

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР
АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. С. М. КИРОВА

На правах рукописи

С. Г. КАРАПЕТЯЧ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
АРАРАТСКОЙ РАВНИНЫ В СВЯЗИ С
МЕЛИОРАЦИЕЙ ЗЕМЕЛЬ

А В Т О Р Е Ф В Р А Т

диссертации, представленный на сописание ученой степени кандидата
геолого-минералогических наук

Б А К У — 1 9 6 7

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР
АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. С. М. КИРОВА

На правах рукописи

С. Г. КАРАПЕТЯН

849

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
АРАРАТСКОЙ РАВНИНЫ В СВЯЗИ С
МЕЛИОРАЦИЕЙ ЗЕМЕЛЬ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации, представленный на соискание ученой степени кандидата
геолого-минералогических наук

БАКУ—1967



Уважаемый

Ученый совет геолого-географического факультета Азербайджанского Государственного университета им. С. М. Кирова направляет Вам для ознакомления автoreферат диссертационной работы С. Г. Карапетяна на тему: «Гидрологические условия Араратской равнины в связи с мелиорацией земель», выполненной в отделе подземных вод Армянского научно-исследовательского института водных проблем и гидротехники.

Решением Ученого совета геолого-географического факультета официальными оппонентами назначены:

1. Доктор геолого-минералогических наук, профессор Аскеров Азиз Гамзаевич.
2. Кандидат геолого-минералогических наук, доцент Исафилов Габиб Юсуfovич.,

Защита диссертации состоится

25 декабря 67г.

Просьба Ваши отзывы (в двух экземплярах) прислать по адресу.

Баку, 100, ул. П. Лумумбы, 23. Ученый совет геолого-географического факультета Азербайджанского Государственного университета им. С. М. Кирова.

Дата отправки автoreферата

24 ноября 67г.

Ученый секретарь

Г. Ю. Исафилов

В свете решений Майского (1966 г.) пленума ЦК КПСС партия и правительство Арм. ССР выдвинули широкую программу освоения засоленных земель Арагатской равнины и улучшения их мелиоративного состояния.

Успешное решение этой задачи неразрывно связано с необходимостью освещения условий формирования засоленных и заболоченных земель и разработки рациональных мероприятий по их мелиорации. Исходя из этого, в настоящей работе была поставлена задача: 1) дать общую характеристику условий формирования грунтовых и напорных вод на основе анализа природных условий и ирригационно-хозяйственных факторов, значение которых до последнего времени учитывалось в недостаточной мере; 2) установить режим грунтовых вод и его влияние на мелиоративное состояние земель; 3) районировать земли по гидрогеологическим условиям для обоснования применения различных видов дренажа; 4) наметить направления мероприятий по регулированию режима грунтовых вод и по использованию дренажных вод в ирригации.

Решению указанных вопросов предшествовало обобщение имеющихся данных по гидрогеологомелиоративным работам, проведенным на Арагатской равнине.

Среди использованных материалов главное место занимают данные по режимным наблюдениям за колебанием уровня грунтовых вод Министерства МиВХ Арм. ССР, а также результаты экспериментально-полевых исследований Арм. НИИВПиГ по вертикальному и горизонтальному дренажу, в проведении которых автор принимал непосредственное участие в течение десяти лет своей работы (1956—1965 гг.) в Арм. НИИВПиГ. Использованы также материалы геологического управления Совета Министров Арм. ССР и других организаций.

Диссертация состоит из 6 глав, общим объемом 196 страниц текста, 22 таблиц и 33 рисунка.

Первая глава посвящена краткой характеристике изученности гидрогеологомелиоративных условий равнинны с освещением поэтапного развития этого вопроса.

Во второй главе кратко освещаются физико-географиче-

ские условия Ааратской равнины и соседних районов (рельеф, климат, почвы, гидрография, геоморфология, геоструктура, геологическое строение).

В третьей главе дан анализ гидрогеологических условий Ааратской равнины. В ней освещены вопросы формирования напорных и грунтовых вод, их циркуляции и взаимосвязи, характер минерализации и др. условия в увязке с геоморфологией и литологией равнины.

На территории Ааратской равнины выделены три морфогенетических типа рельефа с различными гидрогеологическими условиями (плоская аллювиальная пойменно-террасированная равнина, слабонаклонная пролювиально-аллювиальная равнина и наклонная аллювиально-пролювиальная равнина). В пределах этих равнин распространены породы четвертичного комплекса, которые насыщены водой и покоятся на корытообразном водоупорном фундаменте дочетвертичного возраста. В этом отношении Ааратская равнина рассматривается как замкнутое подземное водохранилище, в пределах которого приход и расход подземных вод балансируется. Основная особенность гидрогеологических условий Ааратской равнины связана с наличием лавовых пород под толщей рыхлообломочного комплекса, которые у периферии равнины выходят на дневную поверхность и покрывают обширную территорию бассейна среднего течения р. Аракс. Потоки подземных вод почти всюду приурочены к лавовым породам, уходящим под толщу озерно-речного комплекса Ааратской равнины. Так как сплошные глинистые пласти озерно-речной толщи перекрывают лавовые породы, то потоки подземных вод подпираются и образуют напорные воды.

Область распространения подпора приурочена главным образом к лавовым породам (западная часть равнины), в которых отметка пьезометрического уровня достигает 900—1000 м. Глинистые пласти озерно-речной толщи по сравнению с общим пьезометрическим уровнем имеют значительно более низкую отметку. Они не могут создавать общий пьезометрический уровень напорных вод, а лишь способствуют сохранению напора в нижележащих водоносных горизонтах. У периферии равнины глинистые пласти выклиниваются, но

вследствие подпирания подземных вод напорные свойства водоносных горизонтов в галечниках и базальтах слабонаклонной и наклонной равнин сохраняются. Под действием напора на пониженных участках периферии равнинны подземные воды выходят на поверхность в виде восходящих родников, в местах пересечения пьезометрического уровня напорных вод с поверхностью земли.

Подземный приток больше стока родников. Разница между ними питает водоносные горизонты, и в покровных отложениях воды, теряя напор, переходят в грутовые воды.

Наличие глинистых пластов в озерно-речных отложениях обуславливает образование серии водоносных горизонтов. Среди них наиболее выдержаными являются: грутовый, слабонапорный (первый) и сильнонапорный (второй) водоносные горизонты.

Примерно в средней части разреза четвертичных отложений прослеживаются мощные и плотные озерные глины сине-зеленого цвета, которые надежно изолируют второй напорный горизонт от первого. Здесь напоры высокие, и сплошное перетекание воды снизу вверх не имеет места. В работе приведены соображения о том, что озерные глины в районе оз. Капуйт-Лич прорезаны окнами, через которые указанные горизонты сообщаются между собою. Перетекание воды из одного горизонта в другой происходит и на периферии равнинны вследствие выклинивания глин.

Первый горизонт более слабо изолирован от горизонта грутовых вод. Эти горизонты состоят из отложения так называемой надозерной толщи (мощностью до 150 м), которая характеризуется весьма пестрым и сложным литологическим строением. В общем для преобладающей части равнинны строение толщи двухслойное, состоящее из покровных глинисто-суглинистых отложений (до 20 м), переходящие книзу в более крупнозернистые фракции, переслаивающиеся глинистыми и суглинистыми пластами. Слабонапорный и грутовый водоносные горизонты содержат пласты коричневых глин линзообразного залегания.

Подземные воды первого водоносного горизонта восходящими токами проникают в грутовый водоносный горизонт

(в покровные мелкоземы) и, по пути теряя напор, образуют свободный уровень грунтовых вод у поверхности земли. Глинистые пласти коричневого цвета оказывают существенное сопротивление восходящим потокам. В результате напоры подземных вод в первом водоносном горизонте увеличиваются, и на отдельных участках равнины скважины дают самозлив. Однако на преобладающей части равнины восходящие потоки обходят эти пласти, или, пропитывая их, проникают в покровные грунты. При откачке подземных вод из первого горизонта уровень грунтовых вод эффективно снижается. Поэтому первый горизонт нами рассматривается как благоприятный для применения вертикального дренажа.

В целом подземные воды всех горизонтов и выходящие на поверхность родники гидравлически связаны между собой и составляют общую, сложную напорно-грунтовую систему.

В работе большое внимание уделено освещению гидрогеологических условий надозерной толщи. На основании тщательного анализа существующих материалов составлена геоморфолого-литологическая карта надозерной толщи, на которой выделены шесть подрайонов, отличающихся геоморфологическим положением, литологическим строением, фильтрационными свойствами пород и другими особенностями. Составлена также карта водопроводимостей отложений этой толщи.

На составленной нами карте пьезоизогипс первого горизонта показаны разницы между уровнями грунтовых и напорных вод, из которых следует, что на плоской пойменно-террасированной равнине пьезометрические уровни подземных вод первого горизонта превышают уровни грунтовых вод на 0,5—5 м. Вследствие этого имеет место сплошное перетекание напорных вод из первого горизонта в грунтовый.

Глубины залегания грунтовых вод и их зеркала охарактеризованы картой, составленной для периода высокого стояния уровня грунтовых вод (апрель 1962 г.). По этой карте площадь земель с глубиной залегания грунтовых вод менее 2,5 м равна 56 тыс. га и охватывает в основном плоскую пойменно-террасированную равнину.

Составлена также карта минерализации грунтовых вод, из которой видно, что имеется 3 центра скопления сильно минерализованных (до 40 г/л) грунтовых вод в пределах плоской пойменно-террасированной равнины, охватывающие междуречья Севджур-Аракс, Севджур-Раздан и Араздаянскую степь. Здесь преобладают собственно хлоридные, собственно натриевые и хлоридно-гидрокарбонатные, натриево-магниевые типы грунтовых вод. По ирригационным качествам они неудовлетворительны.

На слабонаклонной и наклонной равнинах минерализация грунтовых вод уменьшается до 0,5—1 г/л, и состав воды меняется на гидрокарбонатный натриево-магниево-кальциевый. Ирригационные качества этих вод в основном удовлетворительные. Напорные воды первого горизонта в пределах большей части равнины имеют низкую минерализацию (до 0,5 г/л) и пригодны для орошения.

Дана количественная оценка источников питания и расходования грунтовых вод и по ней составлен следующий ориентировочный баланс грунтовых вод для среднего года для площади 56 тыс. га.

Приходные статьи баланса	млн. м³	м³/сек	%	Расходные статьи баланса	млн. м³	м³/сек	%
Восходящие потоки с включением части потерь оросительных вод на крупных магистральных каналах	186	5,9	76,3	Суммарное испарение	100	3,14	41,5
Фильтрация из внутрихозяйств. сети и на полях орошения	48	1,5	19,7	Отвод через дренажную сеть	141	4,5	58,5
Осадки	9,5	0,3	3,9				
Речной сток	0,146	0,005	0,06				
Итого	243,6	7,7	100		241	7,64	100

Четвертая глава посвящена анализу режима грунтовых вод и его влиянию на мелиоративное состояние земель.

При анализе режима грунтовых вод учтены комплекс природных условий и ирригационно-хозяйственных факторов. Обработка материалов произведена графо-аналитическим путем с применением методов математической статистики.

Установлены различные режимы грунтовых вод в пределах отдельных геоморфолого-литологических равнин и произведено соответствующее районирование территории Арапатской равнины.

Для предгорной наклонной части равнины и значительной площади ее слабонаклонной части характерно формирование режима грунтовых вод под влиянием ирригационно-гидрологических факторов и глубокозалегающих усиленных оттоков. Здесь сезонные и многолетние колебания уровней наиболее четко следуют за изменениями водоподачи. Эта связь в сезонном разрезе выражается высоким коэффициентом корреляции, равным 0,84. Наиболее низкий уровень залегания грунтовых вод имеет место зимой, а максимальный уровень отмечается летом. Амплитуда колебаний уровней, по сравнению с остальными районами наибольшая (1,5—2 м).

К югу от рассматриваемого района, примерно в средних частях конусов выноса левобережных притоков р. Аракс имеются участки с неустойчивым режимом грунтовых вод, в формировании которого ведущая роль принадлежит ирригации, а метеорологические факторы имеют второстепенное значение. Здесь в разные годы глубина и характер колебания грунтовых вод по годам меняются в зависимости от величины потерь оросительных вод.

В периферических частях конусов выноса левобережных притоков р. Аракс режим грунтовых вод характеризуется замедленным их течением и расходованием на транспирацию и на испарение. Независимо от наличия орошения в данном районе грунтовые воды залегают выше критической глубины, что приводит к переувлажнению земель. Орошение приводит к усилению питания грунтовых вод и осложняет режим, но преобладание природного питания над ирригационным сохраняется. В этом отношении рассматриваемый район харак-

теризуется устойчиво неблагоприятным режимом грунтовых вод, который формируется под влиянием климатических условий и наличия разгружающихся в естественных условиях напорных вод. Аналогичный режим формируется и на плоской пойменно-террасированной равнине, где на засоленных землях междуречий Севджур-Аракс, Севджур-Раздан и Араздаянской степи грунтовые воды движутся весьма замедленными потоками и расходуются на испарение и на транспирацию. Здесь происходит естественное засоление почвы, и по этому признаку район характеризуется весьма неблагоприятным режимом грунтовых вод.

В последних двух районах в сезонном ходе режима грунтовых вод наивысший уровень фиксируется чаще всего в апреле-мае, а наименее—в октябре-ноябре. Амплитуда колебаний 0,5—1 м.

Режим напорных, главным образом, артезианских вод подчинен режиму оросительных вод, фильтрующихся из магистральных каналов, проходящих по предгорной наклонной равнине. Это особенно наглядно видно из данных по многолетним колебаниям дебитов скважин. Графики этих колебаний довольно хорошо согласуются с изменениями водоподачи на орошение, выражаемыми интегральной кривой их отклонений от средне-многолетней величины. Эта связь характеризуется коэффициентом корреляции, равным 0,77.

Наблюдениями установлена синхронность колебаний уровня грунтовых вод с колебаниями пьезометрических уровней напорных вод, находящихся под подошвой покровного слоя, имеющего мощность 10—20 м. Это говорит о том, что восходящие токи грунтовых вод, поступающих из первого горизонта, расходуются на испарение и транспирацию.

Многолетний режим грунтовых вод обусловлен орошением и, главным образом, потерями из магистральных каналов, влияние которых оказывается через восходящие токи. Так, например, на слабодренированных землях Арташатского района среднегодовые колебания уровня грунтовых вод тесно согласуются с водоподачей по Арташатскому каналу. Связь между этими показателями подтверждается высоким значением коэффициента корреляции. Этот коэффициент, ха-

рактеризующий связь между среднегодовыми уровнями по скважинам Арташатского района и интегральной кривой отклонений водозабора от его средне-многолетней величины, равен 0,9.

Режим грунтовых вод проанализирован также путем использования карт глубин их залегания и карт минерализации. В 1948—50 гг. площади земель с глубиной залегания грунтовых вод < 1 м занимали наибольшую территорию. Среднеизвзвешенные глубины показывают, что по сравнению с 1929 годом уровень грунтовых вод в 1950 году на пойменно-террасированной равнине повсеместно повысился в среднем на 0,5 м. Причиной этого подъема является увеличение водозабора из рек в связи с расширением орошаемых площадей. Начиная с 1950 года и до 1957 г. уровень грунтовых вод понизился в среднем на 0,36 м. После 1957 года в многолетнем ходе изменений глубин залегания грунтовых вод наблюдается более или менее стабилизация уровня.

Изучение химического состава и минерализаций грунтовых вод показывает, что в целом для Арагатской равнины наибольшая минерализация воды приходится на летние месяцы. Осенью грунтовые воды в некоторой степени опресняются, но в общем картины минерализации в летний и осенний периоды близки. Близки также картины для зимнего и весеннего периодов, но весною грунтовые воды становятся более пресными. Сезонная динамика солевого режима грунтовых вод показывает, что на засоленных землях минерализация вод за период с мая по июль почти в два раза увеличивается. Состав воды не меняется. В течение всего года в анионном составе доминирующими являются гидрокарбонаты, затем хлориды и сульфаты, а в катионном составе — натрий (в минерализованных водах), кальций и магний (в слабоминерализованных водах). В соответствии с изменением минерализации грунтовых вод меняется и концентрация солей в почвогрунтовом слое. Так, например, по данным В. Г. Агабабян коэффициент сезонного засоления почвы, представляющий собой отношение осеннего содержания солей к весеннему, иногда почти удваивается. По профилю наблюдается сезонное подтягивание солей к поверхности почвы. Наи-

больший коэффициент сезонного соленакопления в слое 0—5 см имеют ионы $\text{CO}_3^{''}$, $\text{Cl}^{''}$, $\text{SO}_4^{''}$ и Na , а именно: 2,8 2,83 3,3 и 3,3.

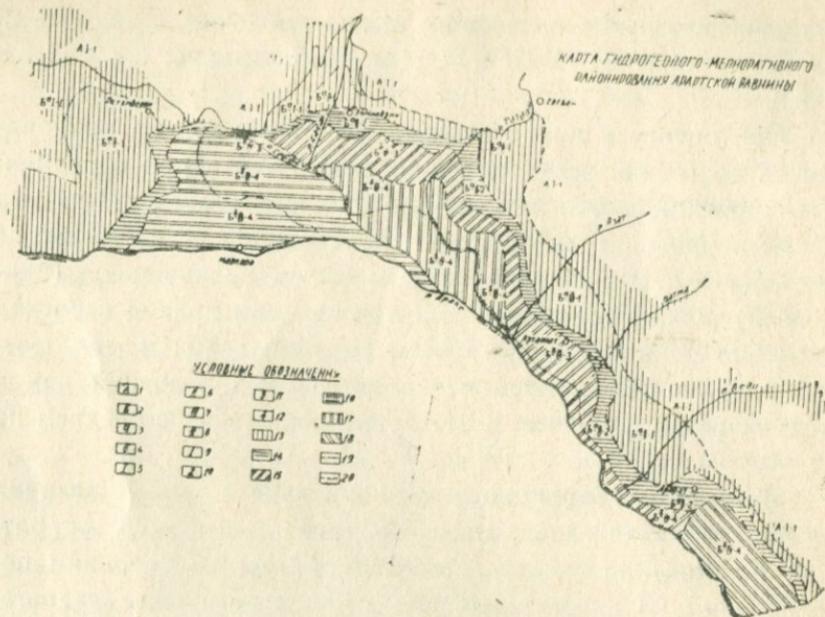
При оценке влияния режима грунтовых вод на мелиоративное состояние земель, можно сказать, что при современных ирригационно-хозяйственных условиях систематического подъема уровня грунтовых вод в угрожающих размерах не наблюдается. В основном имеет место установившийся (циклический) режим грунтовых вод, при котором приход и расход примерно одинаковы, и уровень грунтовых вод в многолетнем разрезе отклоняется от среднегодовых значений как в сторону повышения, так и в сторону понижения в среднем на 0,1—0,3 м.

Вопросам гидрогеологомелиоративного районирования посвящена пятая глава. В основу типизации земель Арагатской равнины по гидрогеологомелиоративным условиям положен учет количественных показателей комплекса гидрогеологических условий в сочетании с ирригационно-хозяйственными факторами, которые на различных участках равнины по разному влияют на мелиоративное состояние земель.

Развивая принцип районирования, предложенный Д. М. Кацем (1965), в качестве основного признака подразделения таксономических единиц принят характер циркуляции подземных потоков в условиях напорных вод.

На составленной карте гидрогеологического районирования земли Арагатской равнины (рис.) выделены две области, отличающиеся характером подзираания подземных потоков и образования напорных вод, две подобласти с различным соотношением восходящих и нисходящих токов, четыре зоны с различными условиями естественного дренирования, 4 района, отличающиеся мелиоративным состоянием земель и 6 подрайонов, которые характеризованы по условиям применения различных видов дренажа.

Предгорная и нагорная часть Арагатской равнины представляет собой область формирования свободных нисходящих потоков за счет поглощения поверхности стока. Эта область характеризуется глубоким (10—100 м) залеганием уровня грунтовых вод и разобщенностью подземных потоков, движущихся с большими скоростями по пониженным частям



1—Область формирования нисходящих потоков за счет поглощения поверхностного стока; 2—область формирования напорно-грунтовых потоков за счет подпора подземных вод; 3—подобласть преобладания нисходящих потоков; 4—подобласть преобладания восходящих потоков; 5—интенсивно дренированная зона; 6—дренированная зона; 7—слабодренированная зона; 8—весьма слабо дренированная зона; 9—район устойчиво благоприятного мелиоративного состояния земель; 10—район неустойчивого мелиоративного состояния земель; 11—район устойчиво неблагоприятного мелиоративного состояния земель, где грунтовые воды забирают почву; 12—район устойчиво неблагоприятного мелиоративного состояния земель, где грунтовые воды засоляют почву; 13—подрайон пролювия, конусов выноса предгорной накл. равнины и верхн. и ср. частей конусов выноса левобережн. притоков р. Аракс, нуждающийся в применении дренажа; 14—подрайон ср. частей конусов выноса левобережных притоков р. Аракс, нуждающийся в применении дренажа (вертикальный); 15—подрайон периферических частей конусов выноса левобережных притоков р. Аракс, нуждающийся в применении дренажа (горизонтальный); 16—подрайон междуречья Севджур-Аракс, нуждающийся в применении дренажа (вертикальный); 17—подрайон междуречья Севджур-Раздан, нуждающийся в применении дренажа (вертикальный); 18—подрайон Араздаянская степь, нуждающийся в применении дренажа (вертикальный); 19—контуры зон; 20—контуры районов.

ям палеорельефа, заполненным лавовыми породами и имеющими весьма низкую до 0,2 г/л минерализацию.

В пределах Арагатской равнины, начиная с отметки 1000 м и ниже, располагается область формирования напорно-грунтовых потоков, где циркуляция потоков происходит под воздействием напора.

В зависимости от отношения величин восходящих и нисходящих токов эта область может быть разделена на две подобласти; с преобладанием нисходящих токов над восходящими и с преобладанием восходящих токов над нисходящими.

Первая из них охватывает верхние и средние части конусов выноса рек Аракс, Селав-Мастара, Касах, Раздан, Чатма и Веди (наклонная и слабонаклонная равнины), где зеркала напорных и грунтовых вод имеют сравнительно крутые (0,005—0,01) уклоны и их уровни залегают глубоко от поверхности земли. Здесь пьезометрический уровень напорных вод залегает ниже уровня грунтовых вод и устанавливается на глубине ниже 10 м от поверхности земли. Преобладающая глубина залегания уровня грунтовых вод—5—10 м. В этих условиях роль восходящих токов в питании грунтовых вод значительно уменьшается, и основное питание происходит за счет потерь оросительных и речных вод вследствие фильтрации. Эти воды стекают с большими уклонами по гравийно-галечным отложениям в отложения плоско-пойменной равнины. Для рассматриваемой подобласти характерно резкое преобладание подземного оттока над испарением, что предопределяет благоприятное мелиоративное состояние земель.

Вторая подобласть охватывает почти всю территорию плоско пойменной и около 20 % слабонаклонной равнины, где уклоны напорных и грунтовых вод резко падают (0,001—0,0008), и движение подземных вод в горизонтальном направлении сильно ослабляется.

Рассматриваемая подобласть характеризуется следующими особенностями: в ее пределах расположены все засоленные и переувлажненные земли; грунтовые воды залегают неглубоко (до 3 м) от поверхности земли и в большей части минерализованы; пьезометрический уровень напорных вод первого горизонта повсеместно превышает уровень грунто-

вых вод в среднем на 1—2 м; скважины, заложенные во втором (сильнопорном) водоносном горизонте, дают самоизливы, и пьезометрический уровень возвышается на 20—25 м над поверхностью земли; испарение и транспирация резко преобладают над подземным оттоком; имеются выходы напорных вод на дневную поверхность в виде восходящих родников.

Следуя принципу классификации Д. М. Каца, на территории Ааратской равнины по признаку естественной дренированности земель выделены гидрогеологические зоны: интенсивно дренированная зона наклонной аллювиально-пролювиальной равнины; дренированная зона слабонаклонной террасированной равнины; слабодренированная зона плоской пойменно-террасированной равнины и весьма слабо дренированная зона межконусных понижений.

В интенсивно дренированной зоне грунтовые воды имеют скорость фильтрации от 44 до 116 мм/сутки. Глубина залегания грунтовых вод колеблется от 3 до 25 м, а уклоны их зеркала—от 0,003 до 0,008. В силу высокой естественной дренированности, грунтовые воды здесь пресные (до 0,5 г/л).

В зоне дренированных земель скорость фильтрации грунтовых вод колеблется в пределах от 20 до 40 мм/сутки. На участках с более крутым уклоном рельефа глубина грунтовых вод достигает 20 м.

Уклоны грунтовых вод пологие (0,0015—0,003) в западной части зоны и становятся более крутыми (0,003—0,005) в восточной части. Грунтовые воды имеют низкую минерализацию (0,5—1 г/л) и не засоляют почвы.

В слабодренированной зоне грунтовые воды характеризуются следующими условиями: минерализация—1—3 г/л, глубина залегания—0,5—2,5 м; уклоны зеркала 0,0012—0,0024; скорость фильтрации от 10 до 20 мм/сутки. Грунтовые воды вызывают засоление и переувлажнение почвы и активно участвуют в почвообразовании.

Для зоны весьма слабо дренированных земель характерно также дальнейшее нарастание минерализации грунтовых вод, достигающее, 10 и более г/л. Грунтовые воды имеют

небольшие уклоны (0,0004–0,0009) и скорости фильтрации (от 3 до 6 мм/сутки) и залегают на глубине до 2 м.

Выделенные гидрологические районы и подрайоны характеризуют совокупность гидрологических условий, позволяющую оценить мелиоративное состояние земель и наметить ведущие мелиоративные мероприятия. Эти районы следующие: 1—район устойчиво благоприятного мелиоративного состояния земель, не нуждающихся в применении дренажа; 2—район неустойчивого мелиоративного состояния земель, нуждающихся в применении дренажа для предупреждения подъема уровня грунтовых вод, перехвата подземных потоков и использования их в ирригации; 3—район «заболачивания», или район устойчиво-неблагоприятного мелиоративного состояния земель, нуждающихся в применении дренажа, в основном, для осушения переувлажненных земель и перехвата подземных потоков; 4—район «засоления», или район устойчиво-неблагоприятного мелиоративного состояния земель, нуждающихся в применении дренажа, в основном, для рассоления земель и предупреждения их засоления.

Для последних двух районов дана оценка применения различных видов дренажа, в основу которой принятые: характер питания грунтовых вод (восходящие или нисходящие токи); степень естественной дренированности; минерализация грунтовых вод и засоленность почвы; параметры водоносных горизонтов, включающие мощность и строение пласта, водопроницаемость покровных суглинков, водопроводимость подстилающих песчано-гравелистых пород, величина напора и др.; степень взаимосвязи между грунтовым и первым горизонтами и др.

К территориям, на которых может получить применение вертикальный дренаж, отнесены участки на которых: грунтовые воды питаются восходящими токами; минерализация вод высокая; почвы засолены; дренированность низкая и строение толщи двухслойное (верхние слои почвогрунтов представлены мощными отложениями слабопроницаемых грунтов, подстилаемых хорошо проницаемыми водоносными грунтами с циркулирующими в них напорными водами). Последний фактор является важнейшим условием для оценки

применимости вертикального дренажа. С учетом его выделены подрайоны с благоприятными и сложными гидрогеологическими условиями. К подрайонам с благоприятными условиями отнесены те, где мощность надозерной толщи не менее 35—40 м; подземные воды первого горизонта не имеют положительного напора, т. е. воды с глубин 40—50 м не самоизливаются; подстилающие отложения имеют высокую водопроводимость (1000 — 1500 $\text{m}^2/\text{сутки}$); покровные отложения имеют достаточную водопроницаемость (коэффициент фильтрации $0,05$ — $0,5$ $\text{м}/\text{сутки}$), обеспечивающую хорошую взаимосвязь между слабонапорным и грунтовым горизонтами. Слабонапорный горизонт хорошо изолирован от сильнонапорного; покровные и подстилающие отложения более или менее однородны и в них не имеется, или слабо выражено пересланывание хорошо проницаемых отложений слабопроницаемыми; испытание вертикального дренажа показало положительные результаты, а именно понижение уровня грунтовых вод ниже 2 м распространялось на площади 60 — 70 га и наблюдалось опреснение почв и грунтовых вод.

Участки, не отвечающие указанным условиям, отнесены к сложным в отношении применения вертикального дренажа.

Горизонтальный дренаж рекомендуется применять там, где почвогрунтовый слой переувлажнен пресными гидрокарбонатно-магниево-кальциевыми водами; напорное питание сравнительно слабое (пьезометрический уровень напорных вод находится на одной высоте с уровнем грунтовых вод или в течение года может колебаться на $0,5$ м) почвогрунтовый слой представлен сравнительно легкими грунтами (суглинки и супеси с коэффициентом фильтрации от $0,1$ до 1 $\text{м}/\text{сутки}$); рельефные условия позволяют создать достаточные уклоны ($0,001$ — $0,005$) дренажных каналов; степень дренированности сравнительно хорошая (скорость фильтрации— 20 — 50 $\text{мм}/\text{сутки}$).

Вышензложенный принцип районирования явился основой для деления мелиорируемых земель Арагатской равнины на подрайоны по рекомендуемому типу дренажа с оценкой условий его применения.

В подрайоны средних частей конусов выноса рек левобе-

режных притоков реки Аракс, как отмечалось выше, дренаж в этом подрайоне необходим для предупреждения подъема уровня грунтовых вод при дальнейшем развитии орошения, перехвата подземных потоков, поступающих в ниже-расположенные земли и использования подземных вод для ирригации, как самостоятельного мероприятия.

Решение этих задач возможно лишь с помощью вертикального дренажа, для применения которого гидрогеологические условия этого подрайона благоприятны.

В подрайонах—междуречье Севджур-Аракс и Араздаянская степь гидрогеологические условия благоприятны для применения вертикального дренажа, а в подрайоне междуречье Севджур-Раздан—сложны.

Вопрос применения вертикального дренажа в указанных подрайонах сводится к срезке напора в первом горизонте, залегающем на глубине, не доступной для применения горизонтального дренажа. Эта особенность является одним из главных преимуществ вертикального дренажа, и она использована для основания его применимости. Вследствие срезки напора восходящее питание грунтовых вод уменьшается, и их уровень эффективно понижается. При промывке земель образуются нисходящие токи, удаляющие соли из верхнего почвогрунтового слоя.

В настоящее время по Ааратской равнине имеется достаточно большое количество опытных данных, позволяющих положительно оценить осушающую роль вертикального дренажа.

На опытном полигоне Араздаянской степи изучено изменение солевого режима почв и грунтовых вод при промывке земель. Результаты исследований показывают, что после трехкратной промывки опытного чека в почвогрунтовом слое мощностью 1,0—2,5 м, содержание наиболее токсичных компонентов в почве уменьшается до предельной величины. Так, например, содержание $\text{CO}_3^{''}$, $\text{HCO}_3^{''}$ и Cl^{-} в метровом слое до промывки в среднем для чека составило соответственно 0,025, 0,109 и 0,046 %. После третьей промывки их содержание снизилось до 0,003, 0,075 и 0,019 %. Наряду с этим промывка земель раствором серной кислоты привела к увеличению общей минерализации почвы примерно в два раза (в метровом

вом слое общая минерализация составляла 0,361 %, а после промывки—0,731 %; в 2,5 метровом слое соответственно 0,272 и 0,44 %). Это изменение произошло за счет увеличения в почве ионов SO_4^{2-} , Na^+ + K^+ .

Таким образом, применяемая в Ааратской равнине технология рассоления земель (кислование почвы до полного выщелачивания токсических компонентов с последующими обычными промывками), приводит к выщелачиванию щелочей, а не опреснению почвы. Очевидно, следует и в дальнейшем продолжить промывки почвы с более высокими нормами (25—30 тыс. м³/га).

При промывках земель увеличивается и общая минерализация грунтовых вод. Это особенно резко проявляется после кислования земель, когда сухой остаток в грунтовых водах в пределах промывного чека иногда почти удваивается. Однако с течением времени грунтовые воды опресняются, по мере их стекания по горизонтальным и вертикальным дренам.

По данным ИВПиГ после промывки опытного чека преобладающая часть солей уходит вниз и удаляется вертикальным дренажом. Лишь небольшая доля их попадает в горизонтальные дрены. Эти данные позволяют констатировать весьма положительную роль вертикального дренажа при рассолении земель.

Опыты показали, что при комбинированном дренаже участие горизонтального дренажа в удалении промывных вод не велико. При этом, чем ближе расположены горизонтальные дрены к скважине, тем менее эффективно они работают. Так, например, дрены глубиной 1,5 м, расположенные на расстояниях 130 и 225 м от скважины, удаляют соответственно 4 и 16 % общего объема промывных вод. Около 72 % этого объема удаляется вертикальным дренажом. При комбинированной системе дренажа временные горизонтальные дрены целесообразно закладывать на расстоянии не менее 250 м от скважины.

Исследование вертикального дренажа в Ааратской равнине позволило установить также: наличие пространственной связи между грунтовыми и напорными водами; возможность понижения уровня грунтовых вод на 2 м на площади 60—

70 га (радиус влияния около 1000 м, а расстояние между скважинами 400—500 м); получение дебита 60—80 л/с, пригодность откачиваемых вод для орошения; эффективность рассоляющего действия вертикального дренажа; положительное влияние откачек на увеличение урожайности культурных растений и т. д.

На Ааратской равнине с напорным питанием грунтовых вод система горизонтального дренажа не обеспечивает достаточного понижения уровня грунтовых вод. Этот вид дренажа рекомендуем применять в подрайоне периферических частей конусов выноса рек Касах, Раздан, Азат, Чатма и Веди, где из-за невысокой минерализации грунтовых вод нет опасности засоления земель и поэтому не требуется глубокое понижение их уровня. Применению горизонтального дренажа в этом подрайоне способствуют и рельефные условия, позволяющие отвести самотеком дренажные воды через осушительную сеть.

В силу слабой минерализации грунтовых вод этого подрайона рекомендуется использовать их для орошения.

В шестой главе диссертации указывается направление мероприятий по регулированию режима грунтовых вод и использованию дренажных вод для орошения.

В районе «заболачивания» нами рекомендуется поддерживать уровень грунтовых вод на глубине 1,2—1,5 м, что, как показывают исследования НИИВПиГ, способствует увеличению урожайности сельскохозяйственных культур. В районе «засоления» уровень грунтовых вод следует понизить до глубины 2,5—3 м от поверхности земли для предотвращения испарения с их поверхности.

Одним из основных условий регулирования режима грунтовых вод является сокращение их питания путем перехвата восходящих токов вертикальным дренажом и доведения до минимума потерь оросительных вод.

Уменьшение потерь оросительных вод достигается повышением КПД оросительных систем путем проведения комплекса организационно-технических мероприятий, включающих работы по упорядочению водопользования, облицовке

каналов, применению рационального режима орошения и техники полива и т. д.

Из этих мероприятий наиболее важным является правильное составление и соблюдение плана водопользования, который должен соответствовать данной глубине залегания и минерализации грунтовых вод и их режиму. Так, например, в районе «заболачивания» при планировании водопользования считаем необходимым учитывать явление субирригации в естественных условиях, и по сравнению с другими районами, следует планировать несколько заниженные оросительные нормы (примерно на 10—20 %). Это особенно важно в те годы, когда наблюдается заметное повышение уровня грунтовых вод.

В районе «засоления» необходимо создавать условия для постоянного превалирования нисходящих токов над восходящими, что возможно при больших нормах орошения и промывок на фоне дренажа. На слабодренированных землях нормы орошения следует назначать на 10—30 % больше обычных. Эти нормы должны превышать расход воды на транспирацию и испарение.

Как уже было отмечено, для преобладающей части Арапатской равнины дренажные воды вполне пригодны для орошения и являются крупным резервом в водохозяйственном балансе равнины.

Гидродинамическим методом определены суммарные дебиты скважин вертикального дренажа, размещенных равномерно на мелиорируемых землях. При этом подсчитаны общий приток сверху (Q_1) за счет инфильтрации оросительных вод и приток подземных вод по каптируемому пласту (Q_2). Величина Q_1 принята в размере 20 % от объема оросительных вод, предусмотренных к использованию в 1980 году по Генсхеме комплексного использования и охраны водных ресурсов Арм. ССР.

Для определения притока Q_2 весь участок, на котором предлагаются расположить скважины, рассматривался как большой колодец с понижением пьезометрического напора на 1,5—1,8 м.

В подрайоне, где предусматривается применение горизон-

тального дренажа, количество вод определено по дренажному модулю, равному в среднем 0,08 л/сек на га.

При 165-ти дневной работе скважин вертикального дренажа (с 15/V по 15/X) объем дренажных вод, включая и воды горизонтального дренажа, составили 300 млн. м³.

Опытные данные показывают, что промывные и оросительные воды на засоленных землях, инфильтруясь через почвогрунтовый слой, минерализуются и становятся непригодными для орошения.

Высокоминерализованными являются также дренажные воды, откачиваемые в первые 15 дней. Эти воды (около 100 млн. м³) подлежат сбросу.

Итак, количество пригодных для орошения дренажных вод будет равно 200 млн. м³, что превышает потребность ирригации по генсхеме (180 млн. м³) на 20 млн. м³. Однако, предусмотренные для использования подземные воды по месяцам распределены крайне неравномерно, и объем дренажных вод в июле и августе меньше максимальной потребности ирригации на 50 млн. м³.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Мелиоративное состояние земель Ааратской равнины главным образом определяется естественными гидрогеологическими условиями, из которых основными являются геоструктура, геологическое строение и геоморфологическое положение равнины.

2. Корытообразная форма водоупорного фундамента четвертичных отложений Ааратской равнины характеризует ее как замкнутое подземное водохранилище, куда подземные воды поступают в основном по лавовым породам и, подпираясь озерно-речными отложениями, образуют напорные воды.

3. В толще четвертичного комплекса сверху вниз выделяются грунтовый слабонапорный и сильнонапорный водоносные горизонты, которые изолированы друг от друга в разной степени. Слабонапорный и сильнонапорный горизонты хорошо отделены мощными озерными глинами. Подземные воды этих горизонтов сообщаются лишь на периферийных

частях равнины и через «окна» на отдельных ее центральных участках. Грунтовый же водоносный горизонт непосредственно связан с слабонапорным горизонтом. Здесь имеет место сплошное перетекание напорных вод снизу вверх в виде восходящих токов. У поверхности земли напоры восходящих потоков срабатываются за счет преодоления сопротивления, оказываемого покровными мелкоземами, вследствие чего образуются грунтовые воды со свободным уровнем.

4. Слабонапорный горизонт является благоприятным для применения вертикального дренажа.

5. Основными источниками питания грунтовых вод являются восходящие токи, которые расходятся на испарение и дренируются коллекторно-дренажной сетью.

6. От периферии к центру равнины гидрогеологические условия и режим подземных вод, а также их влияние на мелиоративное состояние земель меняются в соответствии с морфогенетическим типом рельефа и литологическим строением озерно-речного комплекса.

7. Орошение и осушение земель привели к заметному изменению режима грунтовых вод, а именно к повышению среднего уровня на 0,5 м за период 1929—1950 годы и понижению на 0,36 м в 1957 году. В последующие годы в режиме грунтовых вод наблюдается стабилизация уровня с незначительными отклонениями от средне-многолетнего уровня. За этот период времени наблюдается и некоторое опреснение грунтовых вод.

8. На слабонаклонной и наклонной равнинах орошение является основным фактором формирования сезонного и многолетнего режима грунтовых и напорных вод. На плоской пойменно-террасированной равнине сезонный режим грунтовых вод обусловлен, главным образом, климатом, а многолетний режим — потерями оросительных вод в предгорной зоне.

9. На основании учета количественных показателей комплекса гидрогеологических условий территория Ааратской равнины подразделена на таксономические единицы — области, подобласти и зоны. Такое районирование позволило с учетом влияния режима грунтовых вод выделить районы и подрайоны и дать их оценку по мелиоративному состоянию зе-

мель и по условиям применения дренажа. Здесь, в районах «заболачивания» и «засоления», задачей дренажа является, в первом случае—осушение переувлажненных земель и во втором—рассоление земель и предупреждение их вторичного засоления.

10. Для регулирования режима грунтовых вод необходимыми мероприятиями являются: а) сокращение питания грунтовых вод путем перехвата вертикальным дренажем восходящих потоков в районе «засоления» и нисходящих потоков в районе неустойчивого режима грунтовых вод и доведение до минимума потерь оросительных вод во всех районах; б) усиление оттока на слабо и весьма слабодренированных зонах с помощью дренажа.

11. Опытами установлено, что на Ааратской равнине наилучший результат осушения дает вертикальный дренаж, который следует широко применять при мелиорации земель.

12. Вертикальный дренаж следует применять в подрайонах междуречий Севджур-Аракс, Севджур-Раздан и в Араздаянской степи.

13. Горизонтальный дренаж следует применять в подрайоне периферических частей конусов выноса рек Касах, Раздан, Азат, Чатма и Веди.

14. Расчеты показывают, что большая часть дренажных вод (около 200 млн. м³) пригодна для орошения и поэтому их следует использовать в ирригации.

Результаты исследований использованы Армгипроводхозом при разработке генсхемы осушения и при составлении проектов осушения и орошения засоленных земель Ааратской равнины.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. О колебании уровня грунтовых вод юго-восточной части Ааратской равнины. Труды Арм. НИИГиМ, т. IV, 1959.

2. Зависимость уровня грунтовых вод от природных условий и мелиорации на примере одного орошаемого массива. Труды Арм. НИИГиМ, т. V, 1960.

3. Гидрогеологические условия Ааратской равнины в связи с мелиорацией орошаемых земель. Труды ИВПиГ т. II(VII), 1967 (в печати).

4. Вопросы гидрогеологии в связи с освоением засоленных земель Ааратской равнины. (соавтор). Сборник трудов по гидрогеологии Армении, управл. геологии Сов. Мин. Арм. ССР (в печати).

5. Инженерно-геологические условия Ааратской равнины. Геология Арм. ССР, т. VII, института геологич. наук АН Арм. ССР, изд. АН Арм. ССР (в печати).

6. Гидрогеологические условия Ааратской равнины и их влияние на мелиоративное состояние земель. «Известия» сельскохозяйственных наук министерства сельского хозяйства Арм. ССР, № 11, 1967, (на армянском языке, в печати).

849