия переслаивающихся в разрезе водоносных горизонтов слабоминерализованных вод, но не везде одинаково водообильных. Наряду с этим во всех артезианских бассейнах по мере удаления от их краевых частей к центру даже самые перспективные горизонты подземных вод прерываются вследствие внедрения в них менее производительных и более минерализованных разностей. В результате образуется значительная неоднородность и прерывистость в распространении подземных вод по их количественным и качественным показателям. Выявление и учет такого рода неоднородностей и спорадичности имеет исключительное значение при оценке региональных эксплуатационных ресурсов подземных вод и перспектив водообильности территорий. Насколько это важно, видно из того, что, например, в Западном Казахстане регионально высокоперспективным считается альб-сеноманский водоносный комплекс. Если бы мы исходя из этого в Прикаспийской впадине рекомендовали заложить всюду скважины для получения необходимого количества слабоминерализованных подземных вод, то, безусловно, допустили бы большую ошибку, так как здесь часто встречаются соляные купола, нередко прорванные, а также высокоминерализованные и малопродуктивные воды, которые делают более спорадичным, местами локальным развитие пластовых вод нужного количества и качества.

Такое же положение в этом комплексе отмечается и на Мангышлаке, хотя здесь нет соляных куполов, но он неоднороден по другим причинам. Гидрогеологические исследования показали большую спорадичность распространения подземных вод в сарматских отложениях, развитых на огромной площади Южного Мангышлака и Устюрта, не говоря уже о водоносных образованиях четвертичных и верхнемеловых карбонатных отложениях Прикаспийской впадины, Мангышлака и Северного Приаралья.

Кроме того, при перспективном планировании использования подземных вод для обеспечения различных водопотребителей также важен дифференцированный учет их ресурсов по реально возможной производительности водопунктов, потому что для каждой категории водопотребителей, особен-

но для крупного водоснабжения и орошения, нужна вода не вообще, а с определенными количественными показателями и нужными качественными кондициями. В частности, в современных условиях для машинного полива орошаемых площадей, очевидно, использование подземных вод с дебитами отдельных скважин менее 20—30 л/сек, групповых — менее 50—70 л/сек малоэффективно. Это заставляет при изучении и картировании эксплуатационных ресурсов подземных вод учитывать не только удельные значения этих ресурсов с единицы площади, но и реально возможные эксплуатационные расходы скважин при допустимых расчетных пониже-

Таблица 1

Группы перспективных эксплуатационных ресурсов подземных вод по степени пригодности (до 5 г/л)

Производительность водозабора	Качество подземных вод			
	А	Б	В ₁	В ₂
I ₁ } I ₂ }	IA	IB	IV ₁	IV ₂
II	IIA	IIB	IIV ₁	IIV ₂
III	IIIA	IIIB	IIIV ₁	IIIV ₂
IV	IVA	IVB	IVV ₁	IVV ₂
V	VA	VB	VV ₁	VV ₂

ниях их уровня. Величина последних при учете технических возможностей извлечения подземных вод из скважин не только в настоящее время, но и в обозримом будущем может быть принята равной 250 м.

Для дифференцированной оценки перспективных эксплуатационных ресурсов слабоминерализованных (до 5 г/л) подземных вод Западного Казахстана нами были выделены территории, различные по значениям двух основных показателей: качества подземных вод и производительности одиночных водозаборов — величине ожидаемых эксплуатационных расходов скважин при осушении водосодержащего пласта на половину мощности и сработке статического уровня воды на глубину до 250 м ниже поверхности земли.

По качественному показателю на рассматриваемой территории устанавливаются участки распространения подземных вод с минерализацией (г/л): до 1 (А), от 1 до 3 (Б), от 1 до 5 (В₁), от 3 до 5 (В₂) и более 5. По производительности водозаборов выделяются площади с ожидаемыми эксплуатационными расходами отдельных скважин (по преобладанию): более 50 л/сек (I₁) и 20—50 л/сек (I₂), 5—20 л/сек (II), 1—5 л/сек (III), менее 1 л/сек (IV) и пестрые по степени производительности, главным образом не более 1 л/сек (V). При учете

этих показателей на рассматриваемой территории может быть выделено до 20 групп эксплуатационных ресурсов слабоминерализованных подземных вод (табл. 1).

Такое деление перспективных эксплуатационных ресурсов слабоминерализованных подземных вод в практическом отношении определяет степень пригодности их для использования в различных отраслях народного хозяйства или различными категориями водопотребителей, предъявляющих определенные требования к количеству и качеству вод. Например, для питьевого водоснабжения требуются в основном подземные воды высокого качества групп IA — для крупных водопотребителей (города, промышленные объекты, крупные населенные пункты), IIA — для средних водопотребителей (обычные сельскохозяйственные и небольшие промышленные объекты) и IIIA, отчасти IIIB — для мелких водопотребителей (объекты отгонного животноводства, временные производственные объекты, полевые станы). Для орошения пригодны воды групп IA, реже IB и IIA.

В настоящей статье приведены лишь результаты оценки региональных эксплуатационных ресурсов средне- и высокопроизводительных подземных вод Западного Казахстана с дебитами скважин более 5—20 л/сек, т. е. наиболее высоких по степени водообильности и качеству групп IA, IB, IIA, IIIB и отчасти IIВ₁, пригодных для использования средних и крупных водопотребителей, включая орошение земельных угодий. Эти категории ресурсов охватывают главным образом территорию Подуральского плато и прилегающих участков Предсыртовых равнин Прикаспийской впадины, Актюбинского Приуралья, значительную часть Северного Приаралья и Центрального Мангышлака.

При оценке региональных эксплуатационных ресурсов на этих участках нам нужно учесть, что чем выше требования к производительности и качеству подземных вод, тем больше значение их спорадичности ввиду внедрения в них водоносных слоев более низкой производительности и более высокой минерализации вод. Например, даже в толще самого перспективного водоносного комплекса альб-сеноманских отложений Подуральского плато встречаемость высокопроизводительных (в частности, с ожидаемыми расходами скважин более 30 л/сек) пресных вод значительно меньше, чем встречаемость слабосоленоватых вод с меньшей производительностью. Причем доля вскрытия высокопроизводительных пресных вод уменьшается здесь в целом по мере движения с востока на запад (за исключением крайней восточной части плато), а в Северном Приаралье — с севера на юг. К тому же приходится принимать во внимание возможность размеще-

Перспективные эксплуатационные ресурсы высокопроизводительных пресных и слабосоленых подземных вод Западного Казахстана

Таблица 2

Район	Группа ресурсов	Площадь, тыс. км ²		Мощность толщи, м		Водоотдача	Модуль подземного стока, л/сек. • км ²	Региональные эксплуатационные ресурсы, м ³ /сек		
		общая	расчетная	общая	осушения			за счет вековых запасов	за счет естественных ресурсов	суммарные
Прикаспийская впадина	I А	26,5	13,2	70	35	0,14	0,3	41,0	4,0	45,0
	I Б	12,0	4,8	60	30	0,12	0,2	11,0	1,0	12,0
	II А	14,0	7,0	50	25	0,14	0,3	15,5	2,1	17,6
	II Б	38,2	11,4	50	25	0,11	0,2	20,0	2,3	22,3
	II В	33,4	6,7	50	25	0,10	0,15	10,6	1,0	11,6
	Итого	124,1	43,1	—	—	—	—	98,1	10,4	108,5
Северное Приаралье	I А	4,9	2,4	60	30	0,12	0,2	5,5	0,5	6,0
	I Б	10,6	4,2	50	25	0,12	0,15	8,0	0,6	8,6
	II А	4,3	2,1	50	25	0,12	0,2	4,0	0,4	4,4
	II В	5,8	1,7	50	25	0,10	0,15	2,7	0,3	3,0
	Итого	25,6	10,4	—	—	—	—	20,2	1,8	22,0
Горный Мангышлак	I Б	2,0	1,0	60	30	0,12	0,10	2,3	0,1	2,4
	II В	1,8	0,7	50	25	0,11	0,10	1,2	0,1	1,3
	Итого	3,8	1,7	—	—	—	—	3,5	0,2	3,7
По всей территории	I А	31,4	15,6	—	—	—	—	46,5	4,5	51,0
	I Б	24,6	10,0	—	—	—	—	21,3	1,7	23,0
	II А	18,3	9,1	—	—	—	—	19,5	2,5	22,0
	II В	40,0	12,1	—	—	—	—	21,2	2,4	23,6
	II В ₁	39,2	8,4	—	—	—	—	13,3	1,3	14,6
	Всего	153,5	55,2	—	—	—	—	121,8	12,4	134,2

ния водозаборов не равномерно на всей площади расчетной территории, а концентрировано, на наиболее рациональных в гидрогеологическом и экономическом отношении участках. Это также снижает процент привлечения как вековых, так и естественно возобновляемых ресурсов подземных вод в эксплуатацию.

Учитывая отмеченные положения и возможности одновременного включения в работу всех водосборных сооружений со сроком их эксплуатации в среднем 50 лет, нами определены перспективные эксплуатационные ресурсы на участках распространения пресных (А) и слабосоленоватых (Б и отчасти В₁) подземных вод с ожидаемыми расходами скважин 5—20 л/сек (II), 20—50 л/сек (I) и более. Такие воды спорадически распространены в целом на площади 154 тыс. км² (или около 21% территории Западного Казахстана) и имеют общие эксплуатационные ресурсы 134,2 м³/сек, из них пресные (А) — 73 м³/сек, слабо- и среднесоленоватые (Б и В₁) — 61,2 м³/сек (табл. 2).

Дифференцированный учет и картирование перспективных эксплуатационных ресурсов показали, что наиболее высокопроизводительные (более 20 л/сек) пресные подземные воды (IA), которые могут быть рекомендованы для водоснабжения крупных водопотребителей и орошения, спорадически развиты лишь в восточной части Подуральяского плато и на севере Северного Приаралья в толще меловых, местами четвертичных аллювиальных и эоловых отложений на площади более 31 тыс. км². Региональные эксплуатационные ресурсы их составляют 51 м³/сек. При зарегулировании поверхностного стока они могут уменьшаться на некоторую сумму (примерно на 1,5—2 м³/сек) вследствие сокращения доли привлечения естественных ресурсов подземных вод, достигающих здесь 4,5 м³/сек.

Естественно, что эксплуатационные ресурсы высокопроизводительных подземных вод прежде всего будут использованы для водоснабжения городов, промышленных и сельскохозяйственных объектов. На территории и вблизи формирования этих ресурсов размещены такие крупные водопотребители, как Актюбинск, Алга, Октябрьск, Хромтау, Эмба, Челкар, Шубарши, ряд районных центров и много других населенных пунктов. Но перспективная водопотребность их не такая уже большая — до 9—10 м³/сек. Следовательно, после использования подземных вод группы IA для водоснабжения остается еще около 40 м³/сек, которые и могут быть направлены на орошение полей, в том числе для создания орошаемых культурных лугов и пастбищ, повышения урожайности естественных кормовых угодий. В пределах рас-

смаатриваемой территории за счет их, при среднем расходе оросительной воды 0,8—1 л/сек на 1 га земли, можно организовать орошение на площади 40—50 тыс. га.

Для орошения может быть использована и часть высокопроизводительных (с ожидаемыми расходами более 20 л/сек), но слабосоленоватых подземных вод (группа IБ), региональные эксплуатационные ресурсы которых достигают 23 м³/сек. Они образуются на юго-западе Примугоджарья, в северной и центральной частях Северного Приаралья в толще палеоген-меловых и отчасти четвертичных эоловых отложений, а в центральной (горной) части Мангышлака — в водоносных горизонтах верхнего альба спорадически на площади около 25 тыс. км.² В составе этих ресурсов общее количество подземных вод с минерализацией от 1 до 1,7—2 г/л, которая считается безвредной для поливов в условиях легких и средних грунтов, достигает 10—12 м³/сек. Оно также может быть использовано для увеличения площадей орошения еще на 10—15 тыс. га.

Пресные, слабо- и среднесолоноватые воды, в пределах распространения которых можно реализовать получения расходов из одиночных эксплуатационных водозаборов 5—20 л/сек (группа ресурсов IА, IБ и IВ₁), в Западном Казахстане формируются спорадически на большой площади — около 100 тыс. км.². Они широко развиты в Западном Примугоджарье (в меловых горизонтах), Актюбинском Приуралье (в меловых, юрских и отчасти в верхнепалеозойских породах), Орском грабене (в карбоновых, юрских и мел-палеогеновых осадках) и в центральной части Подуральского плато (в альб-сеноманских горизонтах). Здесь группы ресурсов IА, IБ и IВ локализованы лишь на отдельных участках (примерно на площади 25 тыс. км.²) в результате сильной изменчивости по степени минерализации воды и коллекторских свойств водовмещающих пород (в Орском грабене и Яйсанской мульде), местами вследствие их размывости или сокращения мощности (в Западном Примугоджарье), а в Подуральском плато, кроме того, под влиянием часто встречающихся соляных куполов со сложной тектоникой. Эти группы ресурсов формируются также локально (на площади около 4,5 тыс. км.²) в толще мел-палеогеновых отложений в северной и центральной частях Северного Приаралья, верхнеальбских и отчасти пермо-триасовых пород в Прикаратауских долинах Горного Мангышлака.

Общие эксплуатационные ресурсы отмеченных групп в сумме составляют 60,2 м³/сек, в том числе группы ресурсов IА (пресных вод) — 22 м³/сек, IБ и IВ₁ (слабо- и среднесолоноватых вод) — 38,2 м³/сек. Большая часть их — соответ-

ственно 17,6 и 33,9 м³/сек — распространена на указанных участках Прикаспийского района и лишь часть в Северном Приаралье (4,4 и 3 м³/сек) и на Мангышлаке (1,3 м³/сек). Эти ресурсы (или во всяком случае наиболее слабоминерализованные их разности, а после опреснения оставшая часть) могут быть направлены на обеспечение потребности средней категории водопотребителей и небольших площадей оазисного орошения.

Такой реальный учет и дифференцированный подход к определению рекомендуемых прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод Западного Казахстана комплексно по их качеству и количеству позволяет более реально планировать на перспективу использование этих вод для различных категорий водопотребителей, в том числе и для орошения.



УДК 556.38.574.41

Ж. В. МУРТАЗИН

РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ХРЕБТА ЧИНГИЗ, ЕГО ОБРАМЛЕНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Разнообразие геолого-структурных, геоморфологических и других условий определяет необходимость выделения на рассматриваемой территории ряда гидрогеологических подрайонов с различной обеспеченностью эксплуатационными ресурсами подземных вод. Однако подземные воды в отличие от других видов полезных ископаемых подвижны, а запасы их возобновляемы. Поэтому выбор метода с учетом гидрогеологических особенностей района для оценки ресурсов является одной из основных задач. Мы придерживаемся методики У. М. Ахмедсафина, предложенной им в монографической работе «Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана»

(1964). На сильно пересеченных площадях, где формирующиеся подземные воды трещиноватой зоны кристаллических пород находятся под постоянным дренирующим воздействием

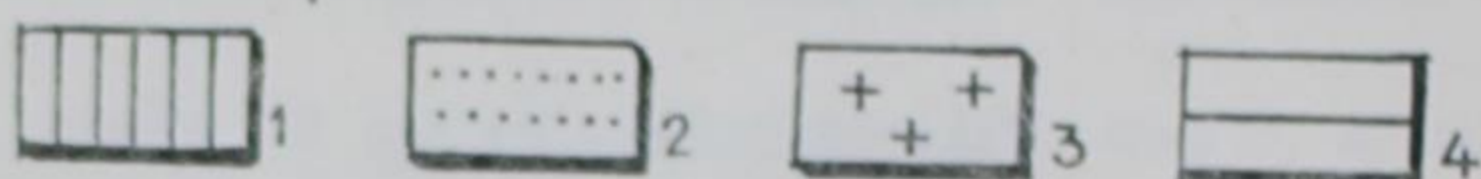


Схема гидрогеологического районирования. 1 — подрайон Чингизских гор и их отрогов; 2—4 — подрайон возвышенного мелкосопочника: 2 — участки распространения поровых вод рыхлообломочных четвертичных отложений, 3 — участки распространения трещинных вод гранитоидов, 4 — участки распространения трещинных вод эффузивно-осадочных и осадочно-эффузивных пород палеозоя

ем естественных дрен, ресурсы подземных вод нами оцениваются только по суммарному родниковому стоку. Переходя к районированию, следует отметить, что освещаемая площадь, по У. М. Ахмедсафину (1963), относится к возвышенному мелкосопочнику с участками низкогорий Восточного Казахстана.

Возвышенный мелкосопочник с участками низкогорий

Возвышенный мелкосопочник с участками низкогорий в административном отношении занимает восточную часть Абаевского, северную — Чубартауского и Аягузского, западную — Жарминского и Чарского районов Семипалатинской области. В его пределах обособляются Чингизские горы. К востоку, северо-востоку и юго-западу от Чингизских гор располагаются разобщенные возвышенности, где преобладают мелкосопочные формы рельефа, разделенные широкими долинами. Приподнятое в гипсометрическом отношении положение Чингизских гор накладывает определенный отпечаток не только на климат, гидрографию самих гор, но и на прилегающие к ним участки, поэтому водообеспеченность и

практическая значимость их существенно различаются. Это и позволило в пределах территории выделить два гидрогеологических подрайона: подрайон Чингизских гор и их отрогов, подрайон возвышенного мелкосопочника (см. рис.).

Подрайон Чингизских гор и их отрогов

Чингизские горы, вытянутые на 230 км в северо-западном направлении, состоят из нескольких разобщенных горных хребтов: Чингизтау, Кан-Чингиз, Акчатау. Подрайон занимает площадь 17 тыс. км² в наиболее возвышенной части территории (абс. отм. 1000—1300 м) и дренируется многочисленными ущельевидными долинами рек. Относительное превышение над окружающими формами рельефа составляет 400—600 м. По гребню этих хребтов проходит главный Балхаш-Иртышский водораздел, на склонах которого формируется множество ручьев, дающих начало рекам, стекающим в бассейны р. Иртыш и оз. Балхаш. В геологическом строении подрайона принимают участие допалеозойские и палеозойские отложения различного генезиса и литолого-петрографического состава, прорванные изверженными породами. Разновозрастный комплекс трещиноватых пород на пологих склонах гор и межгорных понижений перекрыт маломощным чехлом четвертичных отложений мощностью 2—3 м и более преимущественно элювиально-делювиального, пролювиального генезиса. Практически водоносность кристаллических пород определяется в основном их трещиноватостью. Так как верхняя выветрелая и трещиноватая, наиболее доступная для свободной циркуляции подземных вод зона мощностью от 20—30 до 50—60 м находится под постоянным дренирующим воздействием гидросети, расходы родников испытывают значительные изменения. Наиболее глубокое залегание трещинных вод (до 10—20 м и более) наблюдается на склонах и водоразделах, наименее глубокое (до 5—10 м) — прослеживается на дне долин и у оснований склонов. Дебиты водоисточников колеблются от 0,1—0,5 до 5—20 л/сек. Подземные воды обладают хорошим питьевым качеством: сухой остаток их редко превышает 0,5 г/л. Некоторое увеличение минерализации (0,5—1 г/л и более) происходит по мере удаления от областей питания.

Значение родникового стока, по результатам единовременного замера расходов рек в межень (1957 г.) с единицы площади, колебалось от 2—5 до 10 л/сек (среднее 2,5 л/сек с 1 км²). Однако в последующие более засушливые годы (1960—1964), когда стока в межень не наблюдалось, значение подземного стока, определенное по родниковому, в среднем составляло 0,25 л/сек при фиксируемых колебаниях до

0,06—0,4 л/сек с 1 км². Ежегодно возобновляемые ресурсы (на площади 17 тыс. км² при модуле стока 0,25 л/сек с 1 км²) достигают 1,3 млн. м³ (4,2 м³/сек), модуль эксплуатационного расхода (расходный модуль) равен 0,25 л/сек с 1 км² (при нормальном использовании 0,5 л/сек). Ввиду сильной дренированности территории для заложения эксплуатационных на воду скважин наибольший интерес представляют только участки распространения известняков и локальных трещинных зон, развитые вдоль обновленных разломов. Ниже уровня местных дрен породы слабо трещиноваты и отличаются очень низкой водообильностью. Эксплуатировать подземные воды рекомендуется с помощью скважин глубиной до 100 м, максимальные дебиты которых на благоприятных участках могут достигать 10—20 л/сек. Однако максимальная эксплуатационная возможность выработки должна определяться размерами водосборной площади, с которой осуществляется сток. Поэтому при выборе мест накопления трещинных вод для заложения скважин должна учитываться площадь дренирующего воздействия путей циркуляции, обеспечивающих подземный сток к нему. Здесь размещены пастбищные угодья животноводческих совхозов административных районов Семипалатинской области. Наличие естественных водоисточников и пастбищ с ограниченными возможностями сенокосения предопределило развитие исключительно пастбищного животноводства. Для водоснабжения используются как подземные, так и поверхностные воды, сток распределен неравномерно по площади и по годам и особенно по сезонам года. Поэтому возникает необходимость регулирования стока, чтобы более равномерно использовать воду в засушливые периоды для нужд народного хозяйства.

Подрайон возвышенного мелкосопочника

Возвышенный мелкосопочник занимает северо-восточную и юго-западную части территории. Рельеф волнисто-всхолмленный. Абсолютные отметки поверхности колеблются от 700—800 м на юго-западе до 600—700 м на севере и северо-востоке. На северо-востоке группа невысоких сопок и гряд чередуется с мелкосопочными понижениями и долинами, на фоне которых выделяются останцовые горы и возвышенный мелкосопочник с абсолютными отметками 900—1000 м и более (Ордатас — 1061 м, Сарытау — 1097 м и др.). В подрайоне в зависимости от приуроченности подземных вод к определенным возрастным и литолого-петрографическим комплексам пород, водообильности, водоаккумулирующей способности и дренированности горизонта (комплекса), опре-

деляющих их практическую значимость, выделяются три участка: 1 — участок распространения поровых вод четвертичных отложений; 2 — участок распространения трещинных вод гранитоидов; 3 — участок распространения трещинных вод эффузивно-осадочных и осадочно-эффузивных отложений палеозоя.

Участок распространения поровых вод рыхло-обломочных четвертичных отложений занимает область опусканий, о чем свидетельствуют сравнительно большие мощности неоген-четвертичных отложений. Они отграничены от окружающих возвышенных участков, сложенных кристаллическими породами, тектоническими уступами. На участке встречены выдержанные горизонты грунтовых вод в песчано-гравийных аллювиальных и аллювиально-пролювиальных осадках четвертичного возраста. Глубина залегания их изменяется от 0,5 до 20 м. В аллювии рек Чаган, Карааулозек, Корык подземные воды вскрыты на глубине от 1 до 16 м, в долине р. Баканас — на глубине от 0,5 до 10,3 м. Дебиты скважин и колодцев изменяются от 0,1 до 4—8 л/сек при динамических уровнях 5—10 м. При этом более высокие дебиты устанавливаются в прирусловом аллювии рек. Минерализация воды изменяется от 1 до 3 г/л. Пресные воды до 1 г/л распространены в аллювиальных и аллювиально-пролювиальных гравийно-галечниковых отложениях. Эксплуатация их налажена шахтными колодцами во всех крупных долинах рек. Опыт эксплуатации показывает, что воды в достаточном для питьевого водоснабжения количестве (от 1 до 10 л/сек) можно получить в долинах рек путем проходки неглубоких шахтных и трубчатых колодцев. Вследствие отсутствия надежных водоупоров в кровле водонасыщенных песчано-гравийных четвертичных осадков загрязнение возможно из-за отсутствия канализации и неорганизованного сброса хозяйственно-бытового стока в крупных поселках. Многолетние ресурсы грунтовых вод при коэффициенте водоотдачи 0,15, средней мощности 5 м и площади 6 тыс. км² достигают 4,5 млрд. м³, а удельная водообеспеченность — 75 тыс. м³ на 1 км². Эксплуатационные ресурсы при использовании половины многолетних в течение 50 лет будут равны 2,8 м³/сек, модуль эксплуатационного расхода (расходный модуль) — 0,46 л/сек с 1 км². Ежегодно возобновляемые ресурсы грунтовых вод аллювиальных и аллювиально-пролювиальных отложений составляют 4,3 м³/сек. Из них 3,5 м³/сек сосредоточено в Абаевской равнине, 0,68 м³/сек — в Чубартауской, 0,017 м³/сек — в аллювии р. Чаган, 0,018 м³/сек — в долине р. Карааулозек, 0,046 м³/сек — в аллювии р. Баканас и 0,033 м³/сек — в аллювии р. Корык.

Общие эксплуатационные ресурсы грунтовых вод участка, включая и ежегодно возобновляемые, определяются цифрой $7,1 \text{ м}^3/\text{сек}$, модуль эксплуатационного расхода $1,18 \text{ л/сек}$ с 1 км^2 (при нормальном использовании $2,36 \text{ л/сек}$). Высокая производительность скважин и колодцев, питающихся грунтовыми водами, и сравнительно хорошее качество их при небольшой глубине залегания делают эти воды пригодными для питьевого и хозяйственного водоснабжения. При правильном размещении водозаборов проблема сельскохозяйственного водоснабжения участка может быть успешно решена за счет местных источников водоснабжения. Так, например, водоснабжение поселка и железнодорожной станции Жарма до 1956 г. осуществлялось за счет подземных вод аллювиальных отложений. Вода песчано-глинистых отложений из двух галерей (первая выложена бетонными трубами диаметром $0,8 \text{ м}$ и длиной $65,5 \text{ м}$, вторая — плитчатым камнем $0,7 \times 0,8 \text{ м}$ длиной $64,5 \text{ м}$) самотеком поступала в водоприемный колодец глубиной 8 м и диаметром 3 м , откуда насосами подавалась в разводящую водопроводную сеть. В наиболее засушливые годы наблюдалось падение уровня подземных вод ниже отметки дна галереи, что затрудняло подачу необходимого количества воды потребителям. Сейчас основной водозабор отремонтирован и законсервирован, а водоснабжение осуществляется за счет вспомогательного водозабора, расположенного северо-западнее фермы Нарбота. Подземная вода трещиноватой зоны кристаллических пород, каптируемая двумя самоизливающимися скважинами (суммарный дебит на самоизливе 6 л/сек), поступает в разводящую сеть и подается для удовлетворения хозяйственно-питьевых нужд предприятий железнодорожной станции Жарма, поселка и отделения совхоза «Жарминский». Общая потребность в воде составляет 5 л/сек , в том числе для хозяйственно-питьевых целей — $3,5 \text{ л/сек}$. За период эксплуатации водозабора перебоев из-за снижения дебита скважин не отмечено.

Источником водоснабжения центральных усадеб совхозов им. Чокана Валиханова, «Коктальский» и «Сарыкамышский» служит групповой водозабор, функционирующий с 1973 г. Водозабор каптирует подземные воды аллювиальных отложений и верхней трещиноватой зоны кристаллических пород в долине р. Баканас вблизи центральной усадьбы совхоза им. Чокана Валиханова. Суммарный расход водозабора около 25 л/сек . В водонапорную систему подключены два резервуара общей емкостью 1200 м^3 . Протяженность водовода около 45 км . Вода к потребителям подается самотеком, разница абсолютных отметок 30 м .

В связи с ростом населения потребность в воде в перспективе административного центра Абай и его предприятий возрастает до 40 л/сек. Строительство группового водозабора для захвата подземных вод, заключенных в средне- и верхнечетвертичных аллювиальных отложениях долины р. Караулозек, начато в 1974 г. По материалам детальной разведки, запасы по сумме промышленных категорий составляют 66 л/сек. Для сопоставления укажем, что расход реки 95%-ной обеспеченности составляет 70 л/сек, а среднемноголетний — 349 л/сек. Ширина аллювиального потока 4 км. Водовмещающие породы представлены гравийно-галечниковыми образованиями с песчаным заполнителем, средняя мощность 8,3 м. Коэффициент фильтрации 44,2 м/сут, коэффициент уровнепроводности $0,444 \cdot 10^3$ м²/сут, коэффициент водоотдачи 0,2. Общая минерализация вскрытых выработками вод изменяется от 0,3 до 0,6 г/л. По составу это преимущественно гидрокарбонатные кальциевые воды с общей жесткостью до 5 мг-экв/л.

Участок распространения трещинных вод гранитоидов занимает различные по величине и форме массивы, сложенные в основном биотитовыми аляскитовыми гранитами, гранит-порфирами и гранодиоритами различной зернистости. Водоносность их различна и в зоне выветривания predetermined наличием систем взаимно пересекающихся раскрытых трещин. Воды, приуроченные к выветрелой зоне изверженных пород у подножия сопкок, на дне расчленяющей эрозионной сети или на контакте с менее трещиноватыми породами, или же зон тектонических нарушений дают начало родникам, ручьям с расходами от 0,05 до 5—10 л/сек. На использовании вод гранитоидов основано водоснабжение животноводческих ферм и других пунктов отгонного животноводства. Условия накопления вод в трещиноватой зоне обеспечивают их стерильность. Трещинные воды гранитоидов обладают значительными многолетними ресурсами. Если, учитывая неравномерную трещиноватость, в расчет взять $\frac{2}{3}$ от всей площади, т. е. 640 км², среднюю мощность, равную 30 м, и коэффициент водоотдачи 0,02, то многолетние прогнозные ресурсы их составят 384 млн. м³ или 400 тыс. м³ на 1 км² площади. Эксплуатационные ресурсы при использовании половины многолетних в течение 50 лет составят 0,25 м³/сек (при нормальном использовании 0,5 м³/сек). Ежегодно возобновляемые ресурсы (при модуле подземного стока 0,1 л/сек с 1 км² и площади 960 км²) равны 3,018 млн. м³ (96 л/сек).

Общие прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод зоны открытой трещиноватости гранитоидов, вклю-

чая и ежегодно восполняемые, составят 346 л/сек. Модуль эксплуатационного расхода (расходный модуль) 0,36 л/сек с 1 км², при нормальной эксплуатации его можно довести до 0,72 л/сек с единицы площади. Водообеспеченность участка дает основание считать, что осуществляемая в настоящее время эксплуатация трещинных вод на площади распространения гранитоидов использует далеко не все возможности. Число используемых водоисточников в гранитоидах может быть значительно увеличено за счет проходки новых колодцев и скважин. При этом более перспективными для заложения эксплуатационных скважин на воду (глубиной до 100 м) являются участки повышенной трещиноватости, фиксируемые вдоль обновленных тектонических нарушений, где можно построить групповой водозабор с дебитом, могущим обеспечить потребность в воде совхоза, колхоза и рабочего поселка. Для увеличения дебита и улучшения качества воды эксплуатируемых в данное время естественных водопроявлений следует оборудовать их простейшими водокаптажными сооружениями и производить периодически чистку.

Участок распространения трещинных вод эффузивно-осадочных и осадочно-эффузивных пород палеозоя на северо-востоке и юго-западе территории занимает в основном мелко-сопочные формы рельефа. Из-за слабой расчлененности и дренированности водопроявлений на этой площади мало, поэтому практически народнохозяйственная значимость естественных угодий участка исторически определялась дебитом и качеством воды существующих родников. Так же как и на предыдущем участке, из-за отсутствия поверхностных водоисточников подземные воды зоны открытой трещиноватости кристаллических пород являются основным источником водоснабжения. Скважины и колодцы на этом участке обеспечивают расход до 1 л/сек и более. Источником водоснабжения совхозов «Бельтерек» и им. Ауэзова служат буровые скважины глубиной 30—50 м с дебитом 2—3,4 л/сек, оборудованные электропогруженными насосами. В настоящее время водоснабжение базируется на использовании вод немногочисленных родников и колодцев, из-за неравномерности распределения которых территория под пастбища используется вблизи источников.

Прогнозные многолетние ресурсы подземных вод, если, учитывая неравномерную трещиноватость и спорадичность емкостной среды для аккумуляции промышленных запасов, принять в расчет только половину всей площади распространения, равной 5800 км², при средней мощности водоносного горизонта 35 м, коэффициенте водоотдачи 0,015 составляют

1,5 млрд. м³, или 262,5 тыс. м³ на 1 км². При непрерывном использовании половины этих ресурсов в течение 50 лет эксплуатационные ресурсы будут равны 0,45 м³/сек.

Ежегодно восполняемые ресурсы, определенные по минимальному значению родникового стока с единицы площади (0,1 л/сек с 1 км², площадь 5800 км²) участка, оказались равными 18,2 млн. м³ (0,58 м³/сек).

Гидрогеологические подрайоны и участки	Много-летние ресурсы, млрд. м ³	Восполняемые ресурсы, млн. м ³ (м ³ /сек)	Эксплуатационные ресурсы, м ³ /сек	Модуль эксплуатационного расхода, л/сек
Подрайон Чингизских гор и его отрогов	—	133,6(4,25)	4,25	0,25(0,5)
Подрайон возвышенного мелкосопочника:				
участок распространения поровых вод четвертичных отложений	4,5	129(4,3)	7,1	1,18(2,36)
участок распространения трещинных вод гранитоидов	0,384	3,018(0,096)	0,346	0,36(0,72)
участок распространения трещинных вод кристаллических пород палеозоя	1,5	18,2(0,58)	1,03	0,17(0,34)
Всего по подрайону возвышенного мелкосопочника	6,384	150(4,976)	8,476	0,66(1,32)
Всего по району	6,384	283,6(9,226)	12,726	0,4(0,8)

Общие эксплуатационные ресурсы подземных вод зоны открытой трещиноватости, включая ежегодно восполняемые, определяются цифрой 1,03 м³/сек, а модуль эксплуатационного расхода (расходный модуль) — 0,17 л/сек с 1 км² — при периодическом использовании (только в дневные часы суток) может быть увеличен вдвое, т. е. доведен до 0,34 л/сек с 1 км². Вследствие различного характера развития трещин условия для повсеместного получения из них подземных вод в необходимом количестве весьма сложны. Поэтому при выборе мест заложения выработок предпочтение следует отдавать участкам усиленной трещиноватости или же месту непосредственного выхода подземных вод на дневную поверхность. На этих участках выработки, как правило, обнаруживаются более высокие дебиты, чем в самих родниках, так как в них при эксплуатации можно создать необходимое

понижение уровня вод. Кроме того, в ложбинах стока и на участке, где трещиноватые породы перекрыты элювием, можно рекомендовать увеличение насыщенности существующих водоисточников за счет заложения неглубоких, до 25 м, шахтных и трубчатых колодцев. Существующие и вновь создаваемые небольшие объекты народного хозяйства могут быть обеспечены доброкачественной питьевой водой за счет использования подземных вод участка.

Общие эксплуатационные ресурсы подземных вод подрайона возвышенного мелкосопочника $8,476 \text{ м}^3/\text{сек}$. При нормальном использовании воды модуль эксплуатационного расхода (расходный модуль) с единицы площади можно увеличить с 0,66 до 1,32 л/сек. Таким образом, все учтенные прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод региона (площадь $29\,760 \text{ км}^2$) составляют $12,7 \text{ м}^3/\text{сек}$ (при нормальной эксплуатации в вегетационный период и в определенные часы суток эксплуатационные ресурсы можно увеличивать до $25,4 \text{ м}^3/\text{сек}$). Модули эксплуатационных расходов (расходные модули) при этом будут соответственно равны 0,4 (0,8) л/сек с 1 км^2 (см. табл.).

В генеральной схеме водообеспечения отдельных областей Казахстана учитывается максимальное использование поверхностных вод. Подземным водам района из-за слабой изученности уделено недостаточное внимание. Поверхностный сток крупных рек Баканас и Караулозек предлагается использовать путем сооружения на них водохранилищ. Однако подземные воды в решении проблемы водоснабжения, как показывают приводимые расчеты, играют большую народнохозяйственную роль. Для мелких водопотребителей они являются единственным надежным источником водоснабжения.

В пределах подрайона возвышенного мелкосопочника размещены административные районные центры: Абай (Караул), Чубартау (Баршатас) и центральные усадьбы животноводческих совхозов «Горный», «Акчатау», «Архат», им. Жданова, «Алгабас», «Косагаш», «Кызылту», им. Чокана Валиханова, им. Тельмана и других, водоснабжение которых в настоящее время базируется на использовании как поверхностных, так и подземных вод. Основными водозаборами для эксплуатации подземных вод являются шахтные колодцы, а в совхозах им. Жданова, «Архат», «Акчатау», «Горный», «Жарминский», «Первомайский» — каптированные родники и реже скважины. В засушливые и маловодные годы населенные пункты, расположенные вблизи крупных рек (совхозы «Абай», «Алгабас», им. Тельмана, им. Жданова, им. Чокана Валиханова и др.), из-за полного

прекращения поверхностного стока испытывают недостаток в воде. Эксплуатация подземных вод рыхлообломочных отложений производится в основном колодцами, укрепленными бетонными кольцами. Для питьевых нужд воду из колодцев индивидуального пользования поднимают с помощью ворота, реже журавля. Колодцы и скважины для водопоя скота на животноводческих фермах и других пунктах отгонного животноводства оборудованы водоподъемными приспособлениями, приводимыми в действие бензиновыми двигателями. По данным Куйбышевского филиала Гидропроекта им. С. Я. Жука, Министерства строительства электростанций, занимающегося генеральной схемой водоснабжения промышленных районов Семипалатинской области, общая потребность района в воде в перспективе на 1980 г. составит 158 457 м³/сут (1834 л/сек).

Потребность в хозяйственно-питьевой воде важнейших экономических промышленных объектов (Абай, Чубартау), центральных усадеб и отделений совхозов равна 15 897 м³/сут (184 л/сек), пастбищ отгонного животноводства — 142 560 м³/сут (1650 л/сек). Решение вопросов водоснабжения промышленных районов, центральных усадеб и отделений совхозов, колхозов в перспективе на 1980 г. в условиях рассматриваемого района, если при проектировании водозаборов учитывать особенности гидрогеологии, практически не вызовет особых затруднений. На благоприятных в гидрогеологическом отношении участках и площадях эти размеры перспективного водопотребления (4—20 л/сек) могут удовлетворяться каптажем одной-двух скважин, родников.

ЛИТЕРАТУРА

Альтовский М. Е. Методическое руководство по расчету взаимодействующих артезианских и грунтовых водозаборов. М., Госгеолиздат, 1947.

Ахмедсафин У. М. Подземные воды Казахстана и возможности их использования. — «Известия АН КазССР. Сер. геол.», 1961, № 3.

Биндеман Н. Н., Бочеввер Ф. М. Региональная оценка эксплуатационных запасов пресных подземных вод. — «Сов. геол.», 1964, № 1.

Гидрогеология СССР. Т. XXXVII. Восточный Казахстан. М., «Недра», 1971.

Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана. Под ред. У. М. Ахмедсафина. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1964.

Куделин Б. И. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод. М., Изд-во МГУ, 1960.

Подземные воды пастбищных территорий Казахстана. Под ред. У. М. Ахмедсафина. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1969.

Сток подземных вод Казахстана. Под ред. У. М. Ахмедсафина. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1969.

А. К. КАЗБЕКОВ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТЕРРИТОРИИ КОКЧЕТАВСКОЙ ОБЛАСТИ

Повышение эффективности капитальных вложений является одной из ключевых проблем экономического развития отрасли. В «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 гг.» поставлена задача: «Повысить экономическую эффективность поисковых и разведочных работ и качество подготовки полезных ископаемых. Обеспечить опережающий рост разведанных запасов минерального сырья по сравнению с темпами развития добывающих отраслей промышленности».

Повышение экономической эффективности геологоразведочных работ при разведке подземных вод является важнейшей народнохозяйственной задачей. В основу определения эффективности геологоразведочных работ в условиях рассматриваемого района положена методика оценки экономической эффективности, разработанная лабораторией экономики ВСЕГИНГЕО (Лублинский, 1975) с использованием результатов исследований, осуществленных М. Е. Бронштейном, который провел анализ экономической эффективности гидрогеологических работ более чем на 101 месторождении, разведанном за последние десятилетия Казахским гидрогеологическим управлением.

Внутриотраслевая экономическая эффективность. Согласно методике ВСЕГИНГЕО, внутриотраслевая экономическая эффективность измеряется отношением фактической или планируемой себестоимости разведки единицы запасов (удельные затраты) к объективно необходимой в данных природных условиях. Объективно необходимая себестоимость может быть определена на основе нормативных удельных затрат, которые определить при малых выборках практически невозможно.

На основании анализа экономической эффективности геологоразведочных работ при разведке подземных вод на 101 месторождении Казахстана (в том числе на семи месторождениях описываемого района) М. Е. Бронштейн считает, что наиболее приемлемым путем решения задачи по определению эффективности является использование расчетного уровня ставки платы за разведанные запасы, введенной с

Таблица 1

Исходные данные по разведанным месторождениям подземных вод Северо-Казахстанской ГГЭ за 1963—1975 гг. для анализа геолого-экономической эффективности разведочных работ

Месторождение	Утвержденные запасы подземных вод, м ³ /сут		Объем буровых работ V _б , тыс. пог.м	Объем опытных работ U ₀ , тыс. бригадо-смен	Стоимость разведочных работ, тыс. руб.		
	A+B	C ₁			сметная	по фактически выполненным работам C _i	фактически затраченная на разведку C _i '
Чаглинское (район Еленовского поста)	5,6	2,6	4,27	2,59	554,6	324,0	313,5
Чаглинское (Павлодарское)	17,3	—	3,75	2,8	570,0	435,0	390,0
Васильковское (aQ)	1,81	1,38	2,10	0,80	270,0	156,0	132,0
Леонидовское (Pg ₂ ll)	7,8	2,2	4,9	0,50	190,0	160,8	160,8
Жамантузское (Pg ₂ ll)	10,4	—	2,7	0,90	157,3	124,6	94,6
Рузаевское (aQ+C ₁ v)	3,0	2,6	0,83	0,53	203,3	85,4	80,8
Естаулетовское (C ₁ t)	3,9	0,86	3,33	1,63	316,2	276,7	251,1
Кишкентайское (Q ₂)	2,6	1,9	1,42	1,34	278,0	229,3	219,7
Арыкбалыкское (PR+γ)	3,0	—	0,65	0,8	90,4	85,8	72,9
Чкаловское (Pg ₃ +PR)	2,3	0,35	2,59	1,8	259,1	220,0	183,0
Боровская курортная зона (O+PR+γ)	3,93	7,0	8,84	3,72	898,9	474,8	407,0
Карасевское [Pg ₃ + (C ₁ +O+PR)]	2,6	3,0	4,6	0,9	256,0	227,0	212,0
Раздольненское (Pg ₃ +O+PR)	8,0	—	3,0	2,2	339,3	297,0	252,0
13 хозяйственных центров области (C ₁ , O, PR)	5,12	5,94	7,17	1,44	637,0	503,9	454,0
6 хозяйственных центров области	—	5,3	3,77	0,42	245,0	164,0	124,0
16 хозяйственных центров области (C ₁ , O, PR)	—	16,0	12,5	2,15	870,0	547,0	432,0
23 хозяйственных центра области (C ₁ , O, PR, γ)	—	15,0	6,29	1,2	384,0	318,6	318,6
12 хозяйственных центров области (O, PR, γ)	—	8,0	5,0	1,05	299,0	279,0	222,0

1 января 1975 г. для возмещения горнодобывающей промышленностью затрат на поиски и разведку твердых полезных ископаемых, а также нефти и газа. Кроме того, основными факторами, влияющими на эффективность геологоразведочных работ по разведке подземных вод, он считает количество разведанных запасов подземных вод, показатель эффективности буровых работ, показатель эффективности опытных работ, стоимость производственных фондов, использованных при разведке данного месторождения.

Ниже приведены результаты расчета этих параметров, характеризующие эффективность геологоразведочных работ по разведке подземных вод на территории Кокчетавской области. Исходные данные приведены в таблице 1. Расчет проводится по следующим формулам, принятым в работе:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{A+B} + 1/3 Q_{C_1}; \quad (1)$$

$$Q' = Q_{A+B} + Q_{C_1}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{пр}}$ — сумма разведанных запасов подземных вод, приведенная к категориям $A+B$;

Q_{A+B} — сумма разведанных запасов подземных вод по категориям $A+B$;

Q_{C_1} — то же, по категории C_1 ;

Q' — сумма разведанных запасов по категориям $A+B+C_1$.

Общественно необходимые затраты на прирост разведанных запасов наиболее полно выражаются через удельные затраты:

$$УЗ = \frac{C'_i}{Q_{\text{пр}}}; \quad (3)$$

$$УЗ' = \frac{C_i}{Q'}, \quad (4)$$

где $УЗ$; $УЗ'$ — удельные затраты, себестоимость единицы разведанных запасов, руб·м³/сут;

C_i — фактическая стоимость выполненных работ, тыс. руб.

Удельные затраты на единицу разведанных запасов подземных вод являются необходимым показателем для решения многих практических задач: планирования ассигнований на разведку, оценку качества и эффективности проведенных работ, обоснования путей снижения себестоимости, контроля за качеством проектно-сметной документации и др. Разнообразии условий проведения разведки настолько велико, что даже среднее значение удельных затрат, вычис-

ленное по большому числу месторождений, оказывается неустойчивым и трудносопоставимым (табл. 1). Поэтому, по мнению ряда исследователей, укрупненный уровень ставки платы за разведанные запасы подземных вод наиболее близко выражает величину общественно необходимых затрат на прирост разведанных запасов по отдельным месторождениям и по группе месторождений.

Укрупненный уровень ставки платы за разведанные запасы подземных вод может быть определен по формулам

$$C_T = \frac{C'_i(1+E)}{Q_{\text{пр}}}; \quad (5)$$

$$C'_T = \frac{Ci(1+E)}{Q'}, \quad (6)$$

где C_T — уровень ставки платы за разведанные запасы, руб·м³/сут;

E — коэффициент нормативной эффективности.

Согласно стандарту СН, 423,71, нормативный срок окупаемости капитальных вложений для условий Казахской ССР установлен 8 лет:

$$\mathcal{E} = \frac{Q_{\text{пр}}}{C_i}, \quad (7)$$

где \mathcal{E} — эффективность разведочных работ по приросту разведанных запасов, м³/сут на 1 руб. фактической затраты на разведку данного месторождения подземных вод.

Далее оцениваются показатели K_6 и K_0 :

$$K_6 = \frac{Q_{\text{пр}}}{V_6}; \quad (8)$$

$$K_0 = \frac{Q_{\text{пр}}}{V_0}, \quad (9)$$

где K_6 — показатель эффективности буровых работ, равный количеству разведанных запасов подземных вод, приходящемуся на 1 м бурения;

V_6 — объем буровых работ, пог. м;

K_0 — показатель эффективности опытных работ, определяющий количество запасов подземных вод, приходящееся на 1 бригадо-смену опыта;

V_0 — объем опытных работ, бригадо-смен.

В таблицах 1 и 2 приведены исходные данные и расчет основных показателей эффективности разведочных работ Северо-Казахстанской гидрогеологической экспедиции.

Таблица 2

Расчет основных показателей эффективности геологоразведочных работ на подземные воды

Номер месторождения	$Q_{пр}$, тыс. м ³ /сут	Q' , тыс. м ³ /сут	$УЗ$, руб. м ³ /сут	$УЗ'$, руб. м ³ /сут	$С_{т.}$ руб. м ³ /сут	$С'_{т.}$ руб. м ³ /сут	$Э$, м ³ /сут на 1 руб.	K_6	K_0
1	6,47	8,2	48,45	38,2	53,7	42,8	0,02	1,5	2,5
2	17,3	17,3	22,5	22,5	25,2	25,2	0,04	4,6	6,2
3	2,27	3,19	58,1	41,4	65,1	46,4	0,02	1,08	3,37
4	8,53	10,0	18,8	16,1	21,0	18,9	0,05	1,74	17,1
5	10,4	10,4	9,1	9,1	10,2	10,2	0,11	3,85	11,5
6	3,9	5,6	20,72	14,43	23,2	16,2	0,05	4,6	7,35
7	4,15	4,76	60,5	52,8	67,8	51,1	0,02	1,25	2,54
8	3,2	4,5	68,7	48,8	76,9	54,7	0,01	2,25	2,38
9	3,0	3,0	24,3	24,3	27,2	27,2	0,04	4,62	1,66
10	2,45	2,65	74,7	69,1	83,3	77,4	0,01	0,94	1,36
11	6,26	10,93	65,0	38,0	72,8	48,5	0,01	0,70	1,68
12	3,6	5,6	58,9	37,9	66,0	42,4	0,02	0,78	4,0
13	8,0	8,0	31,5	31,5	35,3	35,3	0,03	2,67	3,64
14	7,10	11,1	63,9	39,1	71,6	46,0	0,01	0,99	4,93
15	1,7	5,3	73,0	23,4	81,7	26,2	0,01	0,55	4,04
16	5,3	16,0	81,5	26,0	91,3	29,1	0,01	0,42	2,46
17	5,0	15,0	63,7	21,2	71,3	23,7	0,01	0,79	4,16
18	2,7	8,0	81,5	27,7	91,3	31,0	0,01	0,54	2,70
Сумма	101,3	149,5	44,6	30,2	49,91	33,82	0,03	1,87	4,76

Основные геолого-экономические параметры конкретных разведанных месторождений подземных вод, по которым получен прирост запасов, учитываются путем дифференциации укрупненных ставок платы по каждому месторождению. Формулы укрупненной ставки (5), (6) можно представить в следующем виде:

$$C_T = Y + EY = Y(1 + E), \quad (10)$$

где $Y = \frac{C_i}{Q_{пр}}$, т. е. удельные затраты на прирост разведанных запасов на соответствующем уровне, руб. м³/сут.

Расчет ставки платы за единицу запасов подземных вод производится по формуле

$$C_{т. ед. зап} = Y + (E \cdot Y \cdot T), \quad (11)$$

где T — коэффициент, дифференцирующий укрупненную ставку платы за разведанные запасы применительно к конкретному месторождению.

В обобщенном виде основные экономические особенности эксплуатации любого месторождения полезных ископаемых выражают срок окупаемости капитальных вложений.

В таблице 3 приведены значения T для различных сроков окупаемости, подсчитанные М. Е. Бронштейном (1975).

Таблица 3

Шкала ценностных коэффициентов

Срок окупаемости капитальных вложений t , лет	Шкала ценностных коэффициентов T	Срок окупаемости капитальных вложений t , лет	Шкала ценностных коэффициентов T
1	8	11,0	0,73
1,5	5,3	11,5	0,69
2,0	4,0	12,0	0,67
2,5	3,2	12,5	0,64
3,0	2,67	13,0	0,62
3,5	2,28	13,5	0,59
4,0	2,0	14,0	0,57
4,5	1,78	14,5	0,55
5,0	1,60	15,0	0,53
5,5	1,45	16,0	0,50
6,0	1,33	16,5	0,48
6,5	1,23	17,0	0,47
7,0	1,15	17,5	0,46
7,5	1,07	18,0	0,44
8,0	1,00	18,5	0,43
8,5	0,94	19,0	0,42
9,0	0,89	—	—
9,5	0,84	20,0	0,40
10,0	0,80	—	—
10,5	0,76	—	—

При нормативном сроке окупаемости $t=8$ лет величина T всегда будет равна единице. Этот вывод следует также из сравнения формул (10) и (11):

$$\frac{C_{\text{т}}}{C_{\text{т. ед. зап}}} = \frac{Y(1+E)}{Y(1+E)} = 1. \quad (12)$$

В случае, когда величина $T \neq 1$, формула (12) позволяет определить величину T , а по ней, пользуясь таблицей 3, можно найти срок окупаемости капитальных вложений t . При этом геологоразведочные работы следует считать эффективными, если расчетный срок окупаемости t равен 8 годам или меньше.

Расчет основных показателей эффективности разведочных работ СКГГЭ на подземные воды для каждого объекта приведен в таблице 2.

В условиях проведения гидрогеологических работ Северо-Казахстанской гидрогеологической экспедицией укрупненный уровень ставки платы за разведанные запасы подземных вод T при оценке запасов по промышленным категориям $A+B$ составляет $49,91 \text{ руб} \cdot \text{м}^3/\text{сут}$, а при оценке запасов по сумме категорий $A+B+C_1$ — $33,82 \text{ руб} \cdot \text{м}^3/\text{сут}$. Ставки платы за единицу разведанных запасов (C_T) по месторождениям изменяются от 10,2 до 91,3 руб. (табл. 2).

На основании приведенных выше формул и значений T в зависимости от t нами определены сроки окупаемости затрат на геологоразведочные работы по приведенным месторождениям (табл. 4).

Таблица 4

Сроки окупаемости капитальных вложений

Номер месторождения	$Q_{\text{пр}}$	Q'	C_T	C_T'	Расчетная величина ценност. коэф. $\frac{49,91}{C_T}$ для $Q_{\text{пр}}$	Расчетная величина $\frac{33,82}{C_T}$ для Q'	Срок окупаемости t для	
							$Q_{\text{пр}}$	Q'
1	6,47	3,20	56,08	42,8	0,89	0,79	10,0	10,5
2	17,3	—	25,2	—	1,98	—	4,0	—
3	2,27	3,19	65,1	46,4	0,76	0,73	10,5	11,0
4	8,53	10,0	21,0	18,0	2,37	1,82	3,5	4,5
5	10,4	—	10,2	—	4,89	—	2,0	—
6	3,9	5,6	23,2	16,2	2,32	2,08	3,5	4,0
7	4,15	4,76	67,8	59,1	0,73	0,57	11,0	14,0
8	3,2	4,5	76,9	54,7	0,65	0,61	12,5	13,0
9	3,0	—	27,2	—	1,83	—	4,5	—
10	2,45	2,65	83,7	77,4	0,60	0,40	14,5	20,0
11	6,26	10,93	72,8	42,5	0,69	0,69	11,5	10,0
12	3,6	5,6	66,0	42,7	0,75	0,79	10,5	10,0
13	8,0	—	35,3	—	1,41	—	5,5	—
14	7,10	11,06	71,6	46,0	0,68	0,72	11,5	11,0
15	1,7	5,3	81,7	26,2	0,61	1,29	13,0	6,0
16	5,3	16,0	91,3	29,1	0,54	1,20	14,5	6,5
17	5,0	15,0	71,3	23,7	0,69	1,43	11,5	5,5
18	2,7	8,0	91,3	31,0	0,54	1,0	14,5	7,5

Как видно из расчета срока окупаемости с учетом разведанных запасов, приведенных к категории $A+B$, месторождения подземных вод № 2, 4, 5, 6, 9, 13 разведаны эффективно (8), с учетом суммы категории $A+B+C_1$, эффективны также месторождения № 15, 16, 17, 18. Если учесть, что расчетный срок окупаемости исследуемых месторождений, разведанных Северо-Казахстанской гидрогеологической

экспедицией, не превышает 14,5 лет (за исключением месторождения № 10), а эксплуатация каждого из них при оценке запасов рассчитана на 25 лет, то все месторождения подземных вод, анализируемые в данной статье, следует считать разведанными эффективно.

Народнохозяйственная экономическая эффективность разведки и эксплуатации подземных вод. Народнохозяйственным планом в Кокчетавской области предусматриваются реконструкция и создание новых населенных пунктов. К 1980 г. их будет около 600. Водопотребление их, по данным генеральной схемы водоснабжения, составит 135,7 млн. м³ в год (Тажибаев, 1969).

Водоснабжение населенных пунктов намечается за счет подземных вод посредством локальных водопроводов. Кроме того, предусматривается строительство межобластных водопроводов из рек Ишим и Иртыш (Булаевский, Пресновский, Ишимский, Беловодский водопроводы). Из Булаевского межобластного водопровода получают воду 42 совхоза и колхоза Северо-Казахстанской и Кокчетавской областей, в том числе 35 населенных пунктов Кокчетавской области.

Водозабор производится из Сергеевского водохранилища на базе круглогодичных выпусков из водохранилища. Пресновский групповой водопровод снабдит водой ряд хозяйств Северо-Казахстанской, Кустанайской и Кокчетавской областей. На северо-востоке области намечается подача воды Беловодским групповым водопроводом из р. Иртыш.

По данным Министерства мелиорации и водного хозяйства Казахской ССР, в таблице 5 приводится краткая характеристика указанных групповых водопроводов.

Для выбора наиболее эффективного с народнохозяйственной точки зрения варианта водоснабжения сельскохозяйственных объектов нами приводится сравнительный расчет окупаемости капитальных вложений при эксплуатации поверхностных вод групповым водопроводом и подземных вод локальным водопроводом.

Согласно «Типовой методике...» (1962), народнохозяйственная эффективность капитальных вложений определяется при сопоставлении эффекта и затрат. В планировании и проектировании определяется общая (абсолютная) экономическая эффективность как отношение эффекта ко всей сумме капитальных вложений, а при выборе вариантов решения хозяйственных или технических задач — сравнительная экономическая эффективность, показывающая насколько один вариант эффективнее другого. Показателем сравнительной экономической эффективности капитальных вложений является минимум приведенных затрат.

Приведенные затраты по каждому варианту представляют собой сумму текущих затрат (себестоимость) и капитальных вложений, приведенных к одинаковой размерности в соответствии с нормативом эффективности $C_1 + E_n K_1$ — минимум, где K_1 — капитальные вложения по каждому варианту; C_1 — текущие затраты (себестоимость) по тому же варианту; E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Таблица 5

Основные характеристики групповых водопроводов

Характеристика водопровода	Водопровод			
	Ишимский	Булаевский	Пресновский	Беловодский
Год, начало — окончание строительства	1966	1974	1967—1980	1971—1978
Общая стоимость, млн. руб.	39,0	38,2	66,7	58,5
Проектная себестоимость 1 м ³ воды, коп.	11,0	12,8	10,4	20,4
Общая протяженность, км	1749	1693	3334	2187
Протяженность по территории Кокчетавской области, км	59,3	390	529,5	1100
Удельная сметная стоимость на 1 км строительства водопровода, тыс. руб.	34,6	33,7	20,0	26,8
Подключенные к водопроводу населенные пункты по Кокчетавской области	4	14	—	—
Всего населенных пунктов по области	8	35	65	85

Показатели C_1 и K_1 могут применяться как в полной сумме капитальных вложений и себестоимости годовой продукции, так и в виде удельных величин: удельных капитальных вложений на единицу продукции и себестоимости единицы продукции. Нормативный коэффициент эффективности по народному хозяйству в целом устанавливается не ниже 0,12 («Типовая методика . . .», 1962).

В настоящее время в области идет интенсивное строительство локальных водопроводов для централизованного водоснабжения сельскохозяйственных объектов из разведанных месторождений подземных вод. Тем не менее темпы разведки отстают от запросов планирующих организаций.

В таблице 6, по данным Кокчетавского филиала Казгипросельхозвода, приводится краткая характеристика локальных водопроводов, построенных или запроектированных за счет подземных вод, разведанных Северо-Казахстанской

Основные характеристики локальных водопроводов

Объект	Кол-во скважин	Общая сметная стоимость с учетом разведки, тыс. руб.	Протяженность водопроводной сети, км	Удельная сметная стоимость 1 км водопровода, тыс. руб.
	Производительность, м ³ /сут			
1	2	3	4	5
Конезавод № 47	$\frac{3}{1200}$	177,3	17,3	10,2
Центральные усадьбы совхозов				
«Восточный»	$\frac{2}{691,2}$	363,9	14,9	24,4
«Гаршинский»	$\frac{3}{900}$	281,6	10,7	26,2
«Котыркульский»	$\frac{4}{1370}$	441,8	17,2	25,6
«Константиновский»	$\frac{4}{950}$	384,0	22,3	17,2
«Климовский»	$\frac{4}{864}$	444,5	17,9	24,9
Им. Фрунзе	$\frac{1}{784,3}$	440,3	15,0	29,9
С. Бориславка	$\frac{3}{430}$	226,6	11,16	20,3
Центральные усадьбы совхозов				
«Комсомольский»	$\frac{3}{777,6}$	373,3	10,7	34,9
«Щорсовский»	$\frac{1}{864}$	323,4	14,2	22,4
С. Андреевка, совхоз «Шарыкский»	$\frac{2}{1200}$	330,4	15,3	21,6
Центральные усадьбы совхозов				
«Энбекшильдерский»	$\frac{2}{1550}$	324,9	12,3	26,4
«Шарыкский»	$\frac{3}{864}$	330,2	16,3	20,9
«Прогресс»	$\frac{2}{687}$	188,2	6,4	29,6
«40 лет Казахской ССР»	$\frac{3}{864}$	456,8	18,4	30,4
«Айсаринский»	$\frac{3}{997}$	455,7	17,6	25,7
«Краснофлотский»	$\frac{3}{1200}$	330,7	15,5	21,3

1	2	3	4	5
С. Кендык-Карагай	$\frac{3}{780}$	214,4	9,8	21,9
Центральные усадьбы совхозов «Салкынкульский»	$\frac{3}{950}$	265,9	12,5	22,0
«Юрьевский»	$\frac{2}{950}$	289,3	11,7	24,8

Примечание. Средняя удельная сметная стоимость строительства 1 км локального водопровода составляет 24,9 тыс. руб.

гидрогеологической экспедицией для водоснабжения сельскохозяйственных объектов Кокчетавской области.

Для расчета средневзвешенную удельную сметную стоимость строительства 1 км локального водопровода в пределах Кокчетавской области можно принять 25 тыс. руб. (табл. 5).

В настоящее время себестоимость продукции водопроводов калькулируется на 1 м³ реализованной воды. Единого укрупненного норматива для расчета основных статей себестоимости при эксплуатации локальных водопроводов для сельскохозяйственного водоснабжения нет. По данным Л. Е. Тажибаева (1969), себестоимость 1 м³ воды в населенных пунктах республики колеблется от 5 до 10 коп. По данным Кокчетавского областного управления мелиорации и водного хозяйства, фактическая эксплуатационная себестоимость 1 м³ воды для населенных пунктов области составляет 9,58 коп.

Для расчета экономической эффективности среднюю себестоимость 1 м³ подземных вод при эксплуатации локальных водопроводов сельскохозяйственных объектов Кокчетавской области принимаем 9,6 коп.

Средняя себестоимость при реализации 1 м³ воды групповых водопроводов за счет поверхностных вод составляет

$$\frac{11 + 12,8 + 10,4 + 20,4}{4} = 13,6 \text{ коп.}$$

Расчеты сравнительной экономической эффективности производятся при сопоставлении себестоимости 1 м³ воды и удельных капитальных вложений на строительство 1 км водовода при эксплуатации группового водопровода (базовый вариант) и при использовании подземных вод как источника водоснабжения сельскохозяйственных объектов локальным водопроводом исходя из средней потреб-

ности хозяйств 10 л/сек (864 м³/сут) по следующей формуле:

$$\mathcal{E} = [(C_2 + EK_2) - (C_1 + EK_1)] 365 Q, \quad (13)$$

где C_2 и C_1 — удельные годовые эксплуатационные затраты соответственно при использовании источника водоснабжения, принятого за базу, и разведанных запасов подземных вод;

E — нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, равный 0,12;

K_2 и K_1 — удельные капиталовложения на строительство 1 км водопровода соответственно по базовому варианту и варианту с подземными водами;

$365 Q$ — годовая потребность хозяйств в воде, м³/год.

$C_1 = 0,096 \cdot 864 \cdot 365 = 30,3$ тыс. руб.; $C_2 = 0,136 \cdot 864 \cdot 365 = 42,4$ тыс. руб.; $E_1 = 25$ тыс. руб.; $E_2 = 26,8$ тыс. руб.; $\mathcal{E} = (42,9 + 0,12 \cdot 26,8) - (30,3 + 0,12 \cdot 24,9) = 14,4$ тыс. руб. в год.

Таким образом, на каждом локальном водопроводе с использованием подземных вод экономический эффект в сравнении с групповым водопроводом поверхностных вод составляет 14,4 тыс. в год.

Кроме того, использование подземных вод для централизованного водоснабжения имеет ряд существенных гигиенических преимуществ перед использованием поверхностных источников: защищенность воды от внешнего загрязнения, постоянство качества и постоянство расхода воды. Обычно подземные воды не нуждаются в осветлении, обесцвечивании и обеззараживании.

Выводы

Проведенные нами исследования позволяют сделать вывод о том, что эффективными для разведки в условиях территории Кокчетавской области (в условиях Казахского мелкосопочника) являются месторождения грунтовых и напорных вод, приуроченные к аллювиальным отложениям речных долин и люлинворским отложениям среднего эоцена (Чаглинское, Леонидовское, Жамантузское, Васильковское).

Эффективными для разведки также являются типы месторождений, приуроченные к каменноугольным отложениям и отложениям среднего олигоцена (Чкаловское, Рузаевское, Естаулетовское, Раздольненское).

Наименее эффективными для разведки являются месторождения подземных вод, приуроченные к выветрелым изверженным и метаморфическим породам (Обуховское, Щучинское, Боровское).

ЛИТЕРАТУРА

Бронштейн М. Е. Об определении экономической эффективности гидрогеологических работ. — В кн.: Гидрогеологические и инженерно-геологические исследования в Казахстане. Алма-Ата, «Казахстан», 1975.

Лублинский Л. А. Методика оценки экономической эффективности разведки пресных подземных вод. — «Разведка и охрана недр», 1975, № 10.

Тажобаев Л. Е. Основы водоснабжения и обводнения сельскохозяйственных районов Казахстана. Алма-Ата, «Кайнар», 1969.

Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. М., «Экономика», 1962.

Экономическая эффективность геологоразведочных работ. М., изд. ВИМС, 1974.

УДК 556.38.044(574.51)

М. Х. ДЖАБАСОВ, С. М. ШАПИРО, О. В. ПОДОЛЬНЫЙ,
Г. Г. ОШЛАКОВ, Т. Н. ВИННИКОВА, Ю. Н. ЛИВИНСКИЙ

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ЮЖНОГО ПРИБАЛХАШЬЯ И ОХРАНА оз. БАЛХАШ

Территория Южного Прибалхашья включает значительные целинные земельные и пастбищные массивы, имеющие особо важное значение в связи с решениями об увеличении поголовья овец в Казахстане до 50 млн.

Большие пастбищные пространства в междуречье Или — Каратал — Аксу позволят выпасать стада овец при условии их обводнения и оазисного орошения. При этом подземные воды должны сыграть решающую роль, так как они являются важнейшим источником водоснабжения и обводнения пастбищ в рассматриваемом аридном, пустынном районе. Широко используя ресурсы подземных вод, можно решить и вторую важную проблему — сохранение оз. Балхаш за счет уменьшения подземного водносолевого стока и высвобождения части стока рек для озера. Рассмотрим подробнее затронутые вопросы.

Балхашская впадина площадью 80 тыс. км² простирается на север от Джунгарского Алатау до оз. Балхаш, ограничиваясь на западе Чу-Илийскими горами, а на востоке крупным Джунгарским тектоническим разломом. Ее слабо всхолмленная поверхность наклонена на северо-запад в сторону оз. Балхаш и на значительной площади покрыта песчаными массивами. Прибалхашье является также ареной дея-



Рис. 1. Самоизливающаяся скважина из аллювиально-пролювиальных отложений. Расход 40 л/сек. Напор + 3 м. Фото Г. Г. Ошлакова

тельности рек Или, Каратал, Лепсы, Аксу и других, дельты которых образуют аллювиально-озерные равнины, имеющие нередко такыровидную поверхность. Наиболее крупную равнину сформировала р. Или, современная и древняя дельты которой располагают большими площадями пахотнопригодных земель.

В недрах Южно-Балхашской пустыни содержатся значительные ресурсы подземных вод, приуроченных к песчано-глинистым осадкам палеогенового, неогенового и особенно четвертичного возраста. При этом наиболее обводненными являются аллювиально-пролювиальные, озерно-аллювиальные и перекрывающие их эоловые четвертичные отложения.

Водоносный горизонт нижнечетвертичных аллювиально-пролювиальных отложений. Нижнечетвертичные аллювиально-пролювиальные отложения на дневной поверхности обнажаются лишь отдельными пятнами на предгорном шлейфе северного склона Джунгарского Алатау. У гор они представлены преимущественно валунами и гравийно-галечниками. По мере движения от гор к равнине крупность обломочного

материала уменьшается до размеров гравийно-галечников с песчаным заполнителем. В разрезе появляются прослой глины и суглинков мощностью от 3 до 45 м. Общая мощность водо-вмещающих пород 40—120 м.

Глубина вскрытия подземных вод нижнечетвертичных отложений изменяется от 50 до 145 м, по мере удаления от гор постепенно уменьшаясь. У гор подземные воды имеют свободную поверхность, а в пределах аллювиально-пролювиальной равнины приобретают напор. Пьезометрические уровни устанавливаются на 4—11, реже 14—18 м выше поверхности земли. Только на крайних западных и восточных оконечностях равнины величина напора уменьшается и пьезометрические уровни подземных вод устанавливаются на глубине 2—5 м ниже поверхности земли.

Нижнечетвертичные отложения характеризуются высокой водообильностью. Расходы скважин достигают 20—50 л/сек при самоизливе, а при понижениях уровня воды на 20—35 м они дают 40—120 л/сек. Однако наиболее часто встречаются скважины с дебитами 55—94 л/сек (рис. 1). При этом самая большая водообильность нижнечетвертичных отложений отмечена в районе свх. «Косагачский», где расходы выработок достигли 113—125 л/сек при понижении уровня воды на 21—30 м. Большая водообильность указанных отложений наблюдается также в конусах выноса р. Лепсы (94 и 106 л/сек при понижении уровня воды на 20—30 м). Коэффициент водопроницаемости пород изменяется от 274 до 533 м²/сут.

По мере удаления от гор в связи с изменением гранулометрического состава водовмещающих пород водообильность снижается до 1—5 л/сек.

Подземные воды всюду хорошего качества (минерализация воды преимущественно 0,3—0,5 г/л), гидрокарбонатные кальциевые и натриевые.

Водоносный горизонт средне-верхнечетвертичных аллювиально-пролювиальных отложений. Средне-верхнечетвертичные аллювиально-пролювиальные отложения наиболее широко распространены в восточной части Южно-Прибалхашской впадины (в бассейнах рек Кызылагаш, Биен, Аксу, Сарканд, Баскан, Лепсы, Каратал), где они слагают аллювиально-пролювиальную равнину. Общая мощность отложений 250—300 м. По литологическому составу это многослойная толща, представляющая собой чередование водоносных и водоупорных пород. Водоупорные осадки представлены глинами, суглинками, реже супесями и имеют мощность от 1—3 до 10—15 м, а водоносные отложения — это преимущественно валунно-галечники, гравийно-галечники с песчаным запол-

нителем, мощность которых колеблется от 60 до 100 м при преобладающем значении 80 м.

В вертикальном разрезе водоносного горизонта северных предгорий Джунгарского Алатау можно выделить четыре водоносных слоя. Первый залегает на глубине от 0,5 до 17 м, имеет безнапорный характер, отличается слабой водообильностью (0,3—2 л/сек) при понижениях уровня воды на 5—20 м, содержит воду пестрой минерализации и химического состава. Здесь встречаются гидрокарбонатные воды с минерализацией 0,2—1 г/л, гидрокарбонатно-сульфатные с минерализацией 1—3 г/л, реже сульфатно-хлоридные с суммой солей до 8 г/л.

Второй водоносный слой вскрыт на глубине от 10 до 43 м. Мощность его 20—35 м. Воды напорные (высота напора 3—10, реже 20—38 м), пресные (0,2—0,6 г/л) гидрокарбонатно-кальциевые. Водообильность слоя довольно высокая (до 10 л/сек при понижении уровня воды на 10—20 м).

Третий водоносный слой мощностью до 50 м высоконапорный, обнаружен на глубине 35—85 м. Скважины, вскрывающие его, самоизливаются, пьезометрический уровень устанавливается от 0,2 до 3 м над поверхностью земли. Расходы скважин изменяются от 3,2 до 11,8 л/сек при понижении уровня воды на 2—30 м. Минерализация воды 0,2 г/л, состав гидрокарбонатный кальциевый.

Четвертый водоносный слой, так же как и предыдущий, высоконапорный. Глубина залегания его от 90 до 144,5 м. Пьезометрические уровни устанавливаются на глубине 8—19 м от поверхности земли. Расходы скважин достигают 60—94 л/сек при понижении уровня вод на 8—20 м. По химическому составу воды гидрокарбонатно-кальциевые и гидрокарбонатно-сульфатные натриевые с минерализацией 0,5 г/л.

Все описанные водоносные слои при движении на север и северо-запад сливаются в один водоносный горизонт. Мощность его снижается до 20—70 м. Здесь подземные воды вскрываются на глубине 5—10 м, расходы выработок уменьшаются до 0,5—2 л/сек при понижении уровня воды на 8—10 м. Минерализация воды повышается до 3 г/л, состав становится сульфатно-гидрокарбонатный. Суммарные вековые запасы грунтовых вод водоносных горизонтов аллювиально-пролювиальных отложений оцениваются в 24 млрд. м³, артезианских — в 100 млрд. м³, ежегодно возобновляемых — в 27 м³/сек. Прогнозные эксплуатационные запасы подземных вод комплекса равны 35 м³/сек («Формирование и гидродинамика...», 1973).

Водоносный горизонт средне-верхнечетвертичных озерно-аллювиальных отложений. Эти отложения широко распрост-

ранены в Южно-Прибалхашской впадине, где слагают пески Сары-Ишик-Отрау, Люккум, Аралкум, Тарангыкум, образуя бугристо-грядовые формы рельефа с высотой гряд и бугров до 20—30 м. Грунтовые воды залегают на глубине до 5 м в межгрядовых понижениях и до 10—15 м, иногда до 30 м на буграх и грядах. Мощность отложений достигает 200 м у пос. Баканас, а у оз. Балхаш уменьшается до 20 м. Расходы скважин изменяются от 0,1 до 11 л/сек при понижении уровня воды на 1—20 м. По химическому составу воды в основном гидрокарбонатно-сульфатные натриевые при минерализации до 1 г/л. С продвижением к оз. Балхаш (область разгрузки подземных вод) минерализация постепенно повышается до 15—50 г/л и состав воды меняется на хлоридный натриевый. Вековые запасы подземных вод горизонта составляют 690 млрд. м³, ежегодно возобновляемые — 26 м³/сек, прогнозные эксплуатационные — 125 м³/сек («Формирование и гидродинамика...», 1973).

Водоносные горизонты верхнечетвертичных современных аллювиальных отложений. Эти отложения связаны с долинами рек Каратал, Аксу, Лепсы, Биен, Сарканд и Баскан, где водовмещающими породами вблизи гор являются гравийно-галечники, сменяющиеся по потоку крупнозернистыми, затем мелкозернистыми песками. Мощность их 20—40 м. Глубина залегания грунтовых вод 1—5 м.

Среди гравийно-галечников иногда встречаются прослойки, линзы суглинков мощностью от 0,5 до 3 м, создающие напор подземных вод. Так, в долине р. Аксу вблизи пос. Аксу на глубине 21 м вскрыты самоизливающиеся воды, пьезометрический напор которых составил 3,3 м над поверхностью земли.

В соответствии с литологическим составом пород в широких пределах изменяются расходы выработок. Так, вблизи гор скважины дают 5—15 л/сек при понижении уровня воды на 3—5 м, а с удалением от гор дебиты уменьшаются до 0,5—1 л/сек при понижении уровня воды на 2—5 м и даже до 0,1 л/сек в низовьях рек Или и Каратал. Воды преимущественно пресные гидрокарбонатные кальциевые, с минерализацией 0,5—1 г/л, реже они повышаются до 3 г/л и становятся гидрокарбонатно-сульфатными и сульфатно-натриевыми. Вековые запасы подземных вод водоносного горизонта аллювиальных отложений определены в 11 млрд. м³, ежегодно возобновляемые — в 15 м³/сек, прогнозные эксплуатационные — в 10 м³/сек («Формирование и гидродинамика...», 1973).

Указанные ресурсы подземных вод могут широко использоваться для любых видов водоснабжения, обводнения и

оазисного орошения. Современное использование подземных вод направлено главным образом на обводнение пастбищ и в меньшей степени на водоснабжение и орошение (рис. 2). В частности, в Талды-Курганской области обводнено 3,6 млн. га пастбищ. Для этого пробурено более 250 скважин, 1680 колодцев и оборудовано 1000 родников. Обводнение пастбищ



Рис. 2. Использование подземных вод колодцами для обводнения пастбищ. Фото Г. Г. Ошлакова

осуществляется преимущественно за счет эксплуатации грунтовых вод шахтными колодцами в пустынях Аралкум, Тарангыкум, Сары-Ишик-Отрау, Люккум. Однако из-за отсутствия службы эксплуатации подземных вод, несвоевременного ремонта колодцев и скважин последние нередко выходят из строя, затрудняя водопой скота. Очевидно, такое решение проблемы водоснабжения пастбищного животноводства является недостаточным для резкого увеличения поголовья. Необходимо переводить животноводство на прочную основу гарантированного обводнения и создать прочную кормовую базу, что вполне реально при наличии значительных ресурсов пресных и солоноватых подземных вод.

На примере песков Сары-Ишик-Отрау рассмотрим опти-

мальную схему расположения водокаптажных сооружений для извлечения подземных вод, которая даст возможность обеспечить водопой скота и выращивать устойчивые урожаи кормов.

Песчаный массив Сары-Ишик-Отрау располагается в пустынях Южного Прибалхашья и имеет площадь 6050 тыс. га, или 60 500 км². Основной растительностью здесь является осоково-серополынная. Ближе к оз. Балхаш увеличивается количество ксерофитных кустарников: астрагала и терескена, полукустарников джужгуна и белого саксаула. В центральной части массива наблюдаются обширные заросли черного саксаула. Кормовые ресурсы территории позволяют содержать круглый год до 2,5 млн. голов мелкого скота, для водопоя которого необходимо соорудить локальные системы обводнения пастбищ в пределах радиуса водопоя, который для овец составляет в условиях пустынь и полупустынь в зимний период 3—4 км. Площадь, обслуживаемая одним водопунктом, равна 50—100 км². Эта система предусматривает устройство водоприемника, водоподъемной установки, резервуара для хранения воды и водопойной площадки с корытами и системами труб. Необходимое количество локальных водопойных пунктов определяется по формуле

$$N_{\text{вп}} = \frac{F}{f} + a,$$

где $N_{\text{вп}}$ — необходимое количество водопунктов; F — общая площадь пастбищ, км²; f — нормативная площадь пастбищ для одного водопойного пункта, км²; a — запасной пункт водопоя на каждые пять пунктов.

При летней норме водопотребления 10 л/сут общее количество воды, необходимое для обводнения пастбищ, составляет 25 000 000 л/сут, или около 290 л/сек. При среднем расходе одного колодца 0,3—0,5 л/сек общий дебит 1452 водопунктов составит 435—730 л/сек. При соответствующем обеспечении кормами и наличии такого количества воды поголовье скота может быть увеличено вдвое.

Использование подземных вод для орошения в настоящее время сильно ограничено и не превышает 0,5% от эксплуатационных запасов, тогда как возможности для этого имеются.

Перспективным планом развития народного хозяйства к 2000 году предусматривается довести орошение на территории Балхашской впадины на площади более 250 тыс. га, в том числе в пределах древней дельты около 200 тыс. га. Для орошения этих огромных массивов целинных земель наряду с реками могут использоваться ресурсы подземных вод.

Нами предпринята попытка рассчитать с помощью АВМ схему возможного использования подземных вод для орошения одного из участков дельты р. Или площадью 600 км² в районе наибольшей концентрации естественного грунтового потока, установленного по гидродинамической сетке потоков, построенной на ЭГДА. Водоносный горизонт здесь залегает в песчаных отложениях (мелкозернистые пески). Величина водопроницаемости постепенно уменьшается с юга на север до 700 м²/сут.

Методом моделирования на электроинтеграторе БУСЭ решалась плановая задача по определению рациональной схемы водоотбора при максимально возможной производительности скважин. При схематизации грунтовой поток представлялся кусочно-постоянной проводимости и задавался на модели по известной методике (Жернов, Шестаков, 1971). Вся область разбивалась на квадратные блоки с шагом 3,0 км. На границах выполнялись граничные условия первого рода.

Водозаборы моделировались непосредственным заданием дебита (силы тока) с делителя «источников» и «стоков» интегратора. При этом для учета радиальности потока по полученному на модели напору в блоке на площади определялся напор в скважине H_c по формуле (Шестаков, 1973)

$$H_c = H_6 - Q\Phi^\circ,$$

где Q — дебит скважины; Φ° — дополнительное фильтрационное сопротивление, которое при известной водопроницаемости T , шаге разбивки ΔX и радиусе скважины r_c определяется из формулы

$$\Phi^\circ = \frac{1}{T} (0,336 \lg \frac{\Delta X}{r_c} - 0,25).$$

Максимально возможный расход одиночной скважины, расположенной в центре участка, может достигнуть 120 л/сек при понижении 100 м. Однако использование таких высокодебитных скважин невозможно вследствие резкого снижения их расхода при взаимодействии. Гораздо перспективнее оказывается рассредоточенный по площади водозабор. Моделирование сеточной (площадной) системы скважин производилось заданием в узле суммарного дебита Q_e всех скважин на площади блока. По полученному на модели напору в блоке H_6 напор в скважине H_c находился по формуле

$$H_c = H_6 - \frac{Q}{T} f_{пс},$$

где $f_{\text{пс}}$ — безразмерная поправка, которая при известном расстоянии между скважинами δ внутри блока определяется из выражения

$$f_{\text{пс}} = 0,336 \lg \frac{r}{2r_c} - 0,1.$$

Оптимальный расход системы скважин, располагаемых внутри блока разбивки по квадратной сетке через 1 км, оказался равным 36 л/сек. Понижение в скважине при этом не превысит 100 м. С площади 600 км² в течение двадцатилетнего срока можно извлекать до 2,4 м³/сек грунтовых вод, а модуль прогнозных эксплуатационных ресурсов составит 4 л/сек с 1 км².

Извлекаемые подземные воды можно использовать для оазисного орошения кормовых культур, таких, как многолетние травы, кукуруза на силос, оросительные нормы для которых в среднем составляют 0,2 л/сек на гектар за вегетационный сезон.

Комплексное использование подземных вод, как отмечалось выше, будет способствовать уменьшению водного и солевого стока в озеро, что окажет благоприятное влияние на сохранение оз. Балхаш. Воднохимический сток осуществляется грунтовыми потоками, приуроченными к песчаным аллювиально-пролювиальным отложениям дельт рек Или, Каратал, Лепсы, Аксу и в меньшей степени песчаных массивов междуречий. Химический сток в озеро грунтовыми потоками при естественном режиме озера определен в 1,3 млн. т/год, что составляет 23% от общего химического стока в озеро. Вследствие нарушения режима озера в связи с зарегулированием р. Или и изъятием части стока рек на орошение произойдет понижение уровня озера до 2—3 м. Это может вызвать увеличение подземного стока в среднем на 1—1,5 л/сек на 1 км фронта потока, что для древней дельты протяженностью 90 км составит 0,9—1 млн. м³/год, и дополнительное поступление солей с этим притоком будет равно 33 тыс. т/год. Кроме того, нарушение режима озера и уровня грунтовых вод будет способствовать уменьшению оттока из озера, что также приведет к увеличению солей в озере. В частности, за счет уменьшения оттока из западной пресной части Балхаша по южному побережью в озере останется дополнительно 34 тыс. т солей в год, что в сумме с поступлением химического стока составит около 70 тыс. т солей в год на сравнительно небольшом участке древней дельты р. Или.

Уменьшить поступление солей с подземными водами в озеро можно, если использовать подземные воды в количествах, превышающих величину естественного подземного стока,

равную 22—23 м³/сек. Из этого количества на Северное Прибалхашье приходится 5—6 м³/сек, на Южное — 17—18 м³/сек. Формирование естественных ресурсов происходит, как известно, в пределах предгорий Джунгарского Алатау за счет инфильтрации атмосферных осадков и фильтрации поверхностного стока рек. Поэтому основную часть подземного стока следует забирать на предгорной равнине, прилегающей к песчаным массивам. В частности, на междуречье Аксу — Сарканд — Биен, или на площади так называемого Аксуйского месторождения подземных вод протяженностью 100 км, можно извлекать около 13—14 м³/сек. Таким количеством воды можно оросить многие десятки тысяч гектаров земель. Наряду с естественными (ежегодно возобновляемыми) ресурсами, формирующими подземный сток, следует забирать и многолетние и вековые ресурсы за счет сработки половины мощности водоносного пласта. Особенно это важно на площадях, близко расположенных к оз. Балхаш, на таких, как древняя дельта р. Или. Создавая здесь большие понижения уровня подземных вод, мы тем самым увеличиваем отток из озера, что способствует улучшению водносолевого обмена в озере. Так, по нашим расчетам, изменение уровня воды на 3 м (повышение уровня в озере или понижение уровня грунтовых вод) будет способствовать увеличению оттока из озера до 1,2 млн. м³/год только в пределах древней дельты. Иными словами, изменение напора на 1 м на одной из границ будет способствовать увеличению расхода оттока из озера на 0,004 млн. м³/год воды и выносу 0,004 млн. т солей на 1 км южного побережья озера.

Таким образом, использование ресурсов подземных вод позволит значительно повысить эффективность хозяйственного освоения Балхашской впадины и окажет благотворное влияние на снижение засоления оз. Балхаш.

ЛИТЕРАТУРА

Ахмедсафин У. М. Подземные воды песчаных массивов южной части Казахстана. Алма-Ата, 1951.

Ахмедсафин У. М., Шапиро С. М. Подземный сток в озеро Балхаш. — «Вестник АН КазССР», 1970, № 5.

Ахмедсафин У. М., Шапиро С. М. Состояние и перспективы изучения подземного стока в оз. Балхаш. — «Труды ГГИ», 1974, вып. 220.

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.

Жернов И. Е., Шестаков В. М. Моделирование фильтрации подземных вод. М., «Недра», 1971.

Тажобаев Л. Е. Основы водоснабжения и обводнения сельскохозяйственных районов Казахстана. Алма-Ата, «Кайнар», 1969.

Формирование и гидродинамика артезианских вод Южного Казахстана. Под ред. У. М. Ахмедсафина. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973.

Шестаков В. М. Динамика подземных вод. М., Изд-во МГУ, 1973.

УДК 556.382(574)

М. Е. БРОНШТЕЙН, Ф. В. ШЕСТАКОВ

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД АРИДНЫХ РАЙОНОВ КАЗАХСТАНА ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

Площадь Казахстана составляет более 2700 тыс. км². Большая часть ее находится в засушливых полупустынных и пустынных районах, крайне бедных поверхностными водами. До недавнего времени решение проблем водоснабжения, обводнения пастбищ и орошения земель в Казахстане казалось весьма сложным и было связано с большими капитальными затратами. При этом не учитывалась реальная возможность использования подземных вод в качестве источников водоснабжения, так как многие районы республики считались в этом отношении малоперспективными. Гидрогеологические исследования, проведенные в последние 20 лет, а также тщательное изучение закономерностей формирования и распространения подземных вод, выполненное Институтом гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР, позволили коренным образом изменить ошибочные представления о естественных водных ресурсах недр республики. К ним относятся работы У. М. Ахмедсафина (1961), У. М. Ахмедсафина, М. Х. Джабасова, В. Ф. Шлыгиной и др. (1964, 1972), А. Ф. Калмыкова, В. И. Дмитровского (1964) и др.

Первоначальными, весьма ориентировочными расчетами эксплуатационные ресурсы подземных вод Казахстана, отвечающие требованиям сельскохозяйственного водоснабжения, оценивались в 20—23 м³/сек. Однако в результате многолетних исследований и расчетов, проведенных У. М. Ахмедсафиным и др. (1972), прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод республики определены в размере

1900 м³/сек. Большая часть этих ресурсов подземных вод сосредоточена в засушливых полупустынных районах Южного и Западного Казахстана, крайне бедных поверхностными водами.

Чтобы иметь представление о пространственном распределении водных ресурсов недр Казахстана, Институтом гидрогеологии и гидрофизики в содружестве с Гидрогеологическим управлением составлены гидрогеологические карты, карты подземных вод пастбищных территорий, карты подземного стока, карта ресурсов и проведены гидрогеологическое районирование и региональная оценка подземных вод Казахстана.

Выполняя решения XXIV съезда КПСС и последующих пленумов ЦК КП Казахстана, Казахское гидрогеологическое управление за истекшее пятилетие (1971—1975 гг.) выполнило значительные объемы гидрогеологических работ: государственной среднемасштабной гидрогеологической, комплексной инженерно-геологической и геолого-гидрогеологической съемками заснято 617 тыс. км², проведены гидрогеологические исследования для обоснования проектов водоснабжения 949 хозяйственных центров колхозов и совхозов, а также обводнения пастбищ на площади 44 218 км². В последние 10 лет для сельского хозяйства республики геологические организации передали в эксплуатацию около 5000 буровых скважин на воду (в том числе Казахское гидрогеологическое управление за 1971—1975 гг. 1932 скважины), оборудованных водоподъемными средствами.

Выполнение указанных выше работ позволило уточнить разведанные запасы подземных вод республики. В этот период разведаны и оценены запасы 59 месторождений подземных вод, естественные запасы которых позволяют успешно решать вопросы технического и питьевого водоснабжения промышленных районов, городов, крупных населенных пунктов и хозяйственных центров, а также орошения, обводнения пастбищ и водопоя скота многих колхозов и совхозов. К ним в первую очередь относятся засушливые районы Павлодарского Прииртышья, плато Устюрт, п-ва Мангышлак, Голодной степи, Бетпакдалы, предгорных впадин Южного Казахстана и др.

Гидрогеологическими организациями республики совместно с научно-исследовательскими институтами проведены региональные гидрогеологические исследования, обобщившие большой фактический материал по крупным регионам. По отдельным областям республики составлены прогнозные карты основных эксплуатационных горизонтов, которые позволили водохозяйственным организациям наиболее правиль-

но и квалифицированно решать вопросы сельскохозяйственного водоснабжения.

В истекшем пятилетии (1971—1975 гг.) увеличились площади орошаемых земель в Алма-Атинской, Джамбулской, Талды-Курганской, Чимкентской, Кызыл-Ординской и частично в Уральской и Павлодарской областях. Только в этих районах представляется возможным для нужд сельского хозяйства отбирать общих разведанных запасов в количестве более 800 м³/сек пресных и слабосоленоватых подземных вод. В Алма-Атинской, Джамбулской, Талды-Курганской и Чимкентской областях наиболее перспективными для сельскохозяйственного водоснабжения являются грунтовые и напорные воды, приуроченные к аллювиально-пролювиальным отложениям конусов выноса и пролювиальных равнин, простирающихся широкой полосой вдоль горных сооружений Заилийского Алатау, Киргизского хребта и Таласского Алатау. Конусы выноса и предгорные пологонаклонные равнины в этих районах сложены в основном валунно-галечниковыми, гравийно-галечниковыми и гравийно-песчаными отложениями, которые в периферийных частях сменяются более мелкими песчаными и супесчаными породами. Рыхлообломочные породы, обладая хорошими фильтрационными свойствами и имея большую мощность, представляют собой огромные естественные хранилища для накопления значительных запасов подземных вод. Как правило, в отложениях конусов выноса и предгорных равнин формируются пресные воды с минерализацией до 1 г/л. Глубина залегания их колеблется от 50 до 150—200 м. В периферийной части конусов выноса подземные воды приближаются к поверхности, а иногда, выклиниваясь, образуют родники, речки карасу и мочажины.

Эксплуатационные скважины имеют высокую производительность. Дебиты их часто колеблются от 10 до 60 л/сек. В отложениях предгорных равнин вскрывается несколько водоносных горизонтов, которые разделены слабоводопроницаемыми или водоупорными породами. Нижележащие горизонты обладают напором, а на отдельных участках дают самоизливающиеся воды. Эксплуатация их может быть осуществлена неглубокими скважинами, пройденными вращательным способом.

Огромное значение для сельского хозяйства республики имеют напорные и самоизливающиеся воды Муюнкум-Бетпакдалинского, Кызылкумского, Илийского, Тургайского, Мынбулакского, Северо-Актауского, Ишим-Иртышского и ряда других артезианских бассейнов и межгорных впадин Южного и Западного Казахстана. Пресные и слабосоленоватые воды (0,5—3 г/л) этих бассейнов и межгорных впадин

приурочены в основном к меловым и палеогеновым песчаным осадкам. Глубина залегания их колеблется от 100—400 м в краевых частях бассейнов до 800—1200 м в наиболее пониженных участках депрессий. Дебиты скважин в большинстве случаев зависят от величины напора и вскрытой мощности водоносного горизонта. Производительность хорошо оборудованных скважин варьирует от 5—10 до 40—100 л/сек.

Важное народнохозяйственное значение имеют грунтовые воды песчаных пустынь Южного Прибалхашья, Муюнкумов, северной части Кызылкумов и Приаральских Каракумов. Грунтовые воды в большинстве случаев залегают на глубинах 5—30 м, за исключением возвышенных участков песчаных массивов и гряд, где они вскрываются скважинами и шахтными колодцами на больших глубинах (до 50—100 м). Воды преимущественно пресные и слабосоленоватые, с минерализацией от 0,2 до 3 г/л. Незначительная глубина залегания и хорошее качество грунтовых вод песчаных пустынь создают благоприятные условия для их эксплуатации.

Всего за 1971—1975 гг. Казахским гидрогеологическим управлением разведано для сельского хозяйства 9,32 млн. м³/сут подземных вод, в том числе по высоким промышленным категориям 5,28 млн. м³/сут. Наиболее рационально использовать подземные воды для сельского хозяйства можно путем проходки эксплуатационных скважин. При их размещении, например, на предгорной равнине Заилийского Алатау (3400 км²), где развиты напорные, в основном самоизливающиеся воды, необходимо пробурить около 3400 скважин с дебитом на самоизливе 20 л/сек каждая. Суммарный дебит при этом составит 68—70 м³/сек. Глубина их может составлять в среднем 250 м. При бурении скважин вращательным способом затраты на бурение и оборудование одной скважины составляют 4,5—5 тыс. руб. Общие затраты на всю площадь орошения будут равны 15—17 млн. руб. Удельные затраты на 1 га составят 220—250 руб.

В случае расположения скважин в периферийной части конусов выноса с дебитом каждой скважины около 100 л/сек при откачке насосами необходимо пробурить около 600—700 скважин. Затраты на бурение и оборудование одной скважины составят 8—9 тыс. руб. Общие капитальные вложения на водозабор составят 5—6 млн. руб. При расходе воды 1 л/сек на 1 га удельные затраты на 1 га составят без учета планировочных и вспомогательных работ 80—90 руб. Как показали расчеты, проведенные В. Ф. Шлыгиной, Ф. В. Шестаковым, В. М. Мирлас (1972), эксплуатационные затраты могут быть различными в зависимости от используемых технических

средств для подъема воды. Они могут быть значительно сокращены за счет максимального использования мощности водозаборных скважин, удлинения сроков их использования в году (круглосуточный водоотбор, проведение осенне-зимних влагозарядных поливов, намораживание, промывка засоленных земель в осенне-зимний период и т. д.).

При близких уровнях подземных вод, что характерно для периферийной части конусов выноса, и значительных дебитах скважин экономически оправдано применение сифонного водозабора, так как при этом нет необходимости производить затраты на строительство линий электропередач, на монтаж насосно-силового оборудования. Возможность применения сифона для откачки воды из скважин доказана опытными работами, проведенными в Омской области (Акулов, 1964), в Алма-Атинской гидрогеологической экспедиции Казахского гидрогеологического управления и опытными исследованиями, проведенными Ф. В. Шестаковым (Институт гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР). Так, например, при проведении опытных работ в Восточно-Талгарской межгорной впадине с помощью сифона проведены откачки в двух скважинах с понижением уровня до 6 м ниже поверхности земли.

Расчеты показывают, что затраты на 1 га орошаемых земель при использовании подземных вод в условиях Илийского артезианского бассейна примерно в 4—10 раз меньше, чем при использовании поверхностных вод. Заслуживает внимания опыт использования подземных вод для орошения земель в Крыму, Туркмении, на юге Украины, в Азербайджане и Узбекистане, а также опыт некоторых зарубежных стран.

Известно, что планомерное орошение полей значительно повышает урожайность сельскохозяйственных культур. Урожай, получаемый с орошаемых земель, на 50—200% выше, чем снимаемый с неорошаемых участков. В ряде районов Советского Союза даже на промытых солончаках при орошении подземными водами получают высокие и устойчивые урожаи зерна — 40—45 ц/га и хлопка — 35—40 ц/га.

Опытными работами Аксайского орошаемого зернового госсортучастка в Ростовской области установлено, что средний урожай озимой пшеницы разных сортов на поливных землях в засушливые крайне неблагоприятные по климатическим условиям годы составляет 40—50 ц/га. В колхозе «Красная Звезда» Джамбулской области Казахской ССР при двух вегетационных поливах получен урожай пшеницы 50—52 ц/га.

В Узбекистане, по данным Н. Л. Морозова (1966), на пло-

щадях орошения за счет артезианских вод при соблюдении элементарных агротехнических и мелиоративных мероприятий получают урожаи сорго и кукурузы 400—600 ц/га, суданки 70—100 ц/га, озимой ржи и ячменя до 75 ц/га, бахчевых культур до 200 ц/га. Развитие оазисного и регулярного орошения в Узбекистане за счет подземных вод показывает, что сельскохозяйственные организации не только укрепляют кормовую базу, но и в какой-то мере преобразуют пустынный ландшафт засушливых районов.

В Азербайджане насчитывается около 1000 субартезианских и артезианских скважин. Глубина скважин колеблется от 80—100 до 300—400 м. На орошение земель используется около 30 м³/сек подземных вод, отбираемых непосредственно из скважин, и 28 м³/сек за счет родникового стока и речек карасу. Этими водами орошается более 100 тыс. га засушливых земель. Кроме орошения подземные воды используются для обводнения отгонных пастбищ, где пройдены скважины с производительностью до 10 л/сек (Абдулрагимов, 1967).

В США, по А. Н. Костюкову, еще в 1920 г. эксплуатировалось 82 000 колодцев, суммарный расход которых составил 1300 м³/сек. Этой водой орошалось 3% всех поливных земель США. В настоящее время в этой стране подземными водоисточниками орошается 5,9 млн. га. Л. С. Зайцев, В. А. Иванов, Г. П. Нуждина (1964) приводят следующие сведения. В США к 1980 г. на орошение 15,6 млн. га земель и сельскохозяйственное водоснабжение потребуется 701,74 млрд. л/сут воды, из них подземные воды составят 215,96 млрд. л/сут.

Как указывает И. Ф. Володько, орошение подземными водами в США нередко проводится по отдельным участкам, на которых закладывается от 10 до 49 скважин глубиной от 24 до 259 м и даже до 1246 м. Скважины диаметром 12—24" оборудованы литоступенчатыми (от двух до шести ступеней) центробежными насосами диаметром 12—18". Высота подъема воды варьирует от 49 до 76 м. Дебит скважины достигает 300 л/сек, а в среднем составляет 162 л/сек.

Практика бурения поисковых и разведочно-эксплуатационных скважин вращательным способом на воду показывает, что успешная эксплуатация их зависит от конструктивных особенностей скважин и технической характеристики фильтров, а также установки наиболее совершенного водоподъемного оборудования.

В настоящее время в нашей стране используется более ста различных конструкций фильтров. Наиболее распространены в Казахстане являются фильтры с проволочной обмоткой (для крупнозернистых песков и гравийно-галечниковых отложений), сетчатые фильтры (для средне-, мелко- и тонко-

зернистых песков), а также фильтры с гравийной обсыпкой. В валунно-галечниковых отложениях конусов выноса, предгорных равнин и межгорных впадин с успехом могут быть использованы дырчатые или щелевые фильтры. Удачно выбранная конструкция фильтра позволяет не только повысить дебит скважины, но и значительно увеличить срок ее эксплуатации. Конкретные рекомендации по предлагаемым конструкциям фильтров для определенных гидрогеологических условий содержатся в геолого-гидрогеологических паспортах скважин, передаваемых в эксплуатацию, в гидрогеологических заключениях и отчетах, составляемых партиями и экспедициями Казахского гидрогеологического управления, и с успехом могут быть использованы другими организациями, выполняющими бурение скважин на воду.

Надежность эксплуатации скважин, как указывалось выше, зависит также от типа водоподъемного оборудования. Опыт эксплуатации насосных качалок «Бурвод-III» и ВЛ-ЗА с приводом от двигателей Т-62, используемых до недавнего времени для подъема воды из скважин, подтвердил их непригодность для сельскохозяйственного водоснабжения. Объясняется это не только несовершенством конструкций двигателей и штанговых поршневых насосов, устанавливаемых в скважинах, но и отсутствием квалифицированных кадров, которые могли бы эксплуатировать водоподъемные механизмы. В настоящее время отечественной промышленностью изготавливается ряд погружных насосов типа ЭЦНВ, ЭПН и другие. Учитывая, что в большинстве колхозов и совхозов республики имеются источники электроэнергии, можно рекомендовать такие насосы для их массовой эксплуатации.

В случае расположения скважин вдали от источников электроэнергии, например, на отгонных пастбищах, площадях обводнения и оазисного орошения, где скважины эксплуатируются периодически (сезонно), целесообразно иметь передвижные электростанции небольшой мощности (до 12—15 кВт), которые могут быть установлены на автомашине или прицепе.

Широкое применение при использовании подземных вод для сельского хозяйства могут найти передвижные компрессорные установки типа ЗИФ-55, ДК-9, КС-9, ПК-10 и др. Эрлифтные установки, применяемые для подъема воды, отличаются простотой конструкции по сравнению со всеми глубинными (поршневыми и погружными) насосами и имеют практически неограниченный эксплуатационный срок. Обслуживание эрлифтных установок несложно и поэтому доступно работнику любой технической квалификации.

Для наиболее рационального использования компрессора

целесообразно установить его на автомобиль, оборудованный приспособлением для спуско-подъемных операций. В этом случае возможна поочередность эксплуатации целого ряда скважин, устанавливаемая в зависимости от потребного количества воды и расстояния между ними. В качестве водо-

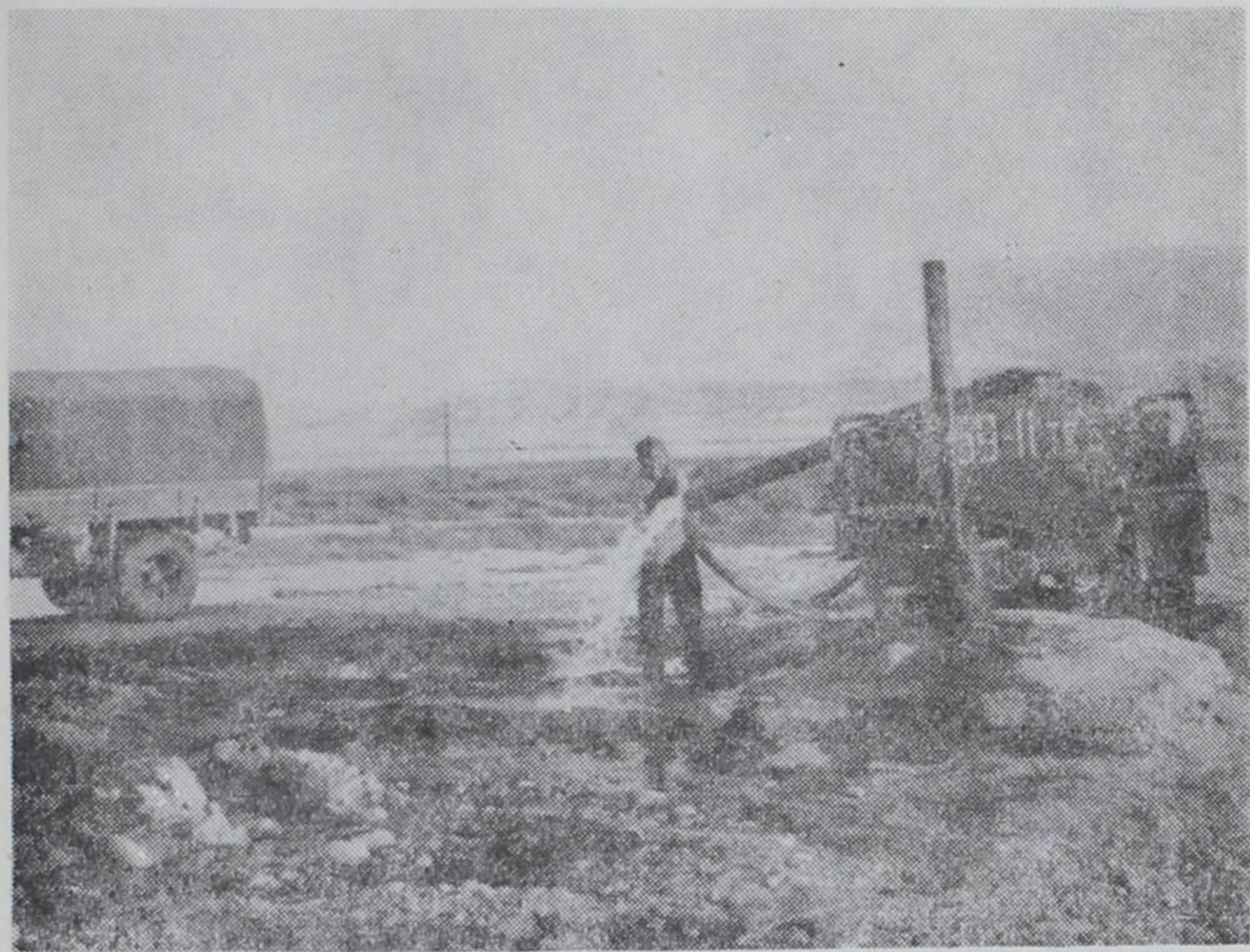


Рис. 1. Неиспользованная скважина в 1 км восточнее пос. Лавар.
Фото Ф. В. Шестакова

подъемных труб можно использовать резиновые шланги (гофрированные) с патрубковыми соединениями. Воздушные металлические трубы могут быть заменены полиэтиленовыми. Все это создает определенные удобства в монтажно-демонтажных работах и значительно облегчает спуско-подъемные операции.

Таким образом, гидрогеологические исследования, проводимые в полупустынных и пустынных районах в целях регулярного и оазисного орошения и обводнения, должны оказать практическую помощь колхозам и совхозам республики в решении народнохозяйственной задачи по резкому повышению урожайности сельскохозяйственных культур, увеличению поголовья скота и мелиорации земель.

Необходимо особо отметить, что подземные воды в Казахстане используются до сих пор бесконтрольно, бесхозяй-

венно (рис. 1,2). Учет изымаемых объемов воды в большинстве случаев не налажен, документация скважин зачастую теряется. Подобное отношение приводит к ликвидации скважин и колодцев населением и отдельными хозяйственниками. Так, на конусах выноса Заилейского Алатау по разным при-

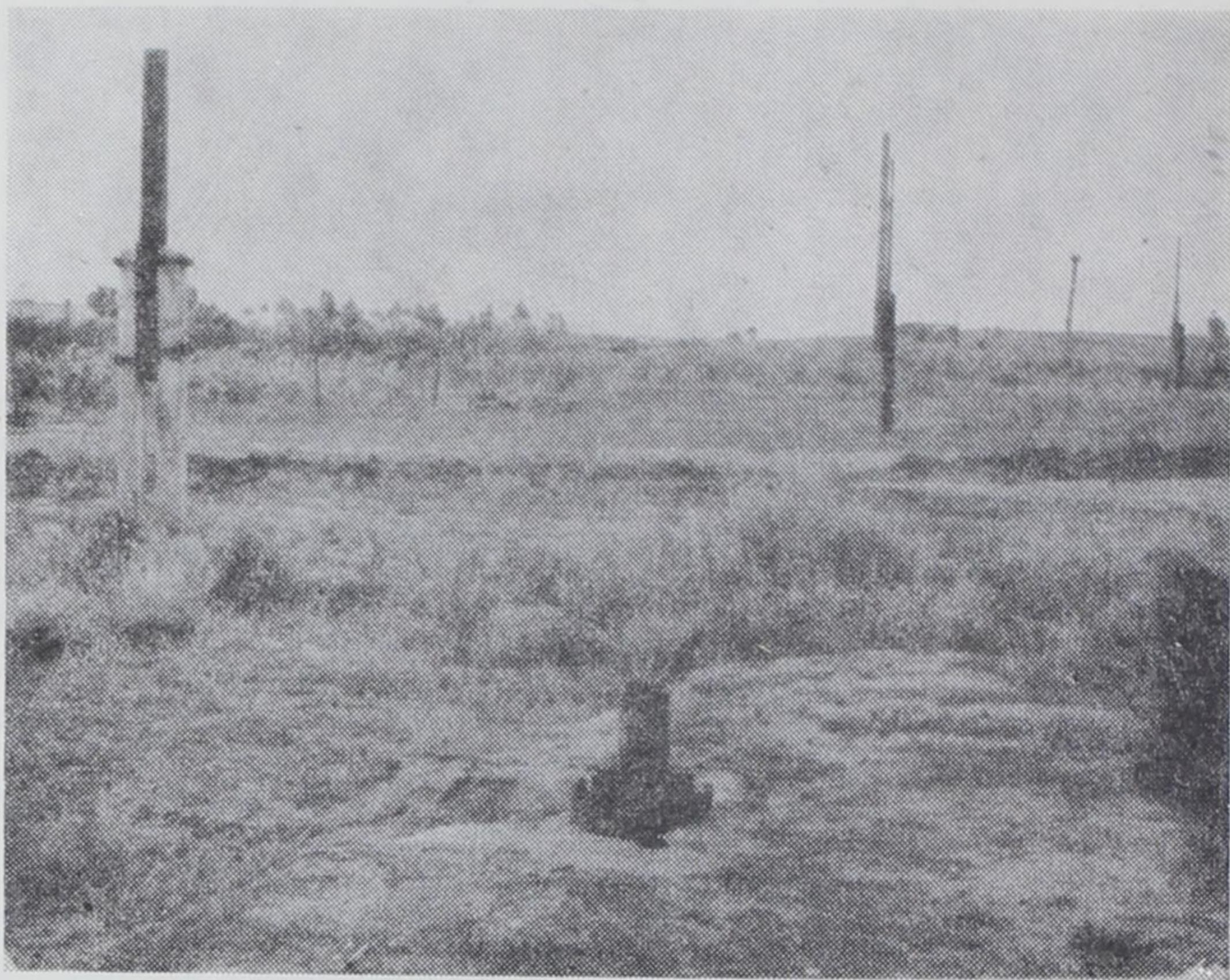


Рис. 2. Зброшенная скважина на территории Сюгатинского совхоза (Чиликский конус выноса). Фото Ф. В. Шестакова

чинам выведено из строя до 25% всех пробуренных скважин.

Поверхностные и подземные воды зачастую используются без учета их тесной взаимосвязи, что в отдельных случаях вызывает истощение водоносных горизонтов или их сильное загрязнение.

Для решения всех назревших вопросов необходимо создание единой Службы водных ресурсов, которая могла бы целенаправленно и рационально планировать использование всех запасов воды, управлять режимом эксплуатации водозаборных сооружений, обеспечить должную охрану водных ресурсов. Создание такой службы — одна из задач сегодняшнего дня.

ЛИТЕРАТУРА

Абдулрагимов Т. И. Развитие ирригации и мелиорации в Азербайджане за годы Советской власти. — «Гидротехника и мелиорация», 1967, № 7.

Акулов И. В. Сифонный водозабор из скважин. — «Разведка и охрана недр», 1964, № 10.

Ахмедсафин У. М. Методика составления карт прогнозов и обзор артезианских бассейнов Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1961.

Ахмедсафин У. М., Джабасов М. Х., Шлыгина В. Ф. Ресурсы и использование подземных вод Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1972.

Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1964.

Зайцев Л. С., Иванов В. А., Нуждина Г. П. — «Бюлл. НТИ», 1964, № 2, (52).

Калмыков А. Ф., Дмитровский В. И. Возможность использования подземных вод для орошения земель в Казахстане. — «Разведка и охрана недр», 1964, № 5.

Морозов Н. Л. Артезианское орошение в Узбекистане. — «Гидротехника и мелиорация», 1966, № 2.

Шлыгина В. Ф., Шестаков Ф. В., Мирлас В. М. Опыт оценки экономической эффективности использования подземных вод для орошения на предгорной равнине Заилийского Алатау. — В кн.: Экономика и право. Алма-Ата, изд. научн.-метод. кабинета МВ и ССО КазССР, 1972.

УДК 556.3.004+556.332.72(574.5)

Т. К. АЙТУАРОВ, Р. А. ЛАХТЮК

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЮЖНОЙ ДЖУНГАРИИ

Район исследований, в административном отношении занимающий южную половину Талды-Курганской области, характеризуется большим разнообразием природных условий. На севере располагаются высокие горы главного водораздела хр. Джунгарский Алатау, на юге — песчаные полупустыни Каракум и Жапалыкум, пересекаемые р. Или — региональным базисом эрозии района.

Разнообразие природных условий определяет широкое развитие различных типов подземных вод и значительный диапазон их практического применения. Подземные воды района изучались У. М. Ахмедсафиним, В. С. Жеваго, М. Х. Джабасовым, Г. Г. Ошлаковым, С. Е. Чакабаевым, В. Ф. Шлыгиной, авторами статьи и др. В целом гидрогеологические условия Южной Джунгарии освещены достаточно полно. В то же время разработка вопросов использования и в особенности охраны подземных вод для данного района отстает от практических задач сегодняшнего дня. Авторами на основе анализа гидрогеологических условий района и перспектив развития народного хозяйства даются рекомендации по рациональному использованию и охране подземных вод от истощения и загрязнения.

Особенности формирования подземных вод Южной Джунгарии зависят от природных физико-географических и геологических факторов (Лахтук, Джумабаев, 1973). Значительное количество атмосферных осадков, выпадающих в горах — основных областях питания подземных вод, создает благоприятные условия для образования интенсивного подземного стока пресных вод. Чередование горных массивов, сложенных палеозойскими скальными трещиноватыми породами, с межгорными впадинами, выполненными рыхлообломочными отложениями кайнозоя, обуславливает образование бассейнов трещинно-грунтовых вод в горах и поровых напорных вод во впадинах (Ахмедсафин, 1966).

Подземные воды зоны открытой трещиноватости палеозойских пород распространены в основном до глубины 100 м и тесно связаны с поверхностными водотоками. Кайнозойские рыхлообломочные отложения впадин обводнены до глубины нескольких сотен метров. Мощность четвертичных водоносных горизонтов во впадинах достигает 200—300 м. Глубже залегают в основном глинистые породы неогена и палеогена, в которых водоносными являются спорадически распространенные песчаные отложения. На юге межгорных впадин, открытых в сторону Илийской депрессии, на глубинах 1—2 км и более встречены термальные напорные воды палеогеновых и мезозойских отложений.

По химическому составу подземные воды палеозойских отложений отличаются слабой минерализацией и гидрокарбонатным кальциевым составом. По мере удаления от гор отчетливо выделяется горизонтальная и вертикальная гидрохимическая зональность. К югу и западу от гор нарастают содержания ионов сульфатов и хлоридов, натрия и магния, воды становятся слабосоленоватыми гидрокарбонатно-сульфатными и сульфатными натриевыми и магниевыми с

минерализацией 1—3 г/л. С глубиной содержание этих ионов повышается более интенсивно, и на глубинах 1—2 км часто встречаются сульфатные и хлоридные натриевые соленые воды. Из-за исключительно хорошей промытости меловых песков Джаркентской впадины здесь отмечается аномалия — наличие в них на глубинах более 2 км слабосоленых гидрокарбонатно-хлоридных и сульфатных вод.

Подземные воды Южной Джунгарии широко используются в Талды-Курганской области для питьевого и хозяйственного водоснабжения, орошения и обводнения пастбищ (Лахтук, Джумабаев, 1973). Горные районы, где в основном располагаются летние отгонные пастбища, полностью обеспечены водой рек и родников. Расходы родников обычно составляют 2—3 л/сек, повышаясь местами до 8—10 л/сек. Крупных водопотребителей на высокогорье нет, в проведении каких-либо разведочных гидрогеологических работ практической необходимости не имеется.

Зоны перехода от горных массивов к межгорным впадинам характеризуются широким развитием подземных вод конусов выноса и аллювиальных вод. Поверхностные воды рек здесь обычно полностью разбираются на орошение. Крупными водопотребителями являются развивающаяся промышленность, интенсивное поливное земледелие и растущее городское население. Подземные воды широко используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Для городов Талды-Курган и Текели разведаны и утверждены по промышленным категориям запасы подземных вод аллювиальных отложений, учитывающих перспективы роста их населения и развития промышленности. Практически во всех населенных пунктах, где нет поверхностных водотоков или они маловодны, пробурены скважины, с помощью которых эксплуатируются подземные воды. Наиболее перспективными и чаще используемыми для водоснабжения являются водоносные горизонты аллювиальных отложений речных долин, где расходы отдельных скважин достигают 15—20 л/сек, а водозаборов — до 100—200 л/сек.

Во многих местах, например по окраинам Кугалинской и Басчийской впадин, используются также напорные подземные воды конусов выноса предгорных шлейфов, окаймляющих горные хребты Алтын-Эмель и Котуркаин. Эти воды вскрываются скважинами глубиной до 200 м, часто дающими самоизлив до 5—8 л/сек. В предгорных частях Конуроленской и Джаркентской впадин самоизливы колеблются от 3 до 10 л/сек.

Особенно широко используются для водоснабжения подземные воды в предгорных впадинах Южной Джунгарии —

Каратальской, Кугалинской, Басчийской, Конуроленской, Джаркентской. Здесь разведаны крупные водозаборы в аллювиальных водоносных горизонтах для городов Уштобе и Панфилов, отдельных сел и ферм. Так, например, в Кербулакском, Гвардейском и Панфиловском районах во всех населенных пунктах питьевое водоснабжение осуществляется исключительно за счет подземных вод.

Пустынные равнинные территории Южной Джунгарии — основные площади Панфиловского, Кербулакского и Каратальского районов Талды-Курганской области — являются в основном зонами отгонного животноводства. В песчаных массивах располагаются зимние пастбища, постоянного населения нет, потребность в воде ограничена.

Для подавляющего большинства пастбищ единственным источником водоснабжения являются подземные воды, разведанные здесь в количествах, достаточных для обеспечения отгонного животноводства (Ахмедсафин и др., 1968). В пустынных и полупустынных районах повсеместно распространен первый от поверхности водоносный горизонт рыхлых современных и верхнечетвертичных отложений, содержащий обычно пресные и солоноватые, с минерализацией до 3 г/л, подземные воды. Воды залегают на глубинах до 10—20 м, эксплуатируются они многочисленными колодцами, реже скважинами. На глубинах 100—200 м часто встречаются пресные напорные подземные воды нижнечетвертичных — верхнеплиоценовых отложений. Расходы колодцев и скважин обычно составляют 2—5 л/сек при понижении уровня воды на 5—10 м.

Широко распространены в Южной Джунгарии минеральные воды. Выходы небольших минеральных родников с расходами до 1 л/сек часты в горах. Наиболее крупные родники (с расходами от 2 до 5 л/сек) расположены у г. Текели (Ойсаз), на выходе из гор р. Усек (Усекские), в долине р. Борохудзир (Джаркент-Арасан), у слияния рек Арасан и Хоргос (Хоргос-Арасан). Все эти родники очень мало используются, за исключением курорта Джаркент-Арасан.

В Джаркентской впадине также встречены термальные воды. Наибольшее значение имеют термальные воды меловых отложений, вскрываемые на глубинах от 716 до 2730 м (Жеваго и др., 1970). Температура их колеблется от 31 до 96°. Они изливаются с большими напорами — до 36 атм над устьем скважины, расходы скважин на самоизлив достигают 50—70 л/сек. Эти воды можно использовать для создания парниковых хозяйств и теплофикации населенных пунктов.

На основании обобщения результатов проведенных гидрогеологических работ можно сделать заключение о возможности удовлетворения потребностей водоснабжения и частичного орошения Южной Джунгарии за счет подземных вод, о возможности расширения сети санаторно-курортных учреждений на базе минеральных источников, использования термальных вод для теплофикации населенных пунктов и создания парниковых хозяйств.

Наибольшую потребность в воде испытывают предгорные районы, где имеются все условия для интенсивного развития сельского хозяйства. Эти же районы обладают большими ресурсами подземных вод часто с напорными свойствами. Проблема водоснабжения многих хозяйств, расположенных в предгорьях, может быть разрешена за счет бурения скважин глубиной до 100—150 м. Расходы скважин достигают 10—12 л/сек, воды часто изливаются на поверхность. Долины многих мелких рек также содержат значительные ресурсы подземных вод в аллювиальных образованиях. Здесь эксплуатация подземных вод возможна за счет бурения скважин глубиной до 30 м с расходом до 20—30 л/сек.

В засушливых полупустынных и пустынных зонах Басчийской и Джаркентской впадин можно удовлетворить потребности крупного водоснабжения с помощью подземных вод глубоких водоносных горизонтов. Эксплуатационные скважины глубиной до 150—200 м могут дать расходы до 5—10 л/сек, иногда до 20 л/сек.

Для более полного использования минеральных вод необходимо в первую очередь расширить курорт Джаркент-Арасан и приступить к освоению богатств Хоргосских источников. Пробуренных и оборудованных к настоящему времени скважин, вскрывающих термальные воды, достаточно для создания мощных тепличных хозяйств и теплофикации населенных пунктов. Выбор конкретных инженерных решений практических задач использования минеральных и термальных вод должен быть сделан специализированными проектными институтами министерств здравоохранения и энергетики республики.

Таким образом, Южная Джунгария богата разнообразными по качеству подземными водами, что создает благоприятные условия для развития народного хозяйства, которое выдвигает проблему охраны подземных вод от загрязнения и истощения.

В результате деятельности человека подземные воды подвергаются химическому и бактериологическому загрязнению, особенно в зонах развития промышленности и в на-

селенных пунктах (Алимкулов, 1970). В большинстве населенных пунктов описываемого района для водоснабжения обычно используются первые от поверхности водоносные горизонты, вскрываемые одиночными скважинами и колодцами. Совершенные канализационные системы здесь отсутствуют, и сточные воды с бытовыми отходами часто загрязняют подземные воды. Лишь в городах, водоснабжение которых осуществляется крупными централизованными водозаборами (Талды-Курган, Текели, Панфилов, Уштобе), опасность такого загрязнения меньше, но в связи с ростом этих городов она также возрастает. В одиночных скважинах и колодцах, особенно в летнее время, ухудшаются показатели бактериологического загрязнения воды, недопустимо увеличиваются содержания нитратов и нитритов (соответственно до 120 и 0,5 мг/л).

Загрязнение подземных вод происходит в основном за счет их подпитывания поверхностными водами рек и оросительных систем. Эти воды, в особенности стекающие с полей, где применяются различные химические удобрения, являются одним из основных источников загрязнения. Ухудшение качества подземных вод за счет промышленных стоков наблюдается в зонах действия промышленных предприятий, особенно крупных. Так, например, на Текелийском свинцово-цинковом комбинате хотя и построена система очистных сооружений на р. Каратал, но до нее промышленные стоки спускаются в реку и проходят путь в 20 км вместе с речными водами. Ниже станции водоочистки вода в реке чистая, а выше на всем протяжении в зоне подпитывания подземных вод она загрязнена.

Интенсивная и бесконтрольная эксплуатация подземных вод может привести также к частичному или временному истощению ресурсов подземных вод Южной Джунгарии. В зоне действия рудничных водоотливов наблюдается расширение воронки депрессии, пересыхание родников, падение уровней подземных вод по скважинам. Вокруг рудника Текели, где работы ведутся с 1944 г., а рудничный водоотлив достигает 120—150 л/сек, депрессионная воронка в северном направлении расширилась на 1,5—2 км, уровень подземных вод упал на 200—300 м (в сланцевой толще текелийской свиты ордовика). На руднике Коксу, где работы ведутся в ордовикских известняках, водоприток с 1953 г. достигает 200 л/сек, уровень подземных вод снизился на 350—400 м, депрессионная воронка в восточном направлении расширилась на 2—2,5 км.

Многие артезианские скважины, особенно в пределах Басчийской, Конуроленской и Джаркентской впадин, изли-

ваются в течение всего года, устья их не оборудованы задвижками, не поставлены на крановый режим. Общие расходы самоизливающихся скважин в Южной Джунгарии достигают 150—200 л/сек. Бесконтрольная эксплуатация наносит значительный ущерб ресурсам подземных вод и местами приводит к заболачиванию земель. Наблюдается также уменьшение расходов и снижение уровней по скважинам Басчийской впадины. Неконтролируемый излив воды отмечен даже по скважинам, вскрывающим термальные воды глубоких водоносных горизонтов. В то же время ни одна из этих скважин не используется как источник теплофикации.

Для улучшения состояния охраны подземных вод Южной Джунгарии от загрязнения и истощения необходима организация действенной службы контроля за санитарным состоянием и техническими условиями эксплуатации подземных вод с использованием ею в полном объеме прав, предоставляемых законами по охране природных и водных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

Алимкулов А. С. Охрана подземных вод от загрязнения и истощения. — В кн.: Гидрогеология СССР. Том XXXVI. Южный Казахстан. М., «Недра», 1970.

Ахмедсафин У. М. Формирование грунтовых и артезианских вод Казахстана. — В кн.: Формирование подземных вод Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1966.

Ахмедсафин У. М., Джабасов М. Х., Шлыгина В. Ф. Подземные воды Алма-Атинской и Талды-Курганской областей и перспективы их использования для обводнения пастбищ. — «Известия АН КазССР. Серия геол.», 1968, № 3.

Жеваго В. С., Кан М. С., Бондаренко Н. М., Алещенко Г. В. Термальные воды и их значение для теплофикации. — В кн.: Гидрогеология СССР. Том XXXVI. Южный Казахстан. М., «Недра», 1970.

Лахтюк Р. А., Джумабаев М. С. Подземные воды Южной Джунгарии и перспективы их использования для орошения. — В кн.: Геология и разведка недр. Вып. 2. Алма-Ата, 1971.

Лахтюк Р. А., Джумабаев М. С. Особенности формирования подземных вод Южной Джунгарии. — В кн.: Геология и разведка недр. Вып. 3. Алма-Ата, 1973.

С. Ж. ЖАПАРХАНОВ

ОБ ИСКУССТВЕННОМ ПОПОЛНЕНИИ
ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
ЗАСУШЛИВЫХ ТЕРРИТОРИЙ КАЗАХСТАНА

Подземные воды по сравнению с поверхностными обладают рядом преимуществ. Это обусловлено тем, что они имеют более стабильный режим, меньше загрязнены, меньше содержат патогенных бактерий, почти не подвержены опасности радиоактивного заражения, характеризуются малыми потерями на испарение и хорошим органолептическим составом. Все эти бесспорные преимущества подземных вод обусловили повсеместное их использование для различных нужд народного хозяйства. Использование их в большинстве случаев более экономично. По данным У. М. Ахмедсафина (1971), подземными водами в Казахстане сейчас снабжаются такие крупные города и промышленные центры, как Алма-Ата, Джамбул, Чимкент, Балхаш, Джезказган, Кустанай, Рудный, Актюбинск, Семипалатинск, Талды-Курган, Кокчетав, Шевченко, 25 городов районного значения, многие горнорудные, металлургические и химические предприятия, нефтяные промыслы. Обводняется более 75 млн. га пастбищ, около фонтанирующих скважин создаются орошаемые оазисы для животноводства. Они широко применяются также для водоснабжения более 300 целинных совхозов, многочисленных колхозов и населенных пунктов. Широко используются подземные воды и в республиках Средней Азии, Закавказья, на Украине и в РСФСР.

Рост промышленности и развитие сельского хозяйства обуславливают необходимость привлечения подземных вод в еще больших масштабах. В то же время интенсивная эксплуатация подземных вод, увеличивающееся загрязнение, неравномерное площадное распределение водных ресурсов уже в настоящее время создают определенные трудности в получении необходимого количества воды, пригодной для питьевых, хозяйственных и других целей.

В этой связи для удовлетворения все возрастающей потребности в воде городов, промышленности и сельского хозяйства большое значение приобретают мероприятия по искусственному пополнению запасов подземных вод.

В настоящее время метод искусственного пополнения

запасов подземных вод широко применяется в ряде стран (США, ФРГ, ГДР, Швейцария, Швеция и др.).

По данным В. С. Усенко (1972), доля искусственно создаваемых запасов в общем балансе использования подземных вод составляет (%): в ФРГ — 30, Швейцарии — 25, США — 24, Голландии — 24, Швеции — 19, Англии — 12.

Растут масштабы использования искусственных запасов подземных вод и у нас в стране. В настоящее время в СССР эксплуатируется более 20 установок искусственного пополнения подземных вод, в том числе в Прибалтике, Сибири, Поволжье, Средней Азии и на юге Украины.

Длительной и интенсивной эксплуатацией некоторых водозаборов в Казахстане установлено, что в тех местах, где отбор подземных вод заметно превышает естественное их восполнение, происходит значительное понижение динамических уровней подземных вод и постепенное истощение их запасов. В связи с этим в перспективе водообеспечение многих хозяйственных объектов республики следует ориентировать на пополнение водных ресурсов недр. Практика использования подземных вод показывает, что при благоприятных геолого-гидрогеологических условиях эффективным методом их воспроизводства является искусственное пополнение путем спуска части поверхностного стока в водоносные горизонты.

Пополнение подземных вод, являющееся процессом планомерного изменения баланса подземных вод, направлено на увеличение приходной их части. Перестройка баланса подземных вод осуществляется сравнительно недорогим комплексом мероприятий, проводимых как вблизи водозабора, так и на всем его протяжении, способствующих переводу поверхностного стока в подземный путем создания бассейнов береговой инфильтрации, каналов, борозд, устройства прудов и водохранилищ для задержания талых и снеговых вод. При этом природа часть трудов берет на себя, возвращая потребителю воду хорошего качества.

Искусственное регулирование запасов подземных вод возможно во всех благоприятных природно-гидрогеологических и геоморфологических условиях. Этот метод особенно выгоден и надежен в аридных зонах Казахстана, где весенний сток рек непродолжителен. Искусственное пополнение запасов подземных вод позволяет создавать дополнительные и надежные источники водообеспечения различных отраслей народного хозяйства.

Система искусственного пополнения запасов подземных вод должна состоять из устройств, забирающих воду из источника пополнения. От поверхностных источников к

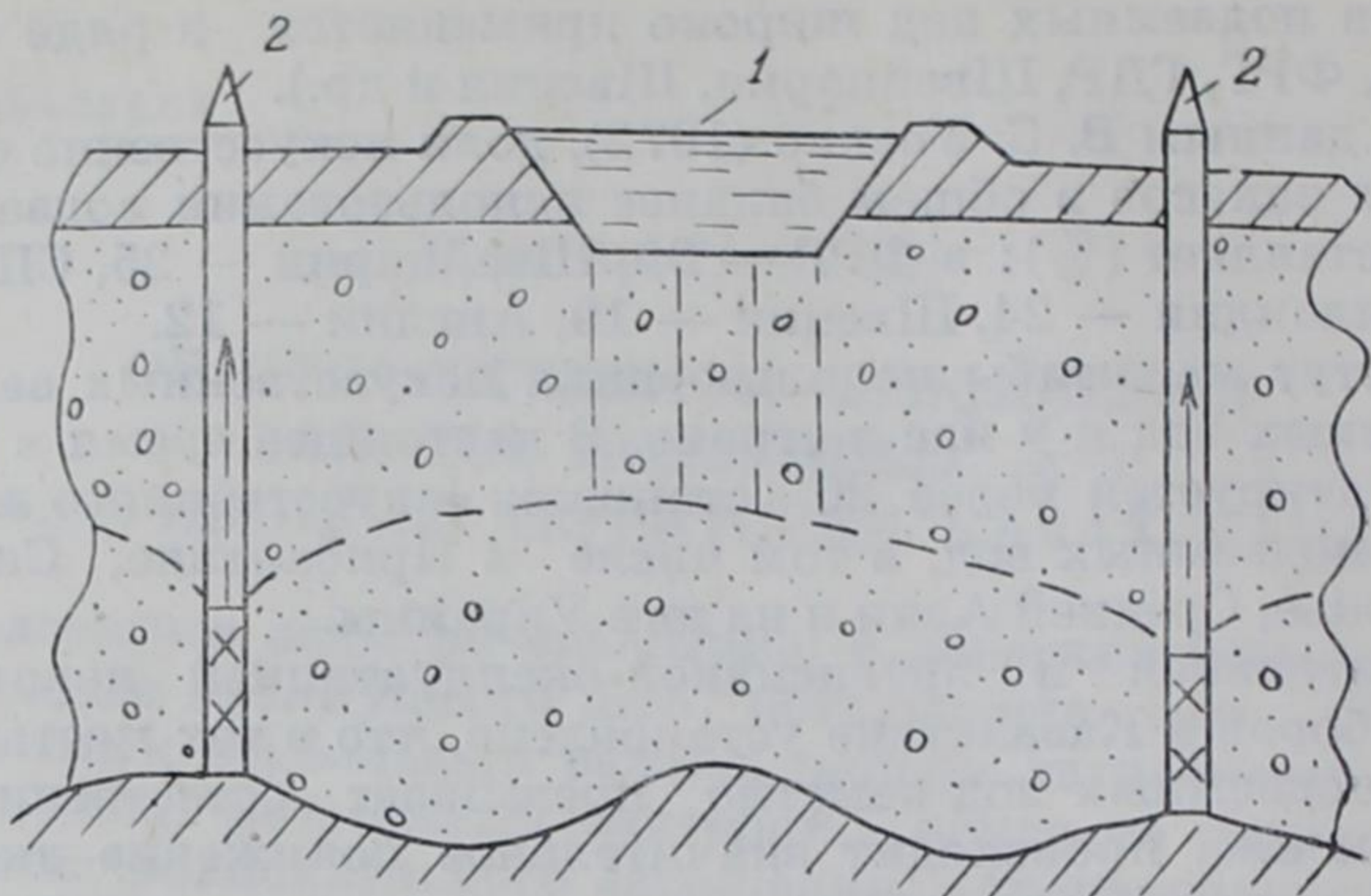


Рис. 1. Схема установки искусственного пополнения подземных вод открытыми инфильтрационными сооружениями: 1 — бассейн, 2 — водозаборная скважина.

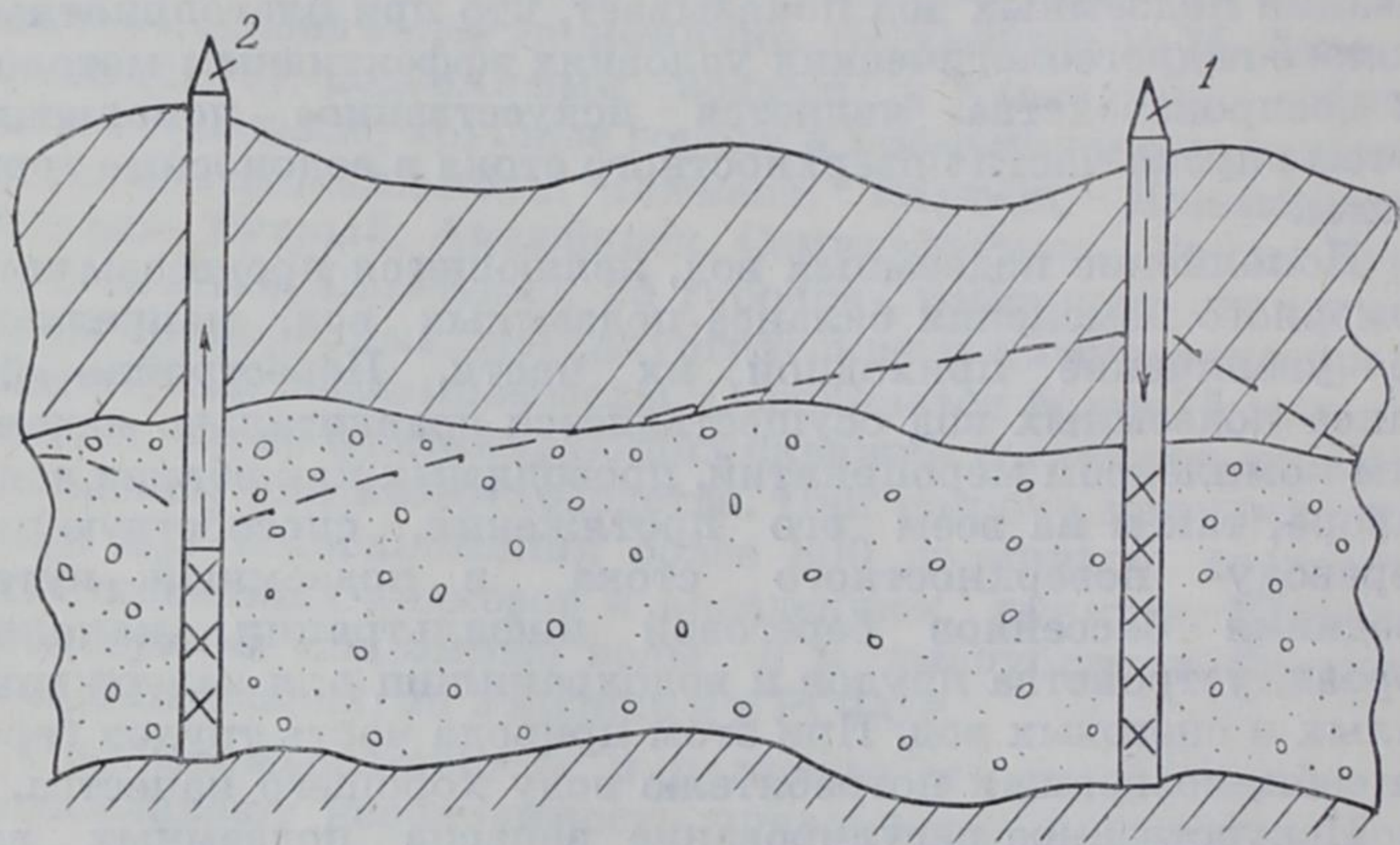


Рис. 2. Схема искусственного пополнения подземных вод посредством поглощающих скважин: 1 — поглощающая скважина, 2 — водозаборная скважина.

инфильтрационным сооружениям при этом вода может подводиться двумя способами: открытым — по каналам — или закрытым — по трубопроводам.

Использование открытых источников зависит прежде всего от морфологических условий местности, на которой размещаются сооружения системы искусственного пополне-

ния. При этом инфильтрационные сооружения того или иного типа должны выбираться исходя из климатических, топографических, геологических и гидрогеологических условий участка, отведенного для устройства установки пополнения подземных вод, гидрологической характеристики источников пополнения, наличия свободных площадей, ценности земли и целей, для которых производится пополнение. На рисунках 1 и 2 приведены две наиболее распространенные типовые схемы пополнения подземных вод.

Некоторый опыт искусственного пополнения подземных вод имеется и в Казахстане. Так, для засушливых степей Северного Казахстана Г. А. Рейсгоф предложил искусственно аккумулировать воду поверхностных водоемов путем спуска или нагнетания их в хорошо водопроницаемые слои песчаных отложений для создания различных подземных водохранилищ. Этим способом в свое время были решены вопросы водоснабжения ряда целинных совхозов.

В Центральном Казахстане искусственное пополнение подземных вод предложено для разбавления солоноватой воды Аркалыкской мульды. Здесь в закарстованных известняках карбона были разведаны большие запасы трещинно-карстовых вод с повышенной минерализацией (4—5 г/л). Для того чтобы улучшить питьевое качество вод известняков А. Е. Петров рекомендовал пробурить на площади распространения известняков ряд инфильтрационных скважин большого диаметра (18—20") для инъекции туда пресных вод р. Терсаккан с тем, чтобы путем смешения пресных и слабосоленоватых вод получить из мульды разбавленную до нужной кондиции питьевую воду. Эти рекомендации находятся на стадии экспериментов.

Удобными для искусственного пополнения подземных вод являются Эскулинская, Жанайская, Айдосская и другие антиклиналы, представляющие собой замкнутые, сложенные хорошо проницаемыми породами бассейны трещинно-карстовых вод, и закарстованные известняки Сарыбулакской, Машуранской, Алайгырской и других мульд в Центральном Казахстане. Эти карбонатные структуры могли бы быть пополнены поверхностными стоками рек Жезды, Кенгира, Сарыбулака, Шерубай-Нуры и других, уносящих свои воды в пустынное пространство или же расходующих их на испарение и т. д. Перспективными для обогащения подземных вод являются также речные долины, конусы выноса, предгорные шлейфы, благоприятные для коллектирования подземных вод (Жапарханов, 1975).

У. М. Ахмедсафин и др. (1971) к перспективным для осуществления искусственного пополнения подземных вод отно-

сит предгорные равнины Тянь-Шаня. Наличие открытого зеркала подземных вод на всей площади конусов выноса и отсутствие перекрывающих водоносный горизонт водоупоров, по их данным, делают метод свободной инфильтрации наиболее эффективным. По их мнению, искусственное пополнение в этих условиях важно и с точки зрения сознательного управления режимом подземных вод в этих районах.

Идея создания искусственных запасов вод хотя и не нова, однако реализуется она все еще очень слабо при наличии большой возможности в этом направлении. В республике до сих пор не созданы подобного рода сооружения, которые могли бы стать настоящими «фабриками» подземных вод. Огромная территория Казахстана, располагающая громадными емкостями и разнообразным рельефом, удобным для magazинирования поверхностного стока и атмосферных осадков, весьма благоприятна и перспективна для создания искусственных запасов подземных вод. К ним, в частности, можно отнести многие карбонатные мульды Центрального и Южного Казахстана, конусы выноса и предгорные шлейфы Тянь-Шаня, Джунгарии и Тарбагатая, межгорные впадины Алтая, а также многочисленные речные долины. При этом прежде всего нужно исходить из того, что подземные воды в отличие от твердых полезных ископаемых восполняемы и этот процесс поддается управлению.

В дальнейшем в целях ускоренного внедрения в практику методов искусственного пополнения подземных вод необходимо осуществить ряд следующих важных мероприятий:

1) произвести геолого-гидрогеологическое районирование территории республики с целью оценки возможности искусственного пополнения запасов подземных вод;

2) разработать научно-методические основы гидрогеологических исследований и расчетов по искусственному пополнению подземных вод;

3) в характерных районах организовать опытно-экспериментальные участки для проведения широких комплексных исследований;

4) при решении вопросов особенно крупного водоснабжения шире применять различные варианты искусственного пополнения подземных вод.

ЛИТЕРАТУРА

Ахмедсафин У. М. Изучение и использование водных ресурсов недр Казахстана. — В кн.: Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане. Т. 4. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1971.

Ахмедсафин У. М. и др. Управление режимом подземных вод на предгорных равнинах Тянь-Шаня. Там же.

Жапарханов С. Ж. Подземные воды горнорудных районов Центрального Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1975.

Усенко В. С. Искусственное восполнение запасов и инфильтрационные водозаборы подземных вод. Минск, «Наука и техника», 1972.

УДК 556.382+556.313.2:556.334(574.5)

В. С. ЖЕВАГО, М. С. КАН, Н. М. БОНДАРЕНКО

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД КАЗАХСТАНА

Гидрогеотермические исследования в Южном Казахстане показали, что его недра богаты термальными водами с высокими потенциалами температур и низкой минерализацией. Воды в основном самоизливающиеся, с большими расходами. Они могут быть широко использованы как источник тепловой энергии. Практическое применение их во многом зависит от требований, предъявляемых к таким водам отраслями народного хозяйства. В настоящее время нет достаточно четкой и обоснованной оценки использования термальных вод в народном хозяйстве в различных целях. По-видимому, при оценке решающую роль играют тепловой потенциал, ресурсы, напор и дебит одиночных скважин и водозаборов, а также минерализация, химический и газовый состав термальных вод, глубина их залегания и удаленность источника энергии от потребителя.

Руководствуясь этим, на описываемой территории можно выделить и оценить несколько обширных районов с термальной водой, удовлетворяющей требованиям практического использования их во многих отраслях народного хозяйства. Эти районы расположены в пределах межгорных впадин и некоторых эпипалеозойских платформ. Среди них наиболее благоприятны для получения термальных вод Илийская, Кызылкумская и Чу-Сарысуйская впадины.

В Илийской впадине водовмещающими являются песчаные разности отложений неогена, палеогена, мела, юры и

триаса. Термальные воды неогена вскрыты на глубинах 200—2000 м. Температура их соответственно составляет 20—80°, дебиты самоизливающихся скважин изменяются от 3 до 30 л/сек, реже более. Минерализация в основном до 1 г/л.

Палеогеновые отложения менее водообильны в восточной части территории. Залегают они здесь на глубинах от 200—250 до 3500—4000 м. Расходы скважин при самоизливе достигают 5 л/сек. Преобладающий химический состав их хлоридный натриевый с минерализацией от 3 до 36 г/л и температурой у пласта от 20—30° (глубины 50—1000 м) до 100—130° (3500—4000 м).

Наиболее перспективными на получение пресных высокотермальных вод являются меловые отложения, достоверно установленные в Джаркентской депрессии. Водоносны здесь кварцево-сланцевые пески, песчаники и реже конгломераты. Мощность их колеблется от 10 до 40 м. Залегают они на глубинах от 200—300 до 3500—4300 м. Вскрытые скважинами воды обладают высокими напорами. Расходы скважин при самоизливе достигают 50—190 л/сек. Химический состав вод хлоридный натриевый и хлоридный натриево-кальциевый с минерализацией до 1 г/л. Самая высокая температура подземных вод, вскрытых скважинами, зафиксирована у Борохудзирской переправы. Здесь в интервале глубин 2695—2730 м получен фонтан подземной воды с температурой 96°. В соответствии с расчетами из меловых отложений с глубин 3000—4300 м можно получить воду с температурой 135—155°. Термальные воды в отложениях юры и триаса также установлены в Джаркентской депрессии. Залегают они на глубинах от 300—700 до 5000—5500 м. По данным немногочисленных скважин, вскрывших подземные термальные воды в этих отложениях на глубинах до 2300 м, расходы воды при самоизливе достигают 30—50 л/сек. Химический состав ее смешанный. Минерализация до 3 г/л. В соответствии с расчетами температура на глубине 5500 м может достигать 180°.

Чу-Сарысуйская впадина территориально расположена в Джамбулской, северной части Чимкентской и восточной части Кызыл-Ординской областей. В Джамбулской области термальные воды вскрыты в песках Муюнкум и в районе ст. Луговой. Здесь водоносными являются прослойки песчаников, гравелитов, песков и конгломератов неогена, суммарная мощность которых достигает 300—500 м. Воды залегают на глубинах до 2200—2400 м, обладают большими напорами, уровни их устанавливаются до 20 м ниже поверхности земли. Водообильность пород с удалением от гор снижается.

Расходы скважин, пробуренных в предгорьях Киргизского хребта, достигают 10 л/сек, а на остальной территории они ниже. В соответствии с расчетами на глубинах 2200—2400 м подземные воды имеют температуру 70—80° и минерализацию до 8—10 г/л.

Более перспективными на получение термальных вод являются прослойки песков и песчаников палеогенового и мелового возраста, залегающих на глубинах 200—900 м западнее Уланбельского вала. Водоносные горизонты повсеместно обладают напором. Пьезометрические уровни их устанавливаются на 10—25 м выше поверхности земли. Расходы скважин при самоизливе колеблются от 1—3 до 100 л/сек и более, но в основном они изменяются от 10 до 30 л/сек.

Минерализация вод возрастает в северо-западном направлении от 0,4 до 3 г/л. Скважинами, пробуренными на глубину до 600 м, вскрыты воды с температурой до 37°. Согласно расчетам, с глубины 900 м можно получить подземные воды с температурой около 50°.

Одной из наиболее перспективных на получение пресных и слабоминерализованных подземных термальных вод является Кызылкумская впадина. Она занимает южную часть Чимкентской и юго-западную Кызыл-Ординской областей. Здесь термальные воды вскрыты многими скважинами в песчаных разностях пород сенон — турона, сеномана и нижнего мела.

В пределах Кызыл-Ординской области в отложениях сеномана и турона термальные воды залегают на глубине до 500 м. Расходы скважин при самоизливе достигают 20—25 л/сек с температурой воды на устье до 40°. Химический состав воды хлоридно-сульфатный натриевый с общей минерализацией от 1 до 1,8 г/л, реже до 3 г/л.

В Яныкурганском, Туркестанском, Алгабасском, Бугунском, Кызылкумском и Келесском районах эти отложения вскрыты рядом скважин на глубинах до 2000 м. Здесь воды повсеместно обладают большими напорами. Пьезометрические уровни их устанавливаются, как правило, выше поверхности земли. Расходы скважин при самоизливе достигают 25—40 л/сек (2160—3456 м³/сут). Температура воды в зависимости от глубины вскрытия колеблется от 40° (на глубине 600 м) до 74° (на глубине 1700 м). На центральной усадьбе совхоза «Акдалинский» Бугунского района с глубины 1712 м получен фонтан с температурой воды 74° в количестве 18,2 л/сек (1570 м³/сут). Химический состав воды гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатный натриево-кальциевый с минерализацией 0,8 г/л. Большинство скважин на большей

части площади вскрыты воды сульфатно-хлоридного натриевого состава с минерализацией от 0,6 до 1,3 г/л.

В Келесском районе термальные воды сенон-туронских отложений вскрыты скважиной, пробуренной на центральной усадьбе совхоза им. Муратбаева. Уровень воды установился на 37 м ниже поверхности земли. При откачке с интервала глубин 1004—1260 м получена вода с температурой 50° в количестве 12 л/сек (1027 м³/сут) при снижении уровня на 7,5 м. Химический состав воды здесь сульфатный натриевый с минерализацией 1,3 г/л.

Среди сеноманских отложений водоносными являются слабо сцементированные песчаники и пески кварцево-полевошпатового состава с прослоями алевролитов и глин. Суммарная мощность водосодержащих пород 20—100 м. Они вскрыты многими скважинами на глубинах до 2000 м, обладают высокими напорами. Пьезометрические уровни устанавливаются выше поверхности земли до 260 м (Келесский и Сары-Агачский районы). Расходы скважин при самоизливе колеблются в широких пределах — от 5 (432 м³/сут) до 30 л/сек (2592 м³/сут). Самая высокая температура воды, равная $74—75^{\circ}$, зафиксирована в скважинах, пробуренных в урочище Кокпенкалды, на центральной усадьбе совхоза «Арысский» Кызылкумского района и на ст. Арысь. В большинстве пробуренных на территории Чимкентской и южной части Кызыл-Ординской областей скважин температура изменяется от 40 до 70° . Здесь, согласно расчетам, с глубин 2000—2500 м можно получить воду с температурой $80—100^{\circ}$.

Нижнемеловые отложения также содержат термальные воды и вскрыты скважинами в Чимкентской области на глубинах до 2000 м. Представлены они песчано-глинистой толщей, мощность которой возрастает с удалением от хр. Каратау к наиболее погруженным частям отдельных прогибов. Суммарная мощность обводненной толщи достигает 150—180 м. Воды повсеместно с высокими напорами — до 17 атм выше поверхности земли. Расходы скважин при самоизливе достигают 35 л/сек (3024 м³/сут). Химический состав вод преимущественно хлоридно-сульфатный натриевый. Минерализация ее возрастает по мере удаления от хр. Каратау и с глубиной от 0,5—1,7 до 10 г/л. Температура воды, выведенной скважинами на поверхность, колеблется от 22° с глубины 324 м до $54—68^{\circ}$ с глубины 1400—1750 м. На глубинах 2500—3000 м температура может достигать $90—110^{\circ}$. Выявленные и частично разведанные запасы природных горячих вод дают основу для самого широкого использования тепловой энергии их в народном хозяйстве Южного Казахстана,

чему также способствуют густая населенность, развитое сельское хозяйство и животноводство, легкая и тяжелая промышленность, которые являются потенциальными потребителями горячих вод.

Имеющиеся материалы по гидрогеотермии Казахстана позволяют достаточно обоснованно наметить месторождения и участки термальных вод для использования их в самых различных отраслях народного хозяйства. Основные сведения по участкам и месторождениям термальных вод, а также наши рекомендации по использованию их приводятся в таблице.

В настоящее время при выявлении перспективных участков термальных вод и составлении рекомендаций по их использованию учитываются (из опыта эксплуатации термальных вод как за рубежом, так и в Советском Союзе) тепловой потенциал, дебит скважины, давление воды на ее устье, глубина залегания термальных вод, содержание взвешенных примесей (мг/л), минерализация (г/л), жесткость воды, рН, содержание кислорода, углекислоты, а также сульфатная и магниевая агрессивность и срок эксплуатации.

К сожалению, в этой схеме не учтены такие показатели, как конструкция геотермальных систем, климатические особенности районов использования термальных вод, что дало бы возможность повысить пределы минерализации, жесткости, агрессивных компонентов, а также снизить тепловой потенциал воды. Для Казахстана нами составлена таблица перспектив использования термальных вод, в которой учтены качество и количество вод и срок эксплуатации скважин (27 лет).

Прогнозные эксплуатационные запасы термальных вод, подсчитанные методом приближенных расчетов, составляют 65,48 м³/сек, в которых запасы тепла оценены в $3,6 \cdot 10^6$ ккал/сек, или 44 000 т/сут условного топлива.

В результате гидрогеологических исследований и поисково-разведочного бурения на нефть и газ в период с 1960 по 1975 г. термальные воды с температурой от 30 до 96° уже выведены на поверхность 120 скважинами, которые изливают более 1600 л/сек горячей воды, в том числе в Илийской впадине 25 скважин изливают более 500 л/сек горячей воды, содержащей 35 000 ккал тепла; в Кызылкумской впадине около 90 скважин выбрасывают воды около 1000 л/сек, содержащей 50 000 ккал тепла; в Чу-Сарысуйской — 5 скважин дают более 100 л/сек горячей воды, содержащей 3500 ккал тепла.

Районы перспективного освоения пластовых высокотермальных подземных вод

Район, населенный пункт	Основные показатели термальных вод										Практическое использование
	Водоносный комплекс (индекс)	Глубина залегания, м	Температура, °С	Дебит скважины, м³/сут	Давление на устье скважин, атм	Минерализация, г/л	Химический состав	Газовый состав	9	10	
Кызылкумский, Байракум, Боксарай, с. Шаульдер, центральные усадьбы совхозов «Арыский», «Талапты» и др. Бугунский, г. Арысь, села Чубаровка, Тамерлановка, центральные усадьбы совхозов «Сарыагачский» зооветтехникум, совхоз «Копланбек»	К ₂	1650—1800	66—75	1100—1400	8,3	До 1,5	HCO ₃ ⁻ SC ₄ ⁻ Cl, Na	N ₂	9	10	Теплодоснабжение, горячее водоснабжение, бани, прачечные, парниковые и цветочные хозяйства То же » » »
	К ₂	800—1900	40—75	500—2200	До 7,2	До 1,0	То же	N ₂	9	10	
	К ₂	820—1400	50—55	1200—2200	До 17	До 1,0	»	N ₂	9	10	
	К ₂	1200—1900	55—70	500—2600	7—20	До 1,5	»	N ₂	9	10	
	К ₂	850—1900	50—70	500—1200	До 26,0	До 2,0	HCO ₃ ⁻ Na, HCO ₃ ⁻ Cl, Na	N ₂	9	10	
и др. Келесский, центральные усадьбы совхозов «Келесский», «Жузенбек», «Бирликский», им. Абая, с. Абай											Отопление, горячее водоснабжение, теплохладоснабжение, коммунальное и парниковое тепличное хозяйство

Чимкентская область, Кызылкумская впадина

Кзыл-Ординская область

Казалинский, города Караколь, Казалинск, центральные усадьбы совхозов	К	550— 1500	30—70	До 3	1,3—5	Cl, Na	N ₂	Отопление, горячее водоснабжение, теплич- но-парниковое хозяйство во, купание овец, мойка шерсти
	Ж			500— 850				

Чимкентская область, Чу-Сарысуйская впадина

Сузакский, села Су- зак, Жуван-Тюбе, цент- ральные усадьбы совхо- зов	К ₂	500— 1500	35—60	2000— 2500	1,5	1,5—2	Cl, Na	N ₂	Обогрев животновод- ческих ферм, купание овец, мойка шерсти, ба- ни, прачечные

Алма-Атинская область, Илийская впадина

Панфиловский, г. Панфилов, с. Коктал, отделения совхозов и колхозов	К ₂	700— 3500	30—130	3000— 6500	15—36	До 1	НСO ₃ , Na	N ₂	Геотермоэлектростан- ция, отопление, горячее водоснабжение, тепло- хладоснабжение, теп- лично-парниковое хо- зяйство, бани, прачеч- ные, плавательные бас- сейны, прудовое рыбо- водство, обогрев почвы и др.
	Ж	1300— 4000	60—150	До 2500	15—36	1,0— 1,5	Cl— SO ₄ , Na, Ca	N ₂	
Уйгурский, с. Чунд- жа, отделения колхозов и совхозов	Т	1200— 4500	50—170	1700— 4000	До 40	0,5—3	Cl, Na	N ₂	Теплично-парниковое хозяйство, бальнеолече- ние, отопление, горячее водоснабжение, прудо- вое рыбоводство
	К ₂	500— 1400	40—80	700— 3500	4—25	До 1	НСO ₃ , Na	N ₂	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Чиликский, с. Чилик, табаксовхоз и другие населенные пункты	N	1200— 2000	45—70	2000— 3500	12—15	До 1	HCO_3 , Na	N ₂	Отопление зданий, горячее водоснабжение, теплохладоснабжение, теплопарниковое хозяйство, плавательные бассейны, бани, прачечные Отопление служебных помещений, горячее водоснабжение, теплопарниковое хозяйство, бани, прачечные, плавательные бассейны
	Каскеленский, г. Каскелен и другие населенные пункты	N	2000— 2500	90—110	1000— 2500	15—20	1—3	SO_4 — Na	

Использование глубинного тепла подземных вод обходится в несколько раз дешевле тепла, полученного от сжигания твердого топлива. Так, например, в Махачкале тепло от геотермальных скважин обходится всем группам потребителей дешевле более чем в три раза по сравнению с тарифами на тепловую энергию в системе Дагэнерго. На Камчатке стоимость геотермальной тепловой энергии ниже тарифов на тепловую энергию, действующих в городской теплосети г. Петропавловска-Камчатского, для населения в 5,5 раза, для сельскохозяйственных потребителей — в 8 раз, а для промышленных — в 17 раз. Для Южного Казахстана ориентировочные расчеты, выполненные в Институте гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР, показали, что себестоимость одной гигакалории тепла термальных вод составляет 1,75 руб., а стоимость 1 Гкал тепла по Алмаатаэнерго составит 5,76 руб., т. е. геотермальная энергия в 3,3 раза дешевле, чем тепловая, вырабатываемая Алмаатаэнерго. К тому же при эксплуатации термальных вод отпадает необходимость в транспортных средствах. Несмотря на это явное преимущество при использовании глубинного тепла земли и наличие уже готовых скважин, дающих самоизливом до 1600 л/сек термальных вод с температурой до 100°, освоено пока только 1% от общего объема.

В настоящее время тепловая энергия недр земли используется в Казахстане лишь в Чимкентской области. В совхозе

им. Ленина Сары-Агачского района проведен опыт по использованию термальных вод для отопления парниково-тепличного хозяйства площадью более одного гектара. Для этой цели использовалась часть воды с температурой 60—70°, выведенной двумя скважинами с глубин 1650—1730 м. С каждого квадратного метра теплиц было собрано по 10,4 кг огурцов. Ранней весной в теплицах с пленочным покрытием выращивалась рассада ранних сортов капусты. Общий доход совхоза от теплиц составил более 40 тыс. руб. Подача воды на отопление осуществлялась на сброс.

В совхозе «Келесский» Келесского района закончено строительство капитального тепличного хозяйства площадью около одного гектара. Оно отапливается за счет 65°-ных подземных вод, выведенных скважиной с глубины 1740—1960 м. Расход скважины на самоизливе достигает 1200 м³/сут. Отопительная система внутри теплиц выполнена из металлических труб.

В совхозе «Арысский» Кызылкумского района подземная вода уже несколько лет используется для отопления акклиматизаторов, инкубаторной станции и двухквартирного жилого дома при утятнике, в совхозе «Талапты» того же района — для отопления и горячего водоснабжения детского сада.

Во многих совхозах области («Овцевод», им. Ленина, «Сары-Агачский плодово-ягодный», «40 лет Казахстана», «Берликский», совхоз-завод «Копланбек» и др.) термальные воды используются для питьевого (после охлаждения) и горячего водоснабжения, бытовых и коммунальных нужд и бань. Значительная часть термальной воды используется для водоснабжения пастбищ отгонного животноводства (развозится водовозами по отарам).

Для некоторых скважин, пробуренных на юге Чимкентской области, специальным опытно-конструкторским бюро Института технической теплофизики Академии наук Украинской ССР разработаны опытные конструкции и схемы для комплексного использования термальных вод и обоснована технико-экономическая эффективность их применения в народном хозяйстве. В соответствии с этими разработками годовая экономия топлива только по семи скважинам, пробуренным в совхозах «Акдалинский», «Арысский», «Талапты», «Копланбек», им. Ленина, им. Абая и на территории Копланбекского зооветтехникума, составит более 17 000 т. условного топлива.

Слаботермальные подземные воды (до 40°) все шире применяются для раннего полива сельскохозяйственных угодий. В летнее время после охлаждения они используются для

оазисного орошения. В этом направлении накоплен определенный опыт в Уйгурском районе Алма-Атинской области. Здесь более чем 20-ю скважинами из отложений неогена и мела с глубин 350—600 м выведены на поверхность подземные воды с температурой 20—60°, минерализацией до 1 г/л и суммарным расходом, превышающим 43 тыс. м³/сут. Эта вода используется для выращивания многолетних трав, бахчевых культур и кукурузы. Слабоминерализованные слаботермальные воды широко используются для полива в колхозе «XXX лет Казахстана» Успенского района Павлодарской области. На базе таких же вод намечается орошение полей в Мангышлакской области (Североактауский артезианский бассейн).

Доказано специалистами курортологами и физиотерапевтами, что почти все термальные воды с температурой свыше 35° и минерализацией более 1 г/л обладают лечебными свойствами и широко применяются для этих целей как в СССР, так и в других странах.

Широко не только в Казахстане, но и за его пределами известны слабоминерализованные термальные воды гидрокарбонатного натриевого состава курорта «Сары-Агач», где производится лечение кожных, нервных, гинекологических и других заболеваний. Эта вода, так же как и термоминеральная курамская из скважин, пробуренных вблизи г. Алма-Аты и в других местах, разливается в бутылки и поступает в продажу как столовая. Известны случаи, когда на базе термоминеральных вод строятся бальнеологические лечебницы не только республиканского, но и районного и даже местного (совхозного) значения. Так, например, районные бальнеологические лечебницы, или, как их называют, водолечебницы, действуют вблизи городов Туркестан, Чунджа, Искине и др. В пустыне Кызылкум совхозом «Шаульдерский» Кызылкумского района Чимкентской области выстроена водолечебница на 25 коек. Температура воды на изливе 45,1°, химический состав гидрокарбонатно-сульфатный натриево-кальциевый с минерализацией 0,5 г/л. В ней содержится 0,86 мг/л фтора. В составе воды обнаружены растворенные газы (% об.): азот — 77,73, кислород — 21,19 и углекислота — 1,08.

Аналогичная водолечебница уже несколько лет действует в с. Покровка близ г. Алма-Аты. Лечебная вода здесь получена с глубины 1100 м. Расход ее при самоизливе 1160 м³/сут, температура +42°. Химический состав воды хлоридно-гидрокарбонатный натриевый с минерализацией 1,7 г/л. Из микрокомпонентов в ней содержатся (мг/л): йод — 0,71, фтор — 6,82, кремнекислота — 20,0, метаборная

кислота — 20, гуминовые кислоты — 2, гуминовое вещество — 12,3.

Приведенными примерами исчерпывается в настоящее время использование высоконапорных термальных вод в Южном Казахстане.

Как показало обследование всех термальных скважин в Южном Казахстане, из 1600 л/сек 2,5% охлажденной воды используется для водоснабжения отделений совхозов и населенных пунктов, 0,5% — для водопоя скота, 8% — для орошения сельскохозяйственных культур и только 1% — как тепловая энергия для отопления теплиц и в банях (в осенне-зимне-весеннее время). В последнем случае горячая вода используется примитивным способом, без надлежащих расчетов теплотехнических схем, при этом коэффициент полезной тепловой отдачи самый низкий. Из сказанного видно, что скважины бесполезно изливают воду на поверхность земли в количестве $42,6 \cdot 10^6$ м³ в год и выбрасывают в воздух $1704 \cdot 10^3$ Гкал. Техническое состояние самоизливающих скважин весьма неудовлетворительно. Это приводит к снижению температуры и падению гидростатического давления на устье многих скважин. Иногда наблюдается резкое падение их дебитов на самоизливе, что происходит из-за недостаточного технического надзора и неправильной эксплуатации скважин. С момента проходки скважин в течение длительного времени (10—15 лет) не производилась чистка их стволов, отстойников и промывка фильтров, что выводит действующие скважины из строя. Бесцельно изливающаяся термальная вода ведет к истощению запасов этого ценнейшего полезного ископаемого. Только за счет потерянного тепла из самоизливающих скважин в количестве $1704 \cdot 10^6$ Гкал народное хозяйство, по нашим приблизительным подсчетам, имело бы ежегодную прибыль около 3 млн. руб.

Все скважины с самоизливающейся термальной водой необходимо взять под строгую охрану, для чего следует в первую очередь: 1) все неиспользуемые скважины ликвидировать, а используемые в народном хозяйстве поставить на крановый режим и усилить технический надзор; 2) для организации технически грамотной эксплуатации скважин с термальной водой создать в Казахстане хозрасчетное промысловое управление, передать ему все эксплуатируемые скважины, поручив а) надзор за техническим состоянием скважин, ремонт, чистку стволов скважин, б) подводу термальных вод к потребителям, в) эксплуатационное бурение скважин на термальные воды по прямым договорам с потребителями, оборудование скважин оголовками, вентилями,

манометрами и другими приспособлениями и надзор за их эксплуатацией.

Только правильная эксплуатация и строгий надзор могут дать действенные результаты по охране природы и устранению нежелательных явлений в окружающей среде.

УДК 556.3:353.3/9(574.3)

Т. К. КАРАМУРЗИЕВ

НЕКОТОРЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАЗАХСТАНА

Использование водных ресурсов определяется такими экономическими факторами, как объем водопотребления, качество и стоимость потребляемой воды.

Добыча, обработка и транспортировка продуктов промышленности, выращивание сельскохозяйственных культур и развитие других смежных отраслей, а также создание нормальных бытовых условий для населения сопряжены с большим потреблением воды. Планирование водопотребления в перспективе развития этих хозяйств должно быть осуществлено таким образом, чтобы проектируемый объем используемой воды соответствовал реальным потребностям. Это необходимо тем более, что на сооружение объектов водообеспечения затрачивается большой объем капиталовложений, причем они вкладываются в народное хозяйство за 5—7, а иногда за 10—15 лет до начала достижения максимального уровня объема того или иного производства.

Определение реальных объемов водопотребления зависит от решения ряда важных вопросов: принятия в расчетах реальных норм водопотребления; обоснованного расчета перспектив развития объема промышленного и сельскохозяйственного производства, численности потребителей; максимального снижения имеющихся потерь ресурсов воды.

В настоящее время объем водопотребления одним и тем

же потребителем может быть определен по-разному. Это зависит от различного подхода проектирующих организаций к принятию тех или иных норм водопотребления. В нашей стране в зависимости от характера оборудования жилых домов внутренним водопроводом расход воды для хозяйственно-бытовых и питьевых нужд в городах, колхозах и совхозах колеблется от 30 до 420 л/сут на одного жителя. При проектировании водоснабжения некоторых развивающихся городов проектировщиками принимается даже 500—600 л/сут на одного человека. Из этого количества для первой необходимости на одного человека расходуется не более 30—35 л, что в объеме максимального водопотребления составляет всего лишь 5%. Основная часть (95%) расходуется для санитарных и хозяйственно-бытовых целей, для поддержания чистоты жилищ и зданий общественного пользования, полива улиц и др. Если за счет питьевых вод невозможно увеличение расходов, то вторая часть имеет все возможности для всякого завышения норм, а следовательно, для необоснованного увеличения всего объема потребляемой воды.

Большой диапазон изменения размеров указанных норм является главным источником допущения ошибок при определении общего объема водопотребления. Поэтому к пользованию этими нормами необходимо подходить весьма осторожно и руководствоваться только их реальными величинами, уточненными для каждого района республики и каждого потребителя.

Необходимость постоянного уточнения существующих и разработки новых оптимальных норм водопотребления очевидна. Многие исследователи на основании анализа фактического водопользования рекомендуют более реальные нормы. Результаты непосредственных наблюдений Казахского научно-исследовательского института водного хозяйства (КазНИИВХ) показали, например, что полная фактическая норма водопотребления составляет у молочных коров 53—60 л/сут, у свиноматок — 35—36 л/сут, тогда как в справочниках эти нормы составляют соответственно 80 и 60, что в 1,4 и 1,7 раза выше реального. Это значит, что при проектировании на основании данных справочника объем водопотребления мог бы быть завышен в 1,5 раза, поэтому настолько же снижена эффективность использования водных ресурсов.

Отсутствие оптимальных норм вызывает большие затруднения при проектировании обводнения и водоснабжения в республике и приводит к необоснованному принятию тех или иных норм и зачастую к нерациональному строительству

ву водохозяйственных сооружений объемом, не соответствующим фактическим условиям, следствием чего будет неоправданное удорожание строительства и эксплуатации этих объектов. Следовательно, сама жизнь диктует водохозяйственным и научно-исследовательским организациям повседневно заниматься уточнением норм потребляемой воды.

Реальность объема водопотребления в значительной степени зависит от величин показателей перспективного плана развития промышленного и сельскохозяйственного производства, смежных отраслей и численности населения, так как расчетные объемы водопотребления прямо пропорциональны объему производства в перспективе развития хозяйства. Насколько правильно будет определен объем производства, настолько правильно будет определен реальный объем водопотребления.

В практике планирования водоснабжения новых промышленных комплексов были случаи, когда по первоначальным наметкам принимались данные объема производства, а затем по истечении времени приходилось корректировать их в меньшую сторону. Так, в период 1964—1966 гг. авторитетные проектные организации рассчитывали объем водопотребления на п-ве Мангышлак исходя из объема добычи нефти на уровне 1980 г. в размере 80 млн. т. Затем в результате уточнения возможностей этого района проектный объем добычи был снижен более чем в два раза. Если бы в этот период был принят проект водоснабжения Мангышлака исходя из указанного выше максимального нереального объема, то при фактической эксплуатации комплекс водоснабжения был бы загружен только наполовину или же эффективность использования водных ресурсов понизилась бы вдвое. Исходя из этого следует отметить, что заказчики, представляющие в проектные организации задания по проектированию объемов водоснабжения, должны серьезно относиться к составлению плана производства на перспективу исходя из реальных величин его развития.

В практике водопользования в сельском хозяйстве допускались случаи снижения коэффициентов эксплуатации водопроводных сетей. Опыт эксплуатации 70 систем сельскохозяйственного водоснабжения республики, обследованных КазНИИВХ (Карешов, 1967), показал неполное использование проектных мощностей. Насосные станции в течение суток работали 4—6 ч, напорно-регулирующие сооружения имели фактическую емкость от 25 до 40% расчетного объема водопотребления, магистральные водоводы работали только на 40% пропускной способности, что, безусловно, привело к снижению эффективности водопользования в течение длительно-

го времени, пока эти сети не были загружены дополнительными потребителями. В результате длительного застоя воды в водопроводных сетях качество ее ухудшилось.

Одним из важных вопросов повышения эффективности использования водных ресурсов является борьба с потерями воды при добыче, транспортировке и прохождении в оросительных сетях. Считая, что вода — дар природы, многие потребители к вопросам ее рационального использования подходят несерьезно и не предпринимают мер по снижению этих потерь. В коммунальных домах плохо поставлена работа по борьбе с утечками воды. Отчетные данные показывают, что ежегодно в городах и рабочих поселках теряется 8—10% общего количества воды, огромные потери имеют место в оросительных сетях. Например, в оросительных системах республики удельный вес потерь составляет 59%, а в отдельных областях (Кзыл-Ординской) доходит до 70% (Зазуля, 1967). Иначе говоря, для того чтобы оросить 1 га земли, необходимо добыть воды в два с лишним раза больше оросительной нормы нетто. Уменьшение этих потерь является еще одним резервом увеличения водных ресурсов в стране вообще и в Казахстане в частности.

Общеизвестно, что при разработке новых и уточнении существующих норм водопотребления за основу принимаются фактические расходы воды. Поскольку указанные выше потери и утечки воды искусственно завышают фактические расходы, при уточнении норм должны быть учтены эти потери и изъяты из фактических расходов воды.

Таким образом, определение реального объема водопотребления в перспективном планировании водоснабжения имеет весьма важное значение. Малейшее завышение его приводит к снижению эффективности эксплуатации водохозяйственных сооружений.

Проблемы повышения экономической эффективности использования подземных вод включают также правильную классификацию этих вод по качеству. Несмотря на то, что основная часть территории Казахстана относится к засушливым районам, где запасы пресных вод ограничены и неравномерно распределены по территории, водохозяйственные организации мало обращают внимания на качественную сторону водных ресурсов и пресные воды расходуют на все нужды, включая технические, потребности которых можно было бы удовлетворять более минерализованными водами.

В зависимости от степени обеспеченности пресными водами территорию республики следовало бы делить на районы: а) с обильными, б) достаточными и в) ограниченными ресурсами пресных вод. И в зависимости от такой классификации

следует вести расходы подземных вод по качеству. Для районов с достаточными ресурсами пресные воды должны расходоваться для питьевых и хозяйственно-бытовых целей, а производственные нужды должны удовлетворяться за счет повышенноминерализованных и в то же время отвечающих технологическим требованиям производства вод. В районах с ограниченными запасами пресные воды должны быть предназначены исключительно для питьевых целей. Хозяйственно-бытовые нужды должны удовлетворяться за счет более минерализованных и менее очищенных вод в смеси с опресненными водами. Доставку этих вод потребителям следует организовать по отдельным водоводам. Организация отдельного водоснабжения питьевым и хозяйственно-бытовым водопроводами экономически оправдана.

Все изложенные вопросы эффективного использования водных ресурсов неоднократно затрагивались в различных постановлениях и распоряжениях партии и правительства. Рассмотрены они в постановлении Центрального Комитета КПСС и Совета Министров СССР «Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов», в котором отмечена необходимость обеспечения рационального использования колхозами, предприятиями и организациями вод, соблюдения ими действующих правил и норм по предотвращению загрязнения почв, поверхностных и подземных вод.

Результирующим показателем комплексного использования водных ресурсов является стоимость одного кубометра воды, которая зависит от видов потребителей и источников водоснабжения.

Основным потребителем воды в республике является сельскохозяйственное производство (83%), особенно предприятия по регулярному и лиманному орошению (80%). Экономистами подсчитано, что для орошения земель себестоимость 1 м³ воды не должна превышать 4 коп. Следовательно, орошение земель требует большого количества самой дешевой воды. Поэтому при расчетах показателей экономической эффективности использования подземных вод должны быть учтены эти требования. Для орошения должны быть выбраны высокопроизводительные артезианские бассейны.

Незначительную часть воды потребляет животноводство (1,4%) и сельское население (1,4%). Разбросанность на территории республики пастбищных угодий, а также ограниченность водопотребления в животноводческом секторе в расчете на отару вызывают определенные трудности рационального использования имеющихся водоисточников. Расходы

воды на водопойных пунктах обычно колеблются от 5 до 20 м³/сут. Принято, что водопойный пункт должен обслуживать не более 2000 голов овец или 250 голов крупного рогатого скота или лошадей. Если взять даже максимальный объем водопотребления при круглосуточной эксплуатации водосточника путем накопления необходимого количества воды в соответствующих емкостях для водопоя овец, достаточно иметь один колодец производительностью не более 0,2 л/сек. К сожалению, на отдельных пастбищах имеющиеся возможности артезианских скважин, вскрывающие подземные воды с большой производительностью, используются лишь на 1—2%. Следовательно, для водопоя скота экономически целесообразно использовать не высокопроизводительные артезианские скважины, а шахтные или трубчатые колодцы с производительностью не более 0,2 л/сек или же артезианские воды использовать комплексно для водопоя, орошения и водоснабжения.

Высокие требования, предъявляемые к стоимости используемых вод, обуславливают необходимость правильного выбора источников водоснабжения за счет поверхностных и подземных вод, а в ряде районов за счет опреснительных установок. Эти источники характеризуются различной стоимостью, зависящей от различных условий добычи, очистки от механических примесей, транспортировки и опреснения.

Самым дешевым источником, безусловно, являются поверхностные воды, если они обеспечивают количеством и отвечают качеству и расположены недалеко от места потребления. В практике водоснабжения страны, в частности Казахстана, не всегда встречается подобный идеальный случай. В большинстве случаев потребители находятся на значительном расстоянии от поверхностных источников воды. Для доставки этих вод потребуются большие капитальные вложения на сооружение магистральных водоводов и каналов, эксплуатация которых сопровождается значительными расходами. Строительство подобных водоводов и каналов производится в течение длительного времени, и потребители получают воду только через несколько лет после окончания их строительства. Кроме того, водоводы имеют ограниченную возможность подачи воды, так как максимальный диаметр водоводов в практике отечественного строительства не превышает 1200 мм, что потребует строительства нескольких веток водоводов. Стоимость перекачки 1 м³ воды на 1 км в зависимости от объема перекачиваемой по трубопроводу воды колеблется от 0,11 до 1,73 коп. Себестоимость подачи воды каналами в зависимости от объема и расстояния колеблется от 0,48 до 6 коп. Если взять в качестве примера достав-

ку воды на расстояние 100 км и более, то использование ее становится экономически неэффективным для орошения.

В то же время вблизи или же на месте нахождения потребителя могут быть найдены запасы подземных вод с соответствующим качеством для обеспечения потребностей хозяйств. Но подземные воды могут иметь различные запасы, располагаться на различных глубинах, быть напорными или безнапорными. Следовательно, возникает необходимость в определении сравнительной экономической эффективности использования подземных вод путем сопоставления с показателями эффективности использования поверхностных вод.

На эксплуатационные расходы по извлечению подземных вод главным образом влияют два основных фактора: глубина и производительность водозаборных скважин. Себестоимость 1 м³ воды при добыче скважин глубиной в среднем 200 м колеблется от 0,66 коп. при производительности 30 л/сек до 10 коп. при производительности 3 л/сек. Этот же показатель при средней производительности 15 л/сек колеблется от 1,5 коп. при глубине 50 м и до 15 коп. при глубине водозаборных скважин 700 м. Эти данные свидетельствуют о том, что при выборе источников подземных вод можно будет устанавливать оптимальную величину глубин и производительность скважин в зависимости от видов потребителей. Например, для орошения земель глубина водозаборных скважин не должна превышать 400 м при их производительности 30 л/сек. Производительность должна быть не ниже 4 л/сек при глубине скважин 100 м, так как при превышении этих величин резко возрастают эксплуатационные расходы.

Как отмечается в ряде работ (Ахмедсафин, 1964, 1966, 1968), артезианские скважины в южных районах республики имеют производительность 30 л/сек и выше. При этих условиях себестоимость добычи подземных вод будет ниже 1 коп., а, следовательно, использование их окажется гораздо выгоднее, чем доставка поверхностных вод из дальних источников.

Преимущество использования подземных вод определяется еще и тем, что в зависимости от роста водопотребления можно будет наращивать их добычу в пределах имеющихся запасов путем бурения дополнительных водозаборных скважин, тогда как строительство водоводов и каналов для доставки поверхностных вод сразу же осуществляется из расчета на максимальный объем водопотребления. В период между началом функционирования водоводов и достижением максимального объема водопотребления стоимость используемых вод будет высокой и система будет работать неэффективно.

Источником водоснабжения в будущем явится опреснение соленых и слабосоленых подземных вод. В последние годы развернулись работы по созданию наиболее производительных и экономически эффективных видов опреснения. Некоторые исследователи (Башенков, Ярославский, 1967) отмечают, что строительство ядерной энергетической установки тепловой мощностью в 25 млн. кВт позволило бы получить 6 млн. м³ пресной воды в сутки при стоимости всего 1—2 коп. за 1 м³. Этого количества воды было бы достаточно для удовлетворения потребности в ней отдельных безводных районов. Но пока никто не может гарантировать качества этих вод для питья. Поэтому использование этих вод в широком масштабе, вероятнее всего, останется задачей далекой перспективы.

Таким образом, на сегодняшний день самым надежным и дешевым источником водоснабжения остаются подземные воды, запасы которых с течением времени будут возрастать за счет открытия новых артезианских бассейнов в пределах республики.

Вопросы использования подземных вод многогранны, включают добычу, транспортировку, охрану, ремонт и совершенствование систем водоснабжения. Однако эти задачи решаются многочисленными предприятиями, колхозами и совхозами, которые из-за отсутствия специальных служб не в состоянии квалифицированно вести научные и практические работы по рациональному использованию комплекса водоснабжения. Решение этого вопроса было бы под силу специальной службе, организованной на хозрасчетных началах по типу Министерства электрификации.

ЛИТЕРАТУРА

Ахмедсафин У. М. Перспективы использования подземных вод. — В кн.: Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1964.

Ахмедсафин У. М. Ресурсы подземных вод Южного Казахстана и перспективы их хозяйственного использования. — В кн.: Производительные силы Южного Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1966.

Ахмедсафин У. М. Ресурсы подземных вод Казахстана, перспективы и методы их использования для орошения. — В кн.: Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1968.

Зазуля М. С. Использование орошаемых земель и эксплуатация оросительных систем Казахстана. Ташкент, «Фан» УзССР, 1967.

Карамурзиев Т. К. Рационально использовать пресные воды Мангышлака. — В кн.: Пути развития нефтяной и газовой промышленности Западного Казахстана. М., 1967.

Карамурзиев Т. К. Экономическая эффективность использования подземных вод для водоснабжения промышленных объектов Южного

Мангышлака. — В кн.: Подземные воды Мангышлак-Устюртской нефтегазоносной провинции. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1970.

Карешев Ж. Оптимальные нормативы водопотребления сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ. — В кн.: Рациональная организация и экономическая эффективность обводнения пастбищ. Материалы и тезисы докладов к семинару 25—29 июля 1967 г. в г. Джамбуле. М., 1967.

Пашенков Я. М., Ярославский З. Я. Некоторые вопросы экономической эффективности опреснения соленых вод. — В кн.: Рациональная организация и экономическая эффективность обводнения пастбищ. Материалы и тезисы докладов к семинару 25—29 июля 1967 г. в г. Джамбуле. М., 1967.

УДК 556.332.52:628.8(574.51)

В. Б. РАХМАН, В. Н. ИВАНОВ

ДРЕНАЖНО-СБРОСОВЫЕ ВОДЫ РИСОВЫХ ПОЛЕЙ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ (на примере Каратальской системы)

В южных районах СССР остро ощущается нехватка пресной воды. Дефицит ее обусловлен интенсивным развитием народного хозяйства и особенно орошаемого земледелия. При площади орошаемых земель, равной в настоящее время 26 млн. га, расход воды на их полив составляет 70% речного стока (Харченко, Левченко, 1972). К 1990 г. общая площадь орошаемых земель составит 28 млн. га. Орошение вновь вводимых земель приводит к увеличению водозабора из рек, что постепенно уменьшает их ресурсы.

Однако в СССР, и в частности в Казахстане, имеются огромные запасы пресных подземных вод, которые еще очень слабо используются в орошаемом земледелии. Кроме того, большим резервом являются слабоминерализованные подземные воды и дренажно-сбросовые воды ирригационных систем, которые используются лишь на отдельных опытных участках.

По расчетам И. С. Рабочева (1971 г.), объем дренажных

вод с минерализацией 3—5 г/л только в летний период в Средней Азии достигает 20—25 км³. Такого количества воды достаточно для полива более 2 млн. га земель. По данным И. С. Рабочева, возможность ежегодного забора минерализованных подземных вод в южных районах страны составит 5—7 км³.

В последние годы в СССР и за рубежом в связи с ограниченностью источников пресной воды большое внимание стали уделять проблеме орошения минерализованной водой (морской, озерной, подземной). О пригодности слабоминерализованных и минерализованных вод для орошения сельскохозяйственных культур высказываются самые различные мнения (Можейко, Воротник, 1959; Легостаев, 1961; Антипов-Каратаев, Кадер, 1963). Это объясняется тем, что даже в одних и тех же климатических и мелиоративно-хозяйственных условиях при орошении минерализованными водами получают различные урожаи сельскохозяйственных культур.

Известно много примеров (Легостаев, 1961; Зайцев, 1968; Тулякова, 1968; Рыжаева, 1968) использования подземных и поверхностных вод с минерализацией около 35 г/л для полива земель. В Швеции на прибрежных пастбищах, орошаемых водой Балтийского моря, получают урожай кормовых культур на 60% выше, чем на неорошаемых. В Индии на основании шестилетних опытов полива пшеницы, проса, табака морской водой пришли к выводу о ее пригодности для орошения.

Опыт применения минерализованных подземных вод для орошения земель как в СССР, так и за рубежом в различных климатических и хозяйственных условиях указывает на успешное их использование при наличии естественного или искусственного дренажа, предотвращающего накопление солей в почвогрунтах. Например, в Северной Африке и Аравии более 2000 лет для орошения земель применяют подземные воды с минерализацией 5—7 г/л. По причине хороших фильтрационных свойств почвогрунтов засоления их не наблюдается, а урожаи сельскохозяйственных культур получают высокие.

По данным Г. С. Нестеровой, в одном из районов Туниса в течение 60 лет для полива земель используются подземные воды с минерализацией 2,8 г/л. Здесь собирают по 20—25 ц/га пшеницы, до 250 ц/га люцерны. Первые опыты в СССР по изучению влияния минерализованных подземных вод на качество почв и урожайность сельскохозяйственных культур были поставлены в 1931 г. на Бухарской, Ферганской, Хорезмской, Чарджоуской опытных станциях. Длительное время минерализованные (4,3—5 г/л) подземные

воды использовались для орошения в урочище Кенес-Анархай Киргизской ССР (Рыжаева, 1968), где урожай люцерны составляет 53—95 ц/га, ячменя — 16—23 ц/га.

В последние годы для орошения хлопковых полей на Ташаузской опытной станции Туркменской ССР начали применять дренажно-сбросовые воды с минерализацией 3—

Химический состав дренажно-сбросовых вод

Дата отбора проб	рН	Минерализация, г/л	НСО ₃ '			Сl'			МГ/Л
			МГ/Л	МГ·ЭКВ/Л	МГ·ЭКВ %	МГ/Л	МГ·ЭКВ/Л	МГ·ЭКВ %	

Верховье главного

12.VII 1974г	7,5	0,849	378,3	6,2	53,4	41,5	1,17	10,09	203,2
26.VII 1974г	8,4	0,878	390,5	6,4	53,3	41,5	1,17	9,75	212,8
14.VIII 1974г	7,5	0,745	353,9	5,8	59,0	52,5	0,78	8,0	154,7
31.VIII 1974г	7,6	0,795	390,5	6,4	58,2	37,9	1,07	9,7	169,6

Устье главного

17.VII 1974г	7,5	1,02	256,3	4,2	28,0	120,6	3,4	22,6	355,4
27.VII 1974г	7,8	1,31	305,1	5,0	25,5	180,8	5,1	26,02	456,3
1.VIII 1974г	7,4	1,7	305,1	5,0	20,3	212,7	6,0	24,4	654,2
15.VIII 1974г	7,5	1,92	353,9	5,8	20,4	247,5	6,98	24,6	750,3
20.VIII 1974г	7,5	1,94	366,1	6,0	20,8	254,6	7,18	24,9	750,3
30.VIII 1974г	7,5	1,82	341,7	5,6	20,59	265,9	7,5	27,57	677,3

5 г/л. Урожай хлопка-сырца составил 29,6 ц/га, а при орошении пресной водой — 32,2 ц/га (И. С. Рабочев, 1972 г.). На Чарджоуской опытной станции при орошении хлопковых полей дренажно-сбросовой водой с минерализацией 5—7 г/л и пресной речной водой получен урожай хлопка-сырца соответственно 27,9 и 31,3 ц/га.

Сейчас у нас в стране большое внимание уделяется увеличению посевов риса. Ежегодно вводится в эксплуатацию около 25 тыс. га (Зайцев, 1971). В настоящее время в Казахстане под посевами риса занято 110 тыс. га, а к концу 1980 г. их площадь составит около 220 тыс. га. Обычно рис возделывается на избыточно увлажненных землях при постоянной проточности воды в чеках, что требует большого ее расхода. При планируемом росте орошаемых площадей под рис и другие сельскохозяйственные культуры будет ощущаться нехватка пресной воды. Поэтому во многих рисосеющих странах мира и в СССР возрос интерес к проблеме использования дренажно-сбросовых вод на рисовых полях. Определенный интерес представляют опыты, проведенные в Марыйском районе Туркменской ССР (И. С. Рабочев, 1971 г.). Там на трех опытных участках, поливаемых оросительной (0,5 г/л)

и дренажной водой (3,5—5 г/л), успешно возделывается рис.

Наряду с опытами, проведенными на отдельных небольших площадях, участках, промышленное использование дренажно-сбросовых вод на рисовых полях было проведено в 1966 г. (Тулякова, 1971) в Краснодарском крае на Петровско-

Таблица 1

Каратальской оросительной системы

SO ₄ ''		Ca ⁺⁺			Mg ⁺⁺			Na ⁺ +K ⁺		
МГ· ЭКВ/Л	МГ· ЭКВ %	МГ/Л	МГ· ЭКВ/Л	МГ· ЭКВ %	МГ/Л	МГ· ЭКВ/Л	МГ· ЭКВ %	МГ/Л	МГ· ЭКВ/Л	МГ· ЭКВ %

коллектора

4,23	36,47	36,1	1,8	15,52	38,9	3,2	27,59	151,7	6,6	56,9
4,43	36,92	42,1	2,1	17,50	41,3	3,4	28,3	149,4	6,5	54,17
3,22	32,9	44,1	2,2	22,4	38,9	3,2	32,7	133,3	4,4	44,9
3,53	32,0	50,1	2,5	22,7	54,7	4,5	41,0	54,7	4,0	36,0

коллектора

7,4	49,3	50,1	2,5	16,7	57,2	4,7	31,3	172,3	7,8	52,0
9,5	48,4	48,1	2,4	12,2	83,9	6,9	35,2	236,8	10,3	52,55
13,62	55,3	92,2	4,6	18,7	68,1	5,6	22,8	335,7	14,42	59,4
15,62	55,0	92,2	4,6	16,2	77,8	6,4	22,5	400,0	17,4	61,3
15,62	54,0	94,2	4,7	16,3	82,7	6,8	23,6	397,7	17,3	60,0
14,1	51,84	100,2	5,0	18,38	88,8	7,3	26,84	342,6	14,9	54,78

Анастасьевской оросительной системе. Там из 26 326 га, занятых под рисом, орошалось дренажно-сбросовыми водами с минерализацией 1,5—3,0—5,6 г/л 6087 га земель. Аналогичные работы проведены на землях колхоза им. Чкалова Ферганской области, где было освоено 300 га.

Однако существенное значение в применении дренажно-сбросовых вод для орошения земель имеет не только их минерализация, но и химический состав. В настоящее время химический состав орошаемых вод изучается в различных хозяйственных, мелиоративно-гидрогеологических и почвенных условиях (Крымское Присивашье, Краснодарский край, Чимкентская, Алма-Атинская и Талды-Курганская области Казахской ССР).

Недостаток в пресных оросительных водах испытывает и Каратальская оросительная система (16 тыс. га), расположенная в среднем течении р. Каратал Казахской ССР. В связи с этим дренажно-сбросовые воды использовались для полива риса на отдельных участках. Институтом гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР на Каратальской рисовой системе в течение нескольких лет ведутся комплексные гидрогеологические исследования с учетом изучения оросительных и

сбросовых вод. По данным многолетних наблюдений, минерализация оросительных вод в течение вегетационного периода колеблется в пределах 0,17—0,25 г/л, причем максимальное содержание солей в них наблюдается в июле. Химический состав их преимущественно собственно гидрокарбонатный с повышенным содержанием магния.

Дренажно-сбросовые воды на массиве встречаются как пресные с минерализацией 0,8 г/л, так и слабосоленоватые, с суммой растворенных солей 1,98 г/л. По отношению основных компонентов, согласно классификации В. А. Приклонского, пресные воды главным образом гидрокарбонатные с повышенным содержанием сульфатов, натриевые с повышенным содержанием магния. С увеличением минерализации их солевой состав меняется на сульфатный с повышенным содержанием хлора, реже гидрокарбонатов, натриевый с повышенным содержанием магния (табл. 1). Преобладающие анионы в них — сульфаты и гидрокарбонаты, а главные катионы — натрий и магний. Содержание хлоридов в течение вегетационного периода меняется от 38 до 266 мг/л.

Качество дренажно-сбросовых вод с точки зрения пригодности их для орошения рассматривается нами (табл. 2) по отношению концентрации натрия к суммарной концентрации кальция и магния; по концентрации бикарбонатов и карбонатов; по ирригационному коэффициенту; по сумме токсичных солей (Na_2CO_3 , NaCl , MgCl , Na_2SO_4); по содержанию токсичных микроэлементов.

Известно, что высокое содержание в воде солей натрия отрицательно влияет на физические и химические свойства почв и способствует их осолонцеванию. Однако в настоящее время нет единого критерия для определения натриевой опасности в оросительных водах, поэтому ниже приводится метод оценки пригодности дренажно-сбросовой воды Каратальского оросительного массива по существующим классификациям.

1. Натриевая опасность определяется по отношению процентного содержания натрия к сумме катионов (в нашем случае оно меньше 60%, т. е. воды пригодны для орошения); по зависимости между «критическим отношением $\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{\text{Na}^+}$ » и степенью минерализации воды (Антипов-Каратаев, 1963): согласно нашим расчетам это отношение больше 0,23, поэтому воды не нуждаются в улучшении, процессы осолонцевания исключаются; по отношению Na^+ к сумме $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$, которое меньше двух, следовательно, воду можно использовать для орошения.

2. Бикарбонатная опасность. Весьма существенным пока-

зателем качества оросительных вод является остаточный карбонат натрия (ОКН), т. е. содовый эквивалент. Содержание ОКН в воде имеет в основном отрицательный знак, что указывает на отсутствие в воде остаточного натрия. Содержание в некоторых пробах воды ОКН до 1,2 мг·экв/л является допустимым, поэтому воды пригодны для орошения.

Таблица 2

Оценка пригодности дренажно-сбросовых вод для орошения Каратальской оросительной системы

Дата отбора проб	Бикарбонатная опасность ОКН = $\text{CO}_3^{+} + \text{HCO}_3^{-}$ (Ca + Mg) > 2,5 мг·экв/л	Натриевая опасность			Ирригационный коэффициент
		$X_{10} = \frac{[\text{Ca} \cdot \text{Mg}]}{[\text{Na}]} < 0,23 \cdot \text{СГ/л}$	$\frac{\text{Na}}{\text{Ca} + \text{Mg}} > 2$	$\frac{\text{Na} \cdot 100}{\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + \text{K}} > 60, \%$	

Верховье главного коллектора

12. VII 1974 г.	1,2	0,76 > 0,19	1,3	57	13,04
26. VII 1974 г.	0,9	0,85 > 0,20	1,2	54	14,94
14. VIII 1974 г.	0,4	1,23 > 0,17	0,82	45	11,46
31. VIII 1974 г.	-0,6	1,75 > 0,18	0,6	36	34,78

Устье главного коллектора

17. VII 1974 г.	-3,0	0,923 > 0,23	1,1	52	13,65
26. VII 1974 г.	-4,3	0,903 > 0,30	1,1	52	9,38
1. VIII 1974 г.	-5,2	0,707 > 0,39	1,41	59	7,46
14. VIII 1974 г.	-5,5	0,665 > 0,43	1,5	60	6,261
20. VIII 1974 г.	-6,7	0,826 > 0,44	1,2	55	6,41
31. VIII 1974 г.	-2,1	0,475 > 0,41	2,1	68	9,20

3. Микрокомпоненты. По данным гидрохимического обследования, в водах из микрокомпонентов встречены (мг/л): йод — 0,04, бром — 0,24—0,38, фтор — 4—5,6 и др., т. е. в количествах, не превышающих установленные для оросительных норм, поэтому воду можно использовать для орошения.

4. Токсичные соли. Незначительное присутствие в воде наиболее токсичных солей (NaCl — от 26,1 до 62,6 мг/л; Na₂SO₄ — от 92,6 до 115 мг/л; MgCl — от 63 до 601 мг/л; отсутствие соды) не окажет отрицательного влияния на плодородие почв и по этому признаку они также пригодны для орошения. Таким образом, приведенные оценочные данные показывают, что дренажно-сбросовые воды с минерализаци-

ей до 2 г/л можно рекомендовать к использованию для орошения земель. По данным Каратальского управления оросительных систем, объем дренажно-сбросовой воды в системе в вегетационный период составляет около 127 млн. м³, что равно 40—54% от подачи оросительной воды. По нашим ориентировочным расчетам, при фактической поливной норме, равной 27 645 м³/га (М. Г. Баженов, 1972 г.), дренажными водами можно дополнительно оросить 4590 га посевов риса, что значительно увеличит коэффициент использования поливной воды. При средней урожайности риса, равной 33 ц/га, дополнительный сбор зерна увеличивается на 151 470 ц риса.

Выводы

1. Ресурсы дренажно-сбросовых вод Каратальской оросительной системы могут быть использованы для орошения риса и сопутствующих культур рисового севооборота, что будет существенно способствовать экономии оросительных вод.

2. С целью более широкого и правильного использования дренажно-сбросовых вод в системе необходимо провести специальные научно-исследовательские работы по учету их количества, изучению химического состава, условий их формирования, влияния на водно-физические свойства почвогрунтов, урожайность сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

- Антипов-Каратаев И. Н., Кадер Г. М. К мелиоративной оценке поливной воды, имеющей щелочную реакцию. — «Почвоведение», 1963, № 3.
- Зайцев В. Б. Рисовая оросительная система. М., «Колос», 1968.
- Зайцев В. Б. Рассказ о рисе. М., «Колос», 1971.
- Иванов В. Н., Баженов М. Г., Гребенюков П. Г., Кан В. И., Рахман В. В. Мелиоративно-гидрогеологические исследования в долинах рек Или и Каратал. Алма-Ата, «Кайнар», 1974.
- Легостаев В. М. Об использовании вод повышенной минерализации на орошение. Ташкент, Госиздат, 1961.
- Можейко О. М., Воротник Т. К. Заходи попередження осолонцювання ґрунтів при орошенні мінералізованими водами. — «Праці Першої сесії УАСГА 1—4 липня 1957 р.». Киев, 1959.
- Муслимов М. С. Использование подземных вод на орошение. — В кн.: Проблемы засоления почв и водных источников. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Натальин И. Б. Рисоводство. М., «Колос», 1973.
- Рыжаева Б. С. Использование минерализованных вод для орошения сельскохозяйственных культур. — В кн.: Материалы к республиканской научной конференции по вопросам мелиорации и водного хозяйства. Фрунзе, 1968.
- Туляков З. Ф. Рис на засоленных землях. М., «Колос», 1968.

Харченко С. И., Левченко Г. П. Методика определения возвратных вод с орошаемых земель. — «Труды ГГИ», 1972, вып. 199.

Шарипов И. Д., Назарный Ю. М. Состояние рисоводства в Казахстане. — «Вестник с.-х. науки», 1972, № 12.

Grillot G., Hayward H. E. and Evereett D. H. Utilization of saline water Un ESCO, 1948.

УДК 556.38:531.67(574.51)

В. Г. ВАМШИЛОВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ОЦЕНКИ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ

Вопросы практической интерпретации водных аномалий при гидрогеохимических поисках полезных ископаемых, в частности перспективная оценка или разбраковка их, пока еще недостаточно разработаны. Собственно картирование и выявление гидрогеохимических аномалий, в сущности, не представляют особых трудностей и предусмотрены соответствующими инструкциями и методическими указаниями («Инструкция...», 1965; «Методические указания...», 1970). Очевидно, по указанной причине огромная масса известных гидрогеохимических аномалий пользуется недостаточным вниманием геологов-поисковиков.

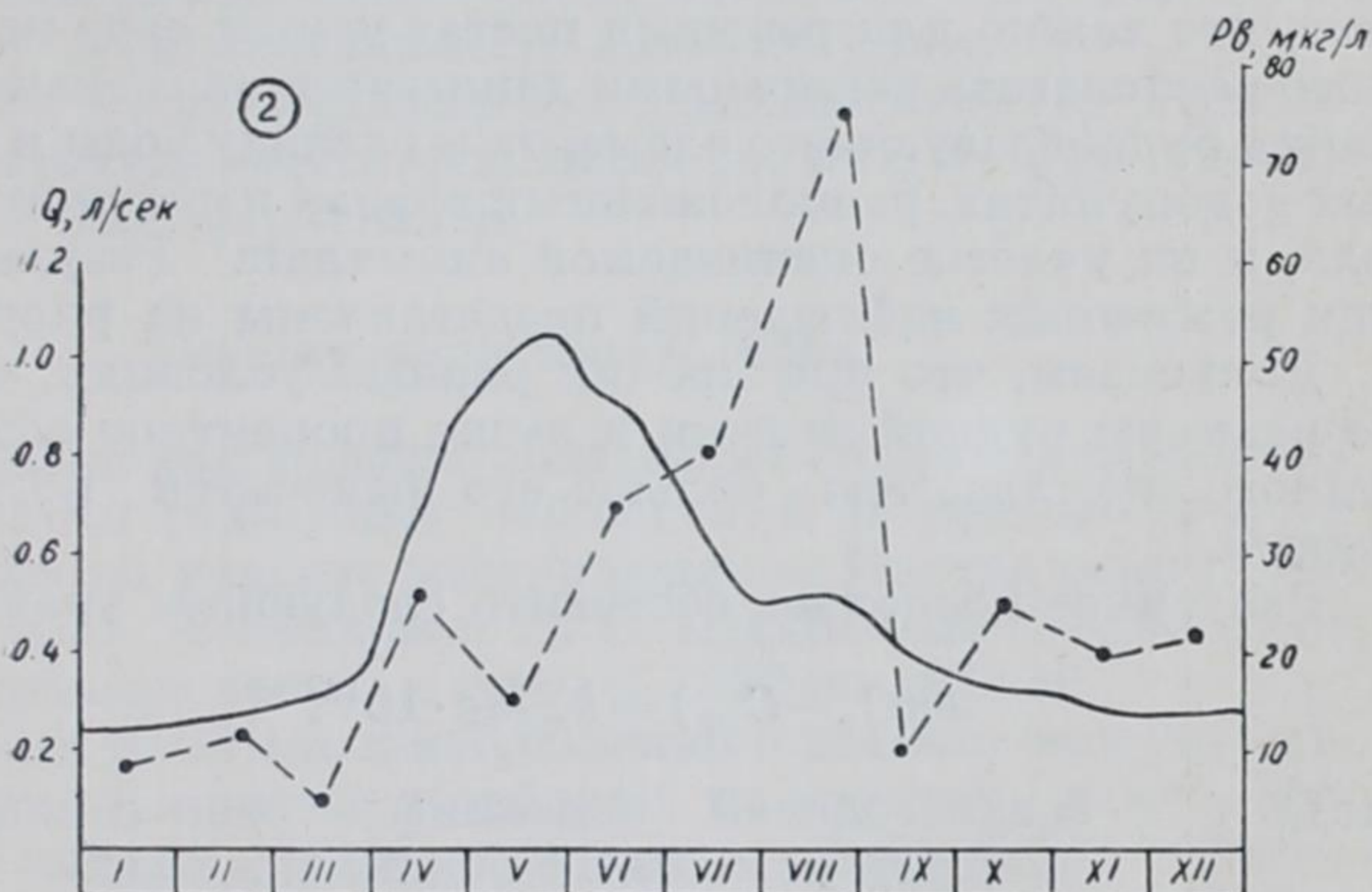
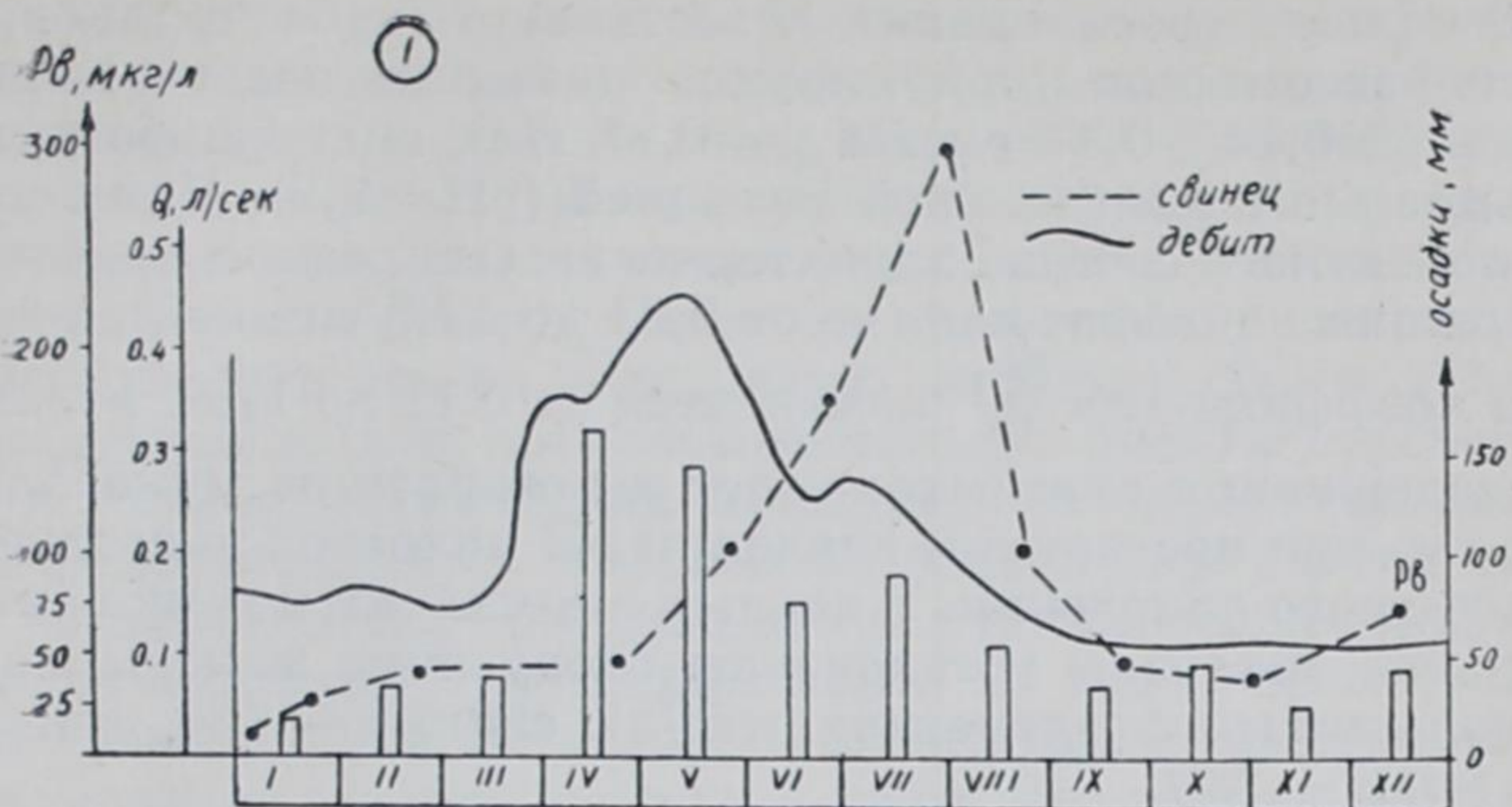
В настоящее время сравнительная оценка водных аномалий основана на принципе «степень интенсивности аномалий», означающем широту спектра гидрогеохимической ассоциации элементов и контрастность их по отношению к фоновой концентрации. Однако чрезвычайная динамичность подземных вод вызывает резкие колебания содержаний микроэлементов во времени, иногда до концентраций ниже порога чувствительности анализа. В нашей практике встречались случаи полного исчезновения аномалии, например в результате разубоживания содержаний ведущих рудообразующих элементов после интенсивных ливневых дождей. Поэтому при

гидрогеохимических исследованиях требуется постановка режимных наблюдений, результаты которых помогут убедиться в достоверности выделенных аномалий, а также могут быть использованы при решении ряда других прикладных задач.

В статье изложен опыт использования режимных данных по изменению концентрации свинца и дебита воды в наблюдательных водопунктах, расположенных на месторождении с известными запасами свинцовой руды и на участке рудопроявления, в целях перспективной оценки водных аномалий последнего.

Месторождение Центральное расположено в горно-лесной ландшафтной зоне Северного Тянь-Шаня на абсолютной отметке 2000 м. В его строении участвуют туфогенно-осадочные породы нижнего карбона («Геология...», 1968). Рудная зона локализована между двумя широтными зонами разломов, где отдельные линзообразные рудные тела образуют крутопадающую клинообразную залежь. Руды медно-свинцово-баритовые с незначительным содержанием цинка. Главными рудными минералами являются галенит, халькопирит, сфалерит и барит. Руды вкрапленные и прожилково-вкрапленные. В зоне окисления наиболее распространены церуссит, малахит и гидроокислы железа, второстепенное значение имеют англезит, ковеллин и азурит.

На месторождении распространены трещинные воды гидрокарбонатно-кальциевого состава с минерализацией 0,37 г/л. Воды слабощелочные с рН от 7,8 до 8,3, окислительно-восстановительный потенциал которых находится в пределах 180—220 мв. По генетическому признаку выделяются воды рудные, ореольные и фоновые, четко различающиеся по содержанию микроэлементов и по коэффициенту $\frac{SO_4}{Cl}$, величина которого от фоновых к рудным водам изменяется от 2,1 до 4,6. Средние содержания свинца по химико-аналитическим определениям составляют (мкг/л): в рудных водах — 26, ореольных — 22 и фоновых — 2,2. Максимальное содержание свинца 20 мг/л обнаружено в единичной пробе воды из капеза с кровли разведочной штольни. Средние содержания свинца в подземных водах далеко не достигают растворимости вторичных минералов свинца (церуссита — 1 мг/л и англезита — 41 мг/л при 18°), что является, очевидно, следствием карбонатности среды и развития явлений сорбции. Согласно термодинамическим расчетам и экспериментальным данным, в гидрокарбонатных водах района преобладают труднорастворимые гидроокисные и карбонатные формы свинца (Вампилов и др., 1971).



Графики колебаний содержания свинца и дебита по режимным родникам: 1 — на месторождении Центральном, 2 — на участке рудопроявления.

Рудопроявление представляет собой систему отдельных точек свинцовой минерализации в толще туфогенно-осадочных пород нижнего карбона, распространенных в горно-луговой ландшафтной зоне хребта Терской Алатау. Вкрапленность галенита, халькопирита и сфалерита наблюдается в прожилках кальцита и барита. Прожилки эти встречаются в большинстве случаев группами, образуя небольшие зоны дробления с простираем на несколько метров при мощности до 1 м. На площади оруденения описано 22 свинцовых точки минерализации.

В толще переслаивания известковистых песчаников, туфов и известняков циркулируют подземные воды с минерализацией 0,14—0,37 г/л ($M_{\text{ср}} = 0,27$ г/л), гидрокарбонатные кальциевые с нейтральной реакцией ($\text{pH} = 7,2$). Для макрокомпонентного состава характерны весьма резкие изменения содержания сульфат-иона — от 0,01 до 1,86 мг-экв/л, а величина коэффициента $\frac{\text{SO}_4}{\text{Cl}}$ изменяется от 0,11 до 17,8. Увеличение содержания сульфатов ведет к повышению минерализации, что при постоянном значении pH является показателем сульфидного окисления. В водных аномалиях химико-аналитическим анализом установлены следующие максимальные содержания микроэлементов (мкг/л): свинца — 750, цинка — 650, меди — 280.

Приведенная краткая характеристика геологических и гидрогеологических условий месторождения Центрального и рассматриваемого рудопроявления показывает на их сходство, что важно для решения поставленной задачи. Необходимо располагать режимными данными по изменению содержания рудообразующего элемента и расходу воды в аномальных водопунктах, расположенных вблизи известного рудного тела, и на участке оцениваемой аномалии. Результаты наших режимных наблюдений представлены на рисунке.

Допускаем, что при прочих равных условиях, чем больше размеры рудной залежи и выше процентное содержание рудного металла, тем больше его выносится подземными водами.

Сказанное позволяет составить следующее уравнение:

$$Q(C_a - C_{\text{ф}}) = k \Sigma \text{Me} \cdot 10^{12}, \quad (1)$$

- где Q — среднегодовой подземный сток с водосборной площади режимного родника, л/год;
 C_a — среднегодовое содержание металла по аномальному роднику, в пределах водосборной площади которого расположено рудное тело, мкг/л;
 $C_{\text{ф}}$ — среднее содержание металла в фоновых водах за год, мкг/л;
 k — коэффициент пропорциональности;
 ΣMe — ожидаемые запасы металла в омываемой подземными водами части рудного тела, находящегося в пределах водосборной площади родника, т.

Для конкретного месторождения с известными запасами руды указанное уравнение можно решить относительно коэффициента k . Данный коэффициент отражает совокупное влияние на процесс миграции рудного вещества ряда факторов: гидродинамики, типа месторождения и руд, трещиноватости

водовмещающих пород, степени окисленности и минералогического состава руд, масштаба развития процессов сорбции и выщелачивания, мощности зоны окисления. В определенных условиях влияние перечисленных факторов на процесс миграции рудного элемента может быть более или менее одинаковым, и появляется основание для того, чтобы указанный коэффициент принять за постоянную величину. Тогда этим коэффициентом можно воспользоваться для оценки перспективности гидрогеохимической аномалии на неразведанном участке рудопроявления. Указанным условиям в районе отвечает месторождение Центральное и участок вышеописанного рудопроявления, принадлежащие к медно-свинцовой кварцево-карбонатной рудной формации и характеризующиеся одинаковыми геологическими и гидрогеологическими условиями, генетической и минералогической однотипностью руд. Кроме того, здесь имеются родники с относительно небольшими размерами водосборной площади, отстоящие от рудного тела на расстояние всего лишь до 300 м.

Поскольку месторождение Центральное принято нами за эталон, произведем соответствующие расчеты по формуле (1) относительно коэффициента k .

Расчет подземного стока

Для определения модуля подземного стока воспользуемся результатами режимных наблюдений за расходами родников и речек на участке месторождения Центрального, выполненных И. Л. Элкиндром и Л. П. Щадриним в период его разведки в течение четырех лет — с 1962 по 1964 гг.

Результаты режимных наблюдений и расчета модуля подземного стока приведены в таблице, из которой видно, что суммарный модуль подземного стока равен 1,2 л/сек/км². Величина модуля явно занижена, так как она учитывает только родниковый сток. Очевидно, более достоверные результаты расчета модуля подземного стока можно получить по межённому расходу речки Лагерной, являющейся основной дреной месторождения. За пятилетний период наблюдений за характерными расходами р. Лагерной среднемежённый расход ее оказался равным 25 л/сек. При площади водосбора речки 13,1 км² модуль подземного стока составит 1,9 л/сек/км². Данная величина имеет одинаковый порядок с модулем стока, полученным ранее по родниковому стоку, что подтверждает достоверность результатов расчета, и поскольку она несколько больше, то ее принимаем в последующих расчетах.

Среднее содержание свинца по режимному роднику (см.

рис.), расположенному в 300 м ниже по стоку от рудного тела, за годичный цикл составило 87 мкг/л при среднем значении фона 6 мкг/л.

Запасы свинца на месторождении Центральном равны 500 тыс. условных единиц.

Данные режимных наблюдений за расходами родников рудного поля месторождения Центрального

Гидрогеологические данные	Единица измерения	Водовмещающие породы нижнего карбона				
		песчаники	алевролиты	известняки	сиенито-диориты	Итого
Площадь распространения подземных вод	км ²	4,8	3,3	16	4,2	28,3
Количество родников	штук	7	6	2	5	17
Густота родников	км ²	0,7	0,6	8,0	0,8	1,6
$\frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{Q_{\text{мн}}}$	л/сек	3-0,2	2,5-0,3	3-0,7	6-1,5	3,6-0,6
Суммарный дебит родников	л/сек	1,4	1,2	1,9	3	1,9
Модуль подземного стока	л/сек·км ²	10	7	3,8	15	35,8
		2,1	2,1	0,23	3,5	1,2

Подставив все известные параметры в уравнение (1), будем иметь

$$25 \times 31536 \times 10^3 \times 81 = K \times 500000 \times 10^{12};$$

$$K = \frac{25 \times 81 \times 31536 \times 10^3}{5 \times 10^{17}} = 1,3 \cdot 10^{-7}.$$

Таким образом, коэффициент K для месторождения Центрального равен $1,3 \cdot 10^{-7}$.

Полученный коэффициент позволяет нам перейти к оценке перспективности гидрогеохимической аномалии, связанной с обнаруженными точками свинцовой минерализации. Для этого воспользуемся режимными данными по аномальному роднику, находящемуся в 200 м от точки свинцовой минерализации, по которому среднегодовое содержание свинца равно 36 мкг/л при фоне 4 мкг/л (см. рис.). При водосборной площади режимного родника 2,6 км² и модуле подземного стока 1,9 л/сек/км² среднегодовой подземный сток составит

$$Q = 2,6 \times 1,9 \times 31536 \times 10^3 \text{ л/год.}$$

Решая уравнение (1) относительно члена ΣMe , имеем

$$\Sigma Me = \frac{2,6 \times 1,9 \times 31536 \times 10^3 \times 32}{1,3 \times 10^{-7} \times 10^{12}} = 38347,8 \text{ усл. ед.}$$

Произведенная оценка гидрогеохимической аномалии свидетельствует о ее высокой перспективности, и если учесть, что она связана лишь с одной точкой минерализации, а всего на площади рудопроявления их насчитывается 22, то участок в целом заслуживает постановки детальных поисково-разведочных работ.

Приведенный пример перспективной оценки водной аномалии, по данным режимных наблюдений, основанный на принципе аналогии, свидетельствует о возможности использования гидрогеохимического метода в целях выяснения перспектив рудоносности отдельных территорий, что в конечном итоге будет способствовать повышению эффективности геологоразведочных работ на поиски рудных полезных ископаемых.

ЛИТЕРАТУРА

Вампилов В. Г., Дементьев В. С., Назарова Л. В. Региональные закономерности миграции микроэлементов в подземных водах Кастекского рудного района. — В кн.: Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1971.

Геология и минералогия полиметаллических и медных месторождений Южного Казахстана. Под ред. И. И. Бока. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1968.

Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. М., Недра, 1965.

Методические указания по геологической съемке масштаба 1:50 000. Вып. 10. Гидрогеохимические исследования. Л., Недра, 1970.

Р. М. КУРМАНГАЛИЕВ

РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТУРГАЙСКОЙ ОБЛАСТИ,
ОСОБЕННОСТИ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Гидрогеологические условия Тургайской области, определяемые ее географическим и геолого-структурным положением, очень разнообразны. В восточной и юго-восточной частях (Улутауское поднятие, Казахский мелкосопочник) развиты преимущественно трещинно-грунтовые воды зоны открытой трещиноватости метаморфических, эффузивно-осадочных и интрузивных пород палеозой-допалеозоя и грунтово-поровые воды в аллювии речных долин. Несмотря на широкое распространение, подземные воды имеют здесь сложные условия залегания и распределения, а также различные количественные и качественные характеристики. Основное значение в формировании пресных вод имеют широко развитые здесь речные долины Ишима, Кара-Тургая, Сары-Тургая, Терсаккана и др. Эти долины, прорезая породы складчатого фундамента и обуславливая водообмен заключенных в них трещинных вод, сами являются крупными коллекторами доброкачественных грунтовых вод в аллювиальных породах.

Юго-западная часть области (Восточно-Тургайское плато, Южно-Тургайская равнина зоны полупустынь), где развит значительный по мощности (до 1000—1700 м и более) комплекс мезозой-кайнозойских пород, характеризуется преимущественным распространением минерализованных вод (до 10 г/л и более). Грунтовые воды с небольшой минерализацией (до 1—3 г/л) содержатся здесь в локально развитых песчаных массивах эолового генезиса (Тосымкум, Кошалаккум, Аккум), а также в неглубоко залегающих песках континентального олигоцена, нередко на большой площади (Ишим-Сарыозен-Тургайский водораздел, междуречье Улькайяк — Тургай). В ряде случаев они формируются в аллювии речных долин Тургая, Сарыозена, Жалдамы и др.

Сведения о ресурсах подземных вод данной области имеются в ряде работ, посвященных региональной оценке ресурсов подземных вод Казахстана (Ахмедсафин, 1972; «Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана», 1964).

По данным Института гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР, вековые и многолетние запасы преимущественно пресных и слабосоленоватых подземных вод области составляют 32 млрд. м³, ежегодно возобновляемые ресурсы — 7,2 м³/сек. Региональные прогнозные эксплуатационные ресурсы основных водоносных горизонтов и комплексов на территории Тургайской области приведены в таблице 1.

Таблица 1

Прогнозно-эксплуатационные ресурсы подземных вод
Тургайской области

Гидрогеологический район	Прогнозно-эксплуатационные ресурсы, м ³ /сек				
	Минерализация воды, г/л				Всего
	до 1	1—3	до 3	3—5	
Северо-западная окраина Казахского мелкосопочника с участками предгорий Улутау	1,2	3,0	—	—	4,2
Восточно-Тургайское плато	0,3	—	0,7	1,25	2,25
Южно-Тургайская равнина	—	0,5	0,5	1,0	2,0
Речные долины	0,5	—	1,2	—	1,7
Всего по области	2,0	3,5	2,4	2,25	10,1

Таким образом, общие прогнозно-эксплуатационные ресурсы подземных вод на территории области оцениваются в 10,1 м³/сек, в том числе с минерализацией воды до 1 г/л — в 2 м³/сек.

По данным выполненных поисково-разведочных гидрогеологических работ, разведанные эксплуатационные запасы подземных вод по состоянию на 1. I 1977 г. по сумме категории А + В + С₁ составляют 78,5 тыс. м³/сут, или 0,908 м³/сек. С учетом запасов категории С₂ (8,4 тыс. м³/сут) общее количество разведанных эксплуатационных запасов составит 1 м³/сек, или 10% от прогнозных эксплуатационных. Это указывает в целом на слабую разведанность ресурсов подземных вод в области и вызывает необходимость интенсификации здесь разведочных гидрогеологических работ, особенно для нужд сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ.

Разведочные гидрогеологические работы проводились в области для водоснабжения городов (Аркалык, Есиль), районных центров (Тургай, Амангельды, Державинск, Октябрьское, Кийма, Жаксы), а также централизованного

хозяйственно-питьевого водоснабжения отдельных групп совхозов или хозяйственных центров. Большая часть разведанных запасов подземных вод ($0,67 \text{ м}^3/\text{сек}$) сконцентрирована в аллювиальных отложениях долин рек Ишим, Кара-Тургай, Каинды, Терсаккан. Остальные разведанные запасы заключены в верхнеолигоценовых песках долины р. Тюнтюгур ($0,16 \text{ м}^3/\text{сек}$), в трещиноватых породах палеозоя у г. Есиля ($0,14 \text{ м}^3/\text{сек}$) и в эоловых песках Тосымкум ($0,036 \text{ м}^3/\text{сек}$).

Среди месторождений подземных вод, разведанных в речных долинах Тургайской области, по условиям формирования ресурсов, определяющих методику их разведки, оценке эксплуатационных запасов и, наконец, условиям сооружения и эксплуатации водозаборов выделяются три основных типа.

1. Месторождения, приуроченные к верхнечетвертичным и современным аллювиальным отложениям пойменных и первых надпойменных террас (долины рек Кара-Тургай, Сары-Тургай, Каинды и др.).

2. Месторождения, связанные с современными аллювиальными и древнеаллювиальными (палеогеновыми) отложениями (долина р. Терсаккан).

3. Месторождения, формирующиеся в современных аллювиальных и подстилающих их трещиноватых палеозойских породах (долина р. Ишим).

На примере конкретных разведанных месторождений подземных вод рассмотрим кратко гидрогеологические условия каждого выделенного типа месторождений.

Первый тип месторождения наиболее хорошо изучен в долине р. Кара-Тургай, где приурочен к аллювиальным песчано-гравийным отложениям пойменной и первой надпойменной террас. Перспективный водоносный горизонт перекрыт чехлом суглинков и супесей мощностью 3—15 м и подстилается чеганскими глинами мощностью 10—70 м. Мощность водоносного горизонта изменяется от 1 до 18 м и в среднем составляет 9—10 м. Водоносный горизонт гидравлически взаимосвязан с поверхностными водами реки. Дебиты скважин на участке водозабора составляют 8—16,5 л/сек при понижении уровня на 1—3,6 м. Воды горизонта пресные с минерализацией 0,5—0,9 г/л, за исключением северной части месторождения, где минерализация увеличивается до 1,2—1,4 г/л.

По данным разведочных и опытных работ, средние расчетные гидрогеологические параметры при подсчете эксплуатационных запасов приняты: коэффициент фильтрации (K_f)—46 м/сут; коэффициент водоотдачи (μ)—0,20; коэффициент уровнепроводности (a_y)— $2,1 \cdot 10^3 \text{ м}^2/\text{сут}$; мощность водоносного горизонта (H)—9 м.

Расчет водозабора произведен с учетом влияния реки и ежегодного восполнения подземных вод в процессе их эксплуатации речными водами.

Разведанные запасы подземных вод долины р. Кара-Тургай составляют 17,9 тыс. м³/сут, однако этим количеством общие эксплуатационные запасы подземных вод аллювиальных отложений данной долины не исчерпываются. Для их выявления требуются дополнительные разведочные работы.

Второй тип месторождения установлен на участке долины р. Терсаккан протяженностью 25 км. Буровые скважины располагались на шести профилях, пересекающих долину реки и отстоящих друг от друга на расстоянии 2,5—5,5 км. Основные работы были сосредоточены в центральной части участка на одном 249-м профиле, по которому и произведен подсчет эксплуатационных запасов. В результате проведенных работ в долине р. Терсаккан выявлены два основных коллектора подземных вод. Один из них заключен в песчано-гравийных отложениях современного аллювия, другой — в песчано-гравийно-галечных отложениях палеогенового возраста. В разведанной части они отделены друг от друга мощным слоем палеогеновых глин и не имеют видимой взаимосвязи. Воды современного аллювия залегают на глубине от 1,8 до 6,5 м. Мощность водоносных пород изменяется от 3 до 17,5 м. Они распространены повсеместно на правобережной части долины, имеющей по основному 249-му профилю около 10 км. Наибольшие дебиты скважин составляют 10—17 л/сек при понижении уровня на 4,3—6,5 м. Водоносный горизонт в палеогеновых отложениях по 249-му профилю вскрыт на двух обособленных участках на глубинах 4—30,5 м. Ширина песчано-гравелитовых отложений составила 875 м в западной и 6,5 км в восточной частях разреза долины при мощности водоносных пород 0,3—14,5 м. Воды напорные, уровень их устанавливался на глубинах от 2,5 до +3,1 м. Дебиты скважин составили 7—16,4 л/сек при удельной производительности от 0,4 до 2,5 л/сек.

Воды современных аллювиальных отложений относятся в основном к пресным. Минерализация их по сечению потока не превышает 0,9—1,2 г/л при общей жесткости 6,7—10,6 мг·экв. Воды древнеаллювиальных отложений имеют минерализацию 2—2,5 г/л и более, и только в одной скважине минерализация оказалась 0,897 г/л.

Эксплуатационные запасы подземных вод на разведанном участке долины составили 6,4 тыс. м³/сут.

Третий тип месторождения выявлен и изучен на двух участках долины р. Ишим в районе пос. Державинский и совхоза «Кийминский».

Продуктивный водоносный горизонт представляет собой двухслойную толщу с единой уровенной поверхностью грунтовых вод, залегающих на глубине до 5—8 м. Нижний водоносный пласт (зона) представлен сильно трещиноватыми песчаниками и алевролитами палеозоя, содержащими воды трещинного типа циркуляции. На них без разделяющего водоупорного слоя залегают аллювиальные разномерные пески, в которых заключены грунтово-поровые воды, гидравлически взаимосвязанные с поверхностными водами р. Ишим.

Аллювиальный водоносный пласт отличается высокими водовмещающими и водопрводящими свойствами (коэффициент водоотдачи 0,20; уровнепроводность $4 \cdot 10^3$ м²/сут), но из-за малой мощности (от 3 до 7 м, средняя 4,5 м) не может обеспечить длительную непрерывную эксплуатацию водозабора с требуемой производительностью. Нижний водоносный пласт обладает несравнимо меньшими значениями водоотдачи и уровнепроводности (соответственно до 0,03 и 10^5 — 10^6 м³/сут) при средней мощности обводненной зоны 20—30 м. Воды оцениваемых горизонтов пресные, с минерализацией до 1 г/л. Дебиты разведочных скважин составляли 5—16 л/сек при понижениях уровня на 3—5 м. В этих условиях эксплуатационный скважинный водозабор основывается на извлечении подземных вод из нижележащего водоносного пласта с рабочей длиной фильтра, соответствующей полной его мощности. Верхний водоносный пласт обеспечивает питание водозабора в пределах площади, ограниченной приведенным радиусом влияния ($R_n = 2500$ м). Отсюда в расчет обеспеченности эксплуатационных запасов приняты только естественные запасы и естественные ресурсы аллювиального водоносного горизонта на площади затопливаемой поймы в пределах приведенного радиуса влияния.

В отношении дальнейших поисков и разведки подземных вод в настоящее время представляется возможным указать в пределах рассматриваемой территории несколько перспективных участков и площадей, выделяемых по данным гидрогеологического картирования (табл. 2).

В результате проведения поисково-разведочных работ в пределах указанных десяти перспективных участков можно получить дополнительный прирост эксплуатационных запасов пресных и слабосоленоватых вод в количестве до 1 м³/сек. Как видно из таблицы, наибольшее количество перспективных участков (шесть из десяти) с суммарными прогнозными эксплуатационными ресурсами 0,8 м³/сек и с сравнительно высокими возможными дебитами эксплуатационных скважин выделяется в речных долинах, где возможно выявление

Характеристика перспективных гидрогеологических участков
(площадей)

Участок	Водоносные отложения	Глубина залегания подземных вод, м	Возможные эксплуатационные дебиты скважин, л/сек	Прогнозные эксплуатационные ресурсы, м ³ /сек (с минерализацией до 1,5 г/л)
---------	----------------------	------------------------------------	--	--

Амангельдинский район

Аксайский	Аллювиальные отложения р. Моилды и пески верхнего олигоцена на междуречье Улькендамды — Моилды	5—20	1—5	0,100
Байгабульский	Аллювиальные отложения долины р. Тургай	10—20	5—20	0,100
Карасу-Урпекский	Аллювиальные отложения долин рек Кара-Тургай, Жалдама	5—15	5—15	0,200
Восточно-Жолобинский	Песчаные отложения плиоцена	5—15	1—5	0,50
Сары-Тургайский	Аллювиальные отложения долины р. Сары-Тургай	3—10	5—10	0,150

Аркалыкский район

Тастинский	Аллювиальные отложения долины р. Тасты и пески верхнего олигоцена на междуречьях Карынсалды — Тасты — Ащитасты	5—20	3—8	0,150
Карынсалдинский	Аллювиальные отложения долины р. Карынсалды и пески верхнего олигоцена	5—15	1—5	0,100

Джангильдинский район

Аккумский	Эоловые пески массива Аккум	1—5	0,5—1,5	0,025
Кошалаккумский	Эоловые пески массива Кошалаккум	5—10	0,5—3,0	0,030

Октябрьский район

Верхнедамдинский	Пески верхнего олигоцена в верхней части бассейна р. Улькендамды	10—20	2—5	0,100
------------------	--	-------	-----	-------

месторождений подземных вод, аналогичных первому и третьему из вышеописанных типов.

Недостаточная гидрогеологическая изученность особенно восточной части области пока не дает возможности рекомендовать для проведения поисково-разведочных работ другие перспективные участки и площади. Однако, исходя из условий формирования и площадного распределения многолетних запасов и ежегодно возобновляемых ресурсов подземных вод, можно заключить, что из общего количества имеющихся в области прогнозных эксплуатационных ресурсов групповыми водозаборами с производительностью до 30—50 л/сек и более можно извлекать только до 25—30% (или 2,5—3 м³/сек), из них до 1,5 м³/сек в речных долинах. Остальные ресурсы подземных вод рассредоточены по территории и, будучи приуроченными в основном к гидрогеологическим массивам трещинных вод и песчано-глинистым образованиям олигоцена, характеризуются эксплуатационными модулями до 0,5—1 л/сек с 1 км². Эксплуатация их может осуществляться преимущественно одиночными трубчатыми или шахтными водозаборами для цепей местного водоснабжения или обводнения пастбищ.

В этих в общем малоблагоприятных гидрогеологических условиях района важное значение для улучшения его водообеспеченности может иметь магазинирование поверхностного и речного паводкового стока. В долинах Тургая, Кара-Тургая, Терсаккана, Улькайка и других рек имеются многочисленные участки, сложенные разнотернистыми, нередко с гравием, песками пойменного аллювия и затапливаемые в периоды половодья на площади в несколько десятков и даже сотен квадратных километров. Аллювиальные отложения обладают высокими коллекторскими свойствами (водоотдача до 20% и более) и мощностью до 35—51 м. В обычных условиях они из-за слабой дренированности и низких градиентов — уклонов грунтового потока — содержат в основном слабосоленоватую и солоноватую воду, но в случае нагнетания в них пресных паводковых вод и последующего водоотбора в межень могут служить хорошими резервуарами доброкачественных вод. Но для практического осуществления этих сложных водохозяйственных мероприятий требуется проведение специальных гидрогеологических исследований на всех участках, благоприятных для подземного магазинирования стока.

К заключению о необходимости широкого подземного магазинирования паводкового стока в юго-западной части области (Джангильдинский и Амангельдинский районы) нас приводит также то обстоятельство, что зарегулировать реки

обычным методом здесь невозможно из-за равнинного характера местности. Для этого на каждой из указанных рек нужна плотина большой протяженности. Водоохранилища в этих условиях будут иметь большие зеркала испарения, в связи с чем будет увеличиваться засоленность как водоохранилищ, так и самой местности.

ЛИТЕРАТУРА

Ахмедсафин У. М., Джабасов М. Х., Шлыгина В. Ф. Ресурсы и использование подземных вод Казахстана. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1972.

Беликов Ю. М. Поиски и разведка пресных подземных вод в Кустанайской области. — «Разведка и охрана недр», 1971, № 1.

Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана. Под ред. У. М. Ахмедсафина. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1964.

Сыдыков Ж. С. Подземные воды Юго-Западного Тургая и перспективы их хозяйственного использования. — В кн.: Труды Объединенной Кустанайской научной сессии. Т. IV. Алма-Ата, 1959.

Тетерев Г. М. Большая вода целины. — Кустанайская областная газета «Ленинский путь», 1969, № 6.

РЕФЕРАТЫ

УДК 556.3(1:9)574

Подземные воды Казахстана и некоторые проблемы их использования. А х м е д с а ф и н У. М. «Подземные воды Казахстана и перспективы их использования». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1978, с. 3—7.

Приведены прогнозные региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод Казахстана и их распределение по территории, а также данные современного использования подземных вод для сельскохозяйственного и промышленного водоснабжения, орошения земель, даны рекомендации по их картированию.

УДК 556.3(1:19)574

Оценка перспектив использования подземных вод Казахстана до 1990 г. А х м е д с а ф и н У. М., Д ж а б а с о в М. Х., Ж а п а р х а н о в С. Ж., К у р м а н г а л и е в Р. М., С о л н ц е в А. В., Ш а п и р о С. М., Ш л ы г и н а Р. Ф., Я б л о ч к и н а Н. Е. «Подземные воды Казахстана и перспективы их использования». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1978, с. 7—36.

На основе исследований последних лет приводится распределение по областям прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов подземных вод республики с минерализацией до 3 г/л. Они составляют 1960 м³/сек, из них к 1990 г. рекомендуется использовать 950 м³/сек. По состоянию на 1 января 1975 г. детально разведано 330 м³/сек подземных вод, а к 1990 г. они будут равны 770 м³/сек, что составляет 80% от прогнозных эксплуатационных запасов.

В настоящее время для водоснабжения городов, промышленных объектов, колхозов, совхозов, а также для орошения и обводнения пастбищ используется примерно 50 м³/сек воды. Даны рекомендации по широкому использованию подземных вод в народном хозяйстве.

Табл. 1, библи. 54.

УДК 556.382.012(574)

О прогнозных региональных ресурсах подземных вод Казахстана. А х м е д с а ф и н У. М., Д ж а б а с о в М. Х., Ш а п и р о С. М. «Подземные воды Казахстана и перспективы их использования». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1978, с. 37—50.

Рассматриваются методические принципы определения прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов подземных вод Казахстана, разработанные в Институте гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР и в системе Министерства геологии СССР. Методика, предложенная Институтом гидрогеологии и гидрофизики, основана на анализе природно-гидрогеологических условий и извлечении половины вековых запасов в

течение 100 лет и 0,7 ежегодно возобновляемых, заключенных в водоносных пластах. Она дает истинную картину эксплуатационных возможностей артезианских бассейнов и грунтовых потоков аридных районов республики. Методика, разработанная Министерством геологии, основана в основном на учете технической стороны эксплуатации и извлечения запасов подземных вод в течение 50 лет при 100-метровом понижении уровня напорных вод. Она, по существу, дает величину суммарных ресурсов водозаборов за сравнительно короткое время их использования. Результаты эти занижены, а сама методика не позволяет полностью учитывать реальные эксплуатационные ресурсы подземных вод, заключенных в водоносных горизонтах Казахстана.

Библ. 16.

УДК. 556.382(574.1)

Дифференцированный учет и оценка перспективных эксплуатационных ресурсов средне- и высокопроизводительных подземных вод Западного Казахстана. Сыдыков Ж. С. «Подземные воды Казахстана и перспективы их использования». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1978, с. 50—59.

На основании учета неоднородности и спорадичности распространения подземных вод в водоносных образованиях по степени их минерализации и производительности проведена дифференцированная оценка региональных эксплуатационных ресурсов. Она показала, что в Западном Казахстане эксплуатационные ресурсы пресных и слабосоленоватых вод (до 3 г/л) с возможными эксплуатационными расходами скважин 20—50 л/сек и более составляют 74 м³/сек. Они могут быть использованы для крупного водоснабжения и орошения. Пресные и солоноватые воды с минерализацией до 1 и 1—5 г/л с расходами водопунктов 5—20 л/сек имеют общие эксплуатационные ресурсы в количестве 60 м³/сек.

Табл. 2.

УДК 556.38.574.41

Ресурсы подземных вод хребта Чингиз, его обрамлений и перспективы их использования. Муртазин Ж. В. «Подземные воды Казахстана и перспективы их использования». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1978, с. 59—69.

Рассматриваются природно-гидрогеологические условия хр. Чингиз и на этой основе произведено гидрогеологическое районирование, оценены прогнозные эксплуатационные ресурсы и рассмотрены возможности их использования в народном хозяйстве.

Ил. 1, табл. 1, библ. 8.

УДК 556.332;556.8:628.1(574.23)

Экономическая эффективность использования подземных вод территории Кокчетавской области. Казбеков А. К. «Подземные воды Казахстана и перспективы их использования». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1978, с. 70—82.

На основании анализа затрат на разведку 18 месторождений подземных вод, расположенных на территории Кокчетавской области, дана экономическая эффективность использования их в народном хозяйстве по сравнению с поверхностными водами. Если себестоимость использования 1 м³ подземных вод составляет 9,6 коп., то себестоимость реализации 1 м³ поверхностных вод достигает 13,6 коп.

Табл. 6, библ. 5.

УДК 556.38.044(574.51)

Подземные воды Южного Прибалхашья и охрана оз. Балхаш. Д ж а б а с о в М. Х., Ш а п и р о С. М., П о д о л ь н ы й О. В., О ш л а к о в Г. Г., В и н н и к о в а Т. Н., Л и в и н с к и й Ю. Н. «Подземные воды Казахстана и перспективы их использования». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1978, с. 82—92.

Рассматриваются возможности использования подземных вод для обводнения пастбищ и орошения в пределах района, для отдельных участков определены оптимальные схемы водозаборов на основе использования АВМ. Кроме того, использование подземных вод будет способствовать уменьшению подземного стока в озеро и увеличению оттока из него, что приведет к уменьшению концентрации солей в озере и сдерживанию процессов его засоления.

Ил. 2, библи. 6.

УДК 556.382(574)

Возможность использования подземных вод аридных районов Казахстана для орошения. Б р о н ш т е й н М. Е., Ш е с т а к о в Ф. В. «Подземные воды Казахстана и перспективы их использования». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1978, с. 92—101.

На конкретном материале показана возможность широкого использования подземных вод для сельскохозяйственного водоснабжения в условиях аридных зон. Даны технические предложения по эксплуатации подземных вод. Приведены рекомендации и произведено сопоставление затрат на орошение поверхностными и подземными водами. Обосновывается необходимость более строгого контроля за использованием подземных вод и их охраной. Рекомендуются создание единой службы водных ресурсов, способной обеспечить планомерное управление режимом эксплуатации водозаборных сооружений.

Ил. 2, библи. 9.

УДК 556.3.004+556.332.72(574.5)

Использование и охрана подземных вод Южной Джунгарии. А й т у а р о в Т. К., Л а х т ю к Р. А. «Подземные воды Казахстана и перспективы их использования». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1978, с. 101—108.

Приводятся краткие сведения об особенностях формирования подземных вод и их практическом использовании для народного хозяйства. Южная Джунгария разбивается на горные, предгорные районы и районы впадин, для каждого из них описываются основные типы водозаборов и рекомендуются наиболее приемлемые для данных условий. Описываются минеральные и термальные воды района, состояние и перспективы их использования для водоснабжения, орошения и обводнения пастбищ, курортного строительства и теплофикации. Даются рекомендации по улучшению использования и охраны подземных вод.

Библи. 6.

УДК 556.332.63

Об искусственном пополнении запасов подземных вод засушливых территорий Казахстана. Ж а п а р х а н о в С. Ж. «Подземные воды Казахстана и перспективы их использования». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1978, с. 108—113.

На основе анализа существующих методов искусственного пополнения подземных вод в СССР и за рубежом рассматривается возможность обогащения подземных вод в засушливых условиях территории Казахстана для комплексного использования в целях водоснабжения горно-рудных объектов. Отмечена перспективность пополнения подземных вод и даны рекомендации для ускоренного внедрения в практику методов искусственного пополнения вод.

Ил. 2, библиография 4.

УДК 556.382+556.313.2:556.334(574.5)

Использование природных термальных вод Казахстана. Жеванго В. С., Кан М. С., Бондаренко Н. М. «Подземные воды Казахстана и перспективы их использования». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1978, с. 113—124.

Дана гидрогеологическая и гидрохимическая характеристика водоносных комплексов с термальной водой Южного Казахстана; оценены вековые и прогнозные эксплуатационные запасы вод и количество тепла, заключенного в них; выделены наиболее перспективные участки для эксплуатации их в народном хозяйстве; рассмотрены современное состояние и перспективы использования термальных вод, предложены рекомендации по их охране.

Табл. 1.

УДК 556.3:553.3/9(574.3)

Некоторые экономические проблемы использования подземных вод Казахстана. Карамурзиев Т. К. «Подземные воды Казахстана и перспективы их использования». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1978, с. 124—132.

Рассматриваются некоторые вопросы определения реального объема водопотребления на основании разработки и уточнения оптимальных норм водопотребления, правильного определения объемов промышленного и сельскохозяйственного производства. Следует обратить внимание на уменьшение потерь водных ресурсов, необходимость рационального использования пресных вод. Приведены показатели эффективности использования поверхностных и подземных вод. Поднимается вопрос о централизации управления водохозяйственных объектов в ведении одной республиканской организации.

Библиография 8.

УДК 556.332.52:628.8(574.51)

Дренажно-сбросовые воды рисовых полей и их использование для орошения (на примере Каратальской системы). Рахман В. Б., Иванов В. Н. «Подземные воды Казахстана и перспективы их использования». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1978, с. 132—139.

Использование дренажно-сбросовых вод для орошения земель будет способствовать повышению коэффициента рациональной эксплуатации водных ресурсов, что имеет большое значение для расширения площади поливных земель и экономии пресной воды в засушливых и слабо обводненных районах Казахстана.

Возможность эксплуатации дренажно-сбросовых вод показана на примере Каратальской инженерной системы.

Табл. 2, библиография 14.

УДК 556.38:531.67(574.51)

Использование подземных вод для оценки гидрогеохимических аномалий. В а м п и л о в В. Г. «Подземные воды Казахстана и перспективы их использования». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1978, с. 139—145.

Для решения задачи по отбраковке гидрогеохимических аномалий использованы режимные данные о подземных водах. Одновременная постановка наблюдений за выносом свинца водами, контактирующими с рудной залежью разведанного месторождения, и на участке гидрогеохимической аномалии при условии сходства ландшафтно-гидрогеохимических условий и принадлежности изучаемых объектов к одной рудной формации, позволила автору по аналогии произвести оценку перспективности гидрогеохимической аномалии на неразведанном участке. Для исследования были выбраны медно-свинцовое месторождение Центральное и свинцовое рудопроявление, расположенные в Северном Тянь-Шане и относящиеся к медно-свинцовой кварцево-карбонатной рудной формации. Опыт решения подобных гидрогеохимических задач может найти широкое применение в практике производства гидрогеохимических поисков месторождений рудных полезных ископаемых.

Ил. 1, табл. 1, библи. 4.

УДК 556.382+566.38:338.4(574.21)

Ресурсы подземных вод Тургайской области, особенности их формирования и перспективы использования. К у р м а н г а л и е в Р. М. «Подземные воды Казахстана и перспективы их использования». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1978, с. 146—153.

Рассматриваются прогнозные и разведочные эксплуатационные запасы подземных вод, их приуроченность к различным возрастно-литологическим комплексам. Выделены и охарактеризованы три основных типа месторождений подземных вод, формирующихся в аллювиальных отложениях речных долин, где сосредоточена основная часть разведанных запасов. Для дальнейших поисков и разведки подземных вод указываются перспективные гидрогеологические участки, могущие обеспечить дополнительный прирост эксплуатационных запасов в количестве до 1 м³/сек. С целью улучшения водообеспеченности неблагоприятной в гидрогеологическом отношении юго-западной части области рекомендуется постановка опытных работ по магазинированию паводкового стока в аллювиальных отложениях речных долин.

Табл. 2, библи. 5.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>У. М. Ахмедсафин.</i> Подземные воды Казахстана и некоторые проблемы их использования	3
<i>У. М. Ахмедсафин, М. Х. Джабасов, С. Ж. Жапарханов, Р. М. Курмангалиев, А. В. Солнцев, С. М. Шапиро, В. Ф. Шлыгина, Н. Е. Яблочкина.</i> Оценка перспектив использования подземных вод Казахстана до 1990 г.	7
<i>У. М. Ахмедсафин, М. Х. Джабасов, С. М. Шапиро.</i> О прогнозных региональных ресурсах подземных вод Казахстана	37
<i>Ж. С. Сыдыков.</i> Дифференцированный учет и оценка перспективных эксплуатационных ресурсов средне- и высокопроизводительных подземных вод Западного Казахстана	50
<i>Ж. В. Муртазин.</i> Ресурсы подземных вод хребта Чингиз, его обрамлений и перспективы их использования	59
<i>А. К. Казбеков.</i> Экономическая эффективность использования подземных вод территории Кокчетавской области	70
<i>М. Х. Джабасов, С. М. Шапиро, О. В. Подольный, Г. Г. Ошляков, Т. Н. Винникова, Ю. Н. Ливинский.</i> Подземные воды Южного Прибалхашья и охрана оз. Балхаш	82
<i>М. Е. Бронштейн, Ф. В. Шестаков.</i> Возможность использования подземных вод аридных районов Казахстана для орошения	92
<i>Т. К. Айттуаров, Р. А. Лахтук.</i> Использование и охрана подземных вод Южной Джунгарии	101
<i>С. Ж. Жапарханов.</i> Об искусственном пополнении запасов подземных вод засушливых территорий Казахстана	108
<i>В. С. Жеваго, М. С. Кан, Н. М. Бондаренко.</i> Использование природных термальных вод Казахстана	113
<i>Т. К. Карамурзиев.</i> Некоторые экономические проблемы использования подземных вод Казахстана	124
<i>В. Б. Рахман, В. Н. Иванов.</i> Дренажно-сбросовые воды рисовых полей и их использование для орошения (на примере Каратальской системы)	132
<i>В. Г. Вампилов.</i> Использование подземных вод для оценки гидрогеохимических аномалий	139
<i>Р. М. Курмангалиев.</i> Ресурсы подземных вод Тургайской области, особенности их формирования и перспективы использования	146

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ КАЗАХСТАНА
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Утверждено к печати Ученым советом Института гидрогеологии
и гидрофизики Академии наук Казахской ССР*

Редактор *Г. И. Воронцова*
Худож. редактор *И. Д. Сущих*
Оформление художника *Н. Ф. Чурсина*
Техн. редактор *В. М. Муромцева*
Корректор *М. И. Безматерных*

* * *

Сдано в набор 7/ХІІ 1977 г. Подписано к печати 10/ІІ 1978 г.
Формат 60×90¹/₁₆. Бумага № 1. Печ. л. 10.
Уч.-изд. л. 10,5. Тираж 1000. УГ21041.
Зак. 183. Цена 1 р. 50 к.

* * *

Издательство «Наука» Казахской ССР.
Типография издательства «Наука» Казахской ССР.
Адрес издательства и типографии: 480021, г. Алма-Ата,
ул. Шевченко, 28.