

АКАДЕМИЯ НАУК УЗБЕКСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Б. В. ФЕДОРОВ

АГРОМЕЛИОРАТИВНОЕ
РАЙОНИРОВАНИЕ
ЗОНЫ ОРОШЕНИЯ
СРЕДНЕЙ АЗИИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК УЗССР
ТАШКЕНТ-1984

АКАДЕМИЯ НАУК УЗБЕКСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Б. В. ФЕДОРОВ

АГРОМЕЛИОРАТИВНОЕ
РАЙОНИРОВАНИЕ
ЗОНЫ ОРОШЕНИЯ
СРЕДНЕЙ АЗИИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК УзССР
ТАШКЕНТ—1953

ВВЕДЕНИЕ

XIX съезд Коммунистической партии Советского Союза развернул перед советским народом величественную программу коммунистического строительства. Директивы съезда по пятому пятилетнему плану, предусматривающие новый громадный подъем социалистической промышленности и социалистического сельского хозяйства, предъявили, естественно, и новые, еще более высокие требования к рациональному использованию водоземельных ресурсов страны. Соответственно возрастают и требования, предъявляемые к научной разработке этого вопроса.

Еще в 1930 г., выступая на XVI съезде ВКП(б), товарищ Сталин указывал: «Понятно, что при мелкокрестьянском хозяйстве серьезное проведение специализации невозможно. Невозможно, так как мелкое хозяйство, как хозяйство неустойчивое, лишённое необходимых резервов, вынуждено разводить у себя все и всякие культуры, чтобы в случае провала на одних культурах можно было обернуться на других. Понятно также, что без обеспечения в руках государства известных резервов зерна невозможно поставить дело специализации. Теперь, когда мы перешли к крупному хозяйству и обеспечили в руках государства резервы зерна, мы можем и должны поставить себе задачу правильной организации специализации по культурам и отраслям»¹.

В осуществление этого указания были широко развернуты работы по изучению производительных сил всей страны и отдельных республик с целью поднять экономику их на должную высоту. В частности разрабатывалась методика экономико-географического и физико-географического районирования и проводилось в широких масштабах само районирование. На первых этапах оно не было комплексным и осущест-

¹ И. Сталин, Собр. соч., т. 12, стр. 325—326.

влиялось по отдельным природным факторам: климату, почвам и др. (см. «Растениеводство СССР», М.—Л., 1933). В настоящее время работы по изучению производительных сил страны и отдельных республик углублены и ведутся комплексно многими научно-исследовательскими организациями Академии Наук СССР и Академий Наук союзных республик и отраслевыми институтами.

В своем постановлении от 29 сентября 1932 г. Совет Народных Комиссаров СССР и Центральный Комитет ВКП(б) выдвинули перед сельским хозяйством задачу дальнейшего повышения урожайности культур, отметив, что «наступило время, когда от роста хозяйства вширь, путем увеличения посевных площадей, необходимо повернуть к борьбе за лучшую обработку земель, к борьбе за повышение урожайности на данной стадии развития».

Эта задача связана с необходимостью более углубленного и детального изучения почв и динамики их плодородия, обусловленной природными факторами и хозяйственной деятельностью человека, с необходимостью районирования территории по специфике потребных мелиоративных мероприятий. Непрерывное повышение плодородия почв составляет центральную задачу сельскохозяйственного производства, отличающегося чрезвычайно большой сложностью и динамичностью участвующих в нем факторов. Поэтому сельскохозяйственное производство требует постоянного контроля за динамикой плодородия почв, изучения причин, вызывающих изменение его в ту или другую сторону, и своевременного применения мер, обеспечивающих непрерывное его повышение.

В связи с поставленными вопросами и возник метод агро-мелиоративного районирования, впервые разработанный автором в 1934 году на примере проекта ирригационного переустройства системы р. Исфара в Ферганской долине. Агро-мелиоративное районирование, по сути дела, явилось продолжением и развитием комплексного физико-географического районирования.

В 1935 г. на выездной сессии Научно-технического совета Главводхоза, состоявшейся в Ташкенте, метод агро-мелиоративного районирования был одобрен, и было предложено применить его в ирригационном проекте по р. Сох, к тому времени уже составленному.

В последующие годы агро-мелиоративное районирование применялось во всех ирригационных проектах Сазводпроиза, причем метод постепенно развивался и уточнялся на примерах крупных объектов по бассейнам рек Средней Азии.

Толчком к дальнейшему развитию и углублению метода агро-мелиоративного районирования явилось историческое по-

становление правительства СССР от 4 февраля 1949 года «О мерах дальнейшего развития хлопководства в колхозах и совхозах». Наконец, особенно актуальное значение приобрело агромелиоративное районирование в связи с постановлением правительства СССР о великих стройках коммунизма.

Излагаемый ниже метод агромелиоративного районирования зоны орошения Средней Азии имеет целью дать теоретическую основу для построения дифференцированного комплекса агротехнических мероприятий, ведущего к устойчивому повышению плодородия почв и урожайности возделываемых культур.

Вместе с тем агромелиоративное районирование является основой для построения комплексного плана наиболее полного и рационального использования земельного фонда и эксплуатации оросительных систем в разрезе отдельных оазисов, районов и колхозов.

Предлагаемый метод отнюдь не претендует на исчерпывающее разрешение поставленных вопросов во всем разнообразии и сложности обстановки сельскохозяйственного производства. До настоящего времени он, как показал многолетний опыт Сазводпроиза, удовлетворял основным требованиям проектирования ирригационного переустройства оросительных систем Средней Азии. В дальнейшем этот метод должен уточняться и дополняться в соответствии с повышением требований к нему со стороны растущего планового социалистического сельского хозяйства. При этом нужно подчеркнуть, что развитие и углубление метода агромелиоративного районирования как детального комплексного внутриландшафтного районирования, может быть успешным лишь при условии вовлечения в эту работу большого круга специалистов.

Часть первая

КРАТКИЙ КРИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАБОТ
ПО ВОПРОСАМ РАЙОНИРОВАНИЯ
СРЕДНЕЙ АЗИИ
В ЦЕЛЯХ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ВОДОЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

1. КЛИМАТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Понятие о климате слагалось в течение длительного времени и претерпело весьма существенные изменения, пройдя длинный путь от понятия чисто астрономического, господствовавшего еще во второй половине XVIII века (Крафт), до физико-географического, динамического, оформившегося в последнее время (Берг Л. С., 5). В соответствии с этим и методика климатического районирования развивалась от общего деления земного шара на широтные пояса до развернутого физико-географического районирования с учетом эволюции выделяемых географических ландшафтных единиц.

В настоящее время под климатом какого-либо района понимается «состояние атмосферы, являющееся результатом более или менее длительного (порядка десятилетий) взаимодействия между атмосферной циркуляцией данного района и его физико-географическими условиями» (Тихомиров Е., 63), или «среднее состояние разных метеорологических явлений (или атмосферных процессов или особенностей воздушных масс), поскольку это среднее состояние сказывается на жизни растений, животных и человека, а также на типе почвенного покрова» (Берг Л. С., 5).

Климатическое районирование Средней Азии и отдельных ее частей в целях общего планирования сельского хозяйства проводилось многими исследователями, решавшими этот вопрос разными методами и с различной степенью детализации. Остановимся на некоторых работах, характеризующих развитие метода районирования в соответствии с возрастающими требованиями сельского хозяйства.

Первое климатическое районирование Средней Азии было выполнено в 1926 году климатологическим отделом Средазмета (Р. Циммерман и Л. Молчанов, 69). Авторы этой работы заимствовали метод районирования у В. Кеппена (23).

По этому методу в основу климатического районирования были положены годовая сумма осадков и распределение их по сезонам года, а также средние температуры самого теплого и самого холодного месяцев. Сумма осадков, как рекомендовал В. Кеппен, бралась не фактическая, а «приведенная», т. е. та, которая при средней годовой температуре в 16°C давала бы для растительности такой же эффект, какой оказывает в существующих температурных условиях данной местности наблюдаемая сумма осадков. «Приведенная» сумма осадков вычислялась по формуле В. Кеппена.

Принятый в описываемой проработке метод районирования построен на одних метеорологических показателях, а потому страдает известным формализмом. Представленная карта климатических районов Средней Азии допускает объединение в один район весьма различных по климатическим условиям местностей, в частности Ашхабад, с ведущей культурой позднеспелых длинноволокнистых советских сортов хлопчатника, объединен с Самаркандом и Ташкентом, с культурой среднепозднеспелых сортов хлопчатника; Кизыл-атрек, с субтропическими культурами, объединен с Нукусом, где возможна лишь культура раннеспелых сортов хлопчатника, и др.

Вторая проработка климатического районирования Средней Азии относится к 1929 г. и принадлежит Р. И. Аболину (1). Автор этой работы поставил перед собой задачу дать естественноисторическое районирование Средней Азии и, говоря о методе районирования, совершенно правильно указал, что «... вопрос о поясном делении наших гор по вертикали можно поставить на правильную почву только в том случае, если в основу деления положить не отдельные, обособленно взятые моменты, а всю сумму признаков, составляющих понятие географического ландшафта». Приступая же к районированию, автор впадает в явное противоречие с высказанным положением: «поскольку обуславливающим моментом в распределении растений, животных, почв и культурной деятельности человека является климат, будет совершенно естественным, если мы свои взоры направим именно в эту сторону». И далее он уже определенно становится на путь деления территории по «отдельным, обособленно взятым, моментам», отмечая, что «важнейшим составным элементом климата являются тепло и влага», причем явное предпочтение оказывается теплу: «температурный режим накладывает свой отпечаток на всю природу широтных и высотных поясов, независимо от выпадающих осадков».

Наконец, и из этого отдельного фактора автор извлекает один лишь показатель — среднюю температуру трех летних

месяцев, кладя его в основу деления территории на температурные пояса в рамках высотной и широтной зональности.

Естественно, что районирование по такому способу мало чем отличается от районирования 1926 г. и также содержит ряд ошибочных объединений; например, в один температурный пояс включаются совершенно различные географические ландшафты: Туркестан, относящийся к эфемеровым пустыням, с почвами типа светлых сероземов, Чубаровка (сухие степи с темными сероземами), Ташкент (полупустыня с типичными сероземами), Кизыл-атрек (сухие субтропики) и др. Эта крайняя схематизация природных условий остается в силе и после рекомендуемого автором наложения округов, выделенных по сезонному распределению осадков, на температурные пояса; упомянутые выше различные ландшафты остаются точно также в пределах одного округа.

Несколько позднее, в 1933 г., Р. И. Аболин совместно с другими авторами разработал схемы природных и полеводческих зон Средней Азии в целях районирования полевых культур (2). В этой работе природные зоны выделены на основе более или менее полного использования климатических факторов в увязке с почвенным покровом и с учетом региональных особенностей по отдельным частям территории. Представленная схема районирования природных зон, несмотря на мелкий масштаб (1:5 000 000), свободна от грубых объединений разнородных районов, отмеченных в вышеописанных схемах.

Агроклиматическое районирование СССР и, в частности, Средней Азии, разработанное Г. Т. Селяниновым в 1933 г. (60), основано на климатических факторах, которые впервые учтены с надлежащей полнотой, детально разобраны в отношении их оптимума и минимума для развития растений, культивируемых в СССР.

Некоторым шагом назад, как в отношении развития метода климатического районирования, так и в отношении агрономической оценки климатических факторов, является работа М. П. Петрова по Туркменской ССР (51). Автор, не описывая принятого им метода климатического районирования, просто заявляет, что «в зависимости от климатических особенностей и физико-географических условий Туркменистан можно разделить на 8 агроклиматических районов». При описании же этих районов видна крайняя схематичность районирования и невыдержанность принципов: оазисные районы в одних случаях из соседней пустыни выделяются, в других — не выделяются; эфемеровые пустыни (со светлыми сероземами) и пустыни (с пустынными почвами) объединены в один район (Тахта-базар и Мары), характеристика сложного подгорного

района составлена по данным метстанций, относящихся и не относящихся к этому району.

Не останавливаясь на других работах по климатическому районированию, дающих схемы укрупненного районирования (Волобуев В. Р., 11, 12, 13 и др.), перейдем к рассмотрению агроклиматического районирования Казахстана, разработанного П. И. Колосковым в 1947 г. (28).

В этой работе особое внимание уделено теоретическому обоснованию ряда вопросов, касающихся интенсивности биологических процессов под влиянием климатических факторов, и обстоятельно разработана методика агроклиматического районирования. Отдельные климатические элементы рассматриваются и характеризуются более полно и четко, чем это делалось до последнего времени.

При составлении детальных климатических карт автор отказался от общепринятого статистического метода, требующего загущения сети метеорологических станций в соответствии с повышением детализации картирования, доказав его несостоятельность и громоздкость. Вместо этого автор разработал метод, основанный на анализе изучения причин явлений (с количественной оценкой их) и позволяющий с достаточной точностью определять взаимодействие климатических факторов на промежуточных точках опорной наблюдательной сети.

При разработке климатического районирования Казахстана автором применено трехстепенное расчленение территории на зоны (и подзоны), округа и районы.

Зоны выделены по величине годового показателя степени увлажнения. Всего на территории Казахстана выделено четыре зоны и три подзоны. Округа выделены по температурным показателям, представленным в разрезе пяти месяцев вегетационного периода, считая за начало его момент наступления среднесуточных температур выше 5°C . Всего выделено 20 округов. Наконец, районы — это части известной зоны увлажнения, отличающиеся друг от друга по температурным условиям; их выделено 58.

Для агроклиматического районирования автор разработал биоклиматическую классификацию сельскохозяйственных культур, возделываемых в Казахстане, разбив их на классы (по продолжительности вегетации), группы (по степени засухоустойчивости), роды (по величине транспирационного коэффициента) и виды (по степени морозостойкости).

Общее агроклиматическое районирование автор считает возможным «выполнить достаточно удовлетворительно в результате учета и сочетания в цельную систему по крайней мере трех основных элементов земледелия:

1) природно возможный и экономически целесообразный комплекс культур;

2) рациональный, т. е. экономически наиболее эффективный комплекс агротехнических приемов и

3) цикличность культур и агротехнических воздействий на почву, т. е. севообороты и плодосмены» (стр. 227).

Не останавливаясь на ряде других черт разбираемой работы И. П. Колоскова, следует особо подчеркнуть ее положительное значение. Это последнее заключается в том, что автор при характеристике климатических элементов вывел их за рамки узких, чисто климатических вопросов и поставил во взаимосвязь с другими факторами сельскохозяйственного производства. При этом рациональное использование климатических элементов подчинено, по Колоскову, социально-экономическим условиям страны в данный момент.

Несколько позднее вышла работа Б. П. Алисова (3), который строит климатическое районирование в соответствии с характером климатообразующих процессов, т. е. условиями переноса и трансформации воздушных масс и циклонической деятельностью. Автор дает следующую таксономическую систему климатического районирования: зона — область — район — подрайон — микрорайон.

В Средней Азии — субтропической области, по определению автора, — выделено два района: Иранский и Туранский. Районирование и описание климата автор доводит только до масштаба районов. Метод климатического районирования, разработанный Б. П. Алисовым, весьма интересен, так как на его основании впервые детально разбирается динамика климатообразующих процессов в сезонном и годовом циклах.

II. ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Почвенно-мелиоративное районирование начало зарождаться лишь в советский период и до настоящего времени еще не имеет единой методики. До революции и в первые годы Советской власти принято было давать мелиоративную оценку земель в результате почвенных исследований и выражать ее в экспликациях к почвенным картам. Примеры таких экспликаций мы находим у Н. А. Димо для Голодной степи в 1910 г. (17) и в ряде других работ, выполненных Институтом почвоведения и геоботаники САГУ, а в дальнейшем — ЦСУА СоюзНИХИ.

Мелиоративная оценка земельного фонда в этих работах слагалась из мелиоративных характеристик, даваемых по отдельным почвенным разностям в соответствии с мелиоративным состоянием каждой, зарегистрированной в момент производства почвенной съемки. Эти разрозненные мелиоративные характеристики недостаточно отражали природу ландшафта

в целом и его составных частей как среды почвообразовательных процессов. Исключением являются немногие работы и, в частности, работы А. Н. Розанова по левобережной части Ферганы, 1930 г. (54), где автор делает первые шаги к обоснованию мелиоративных мероприятий на основе гидрогеологических условий, но без надлежащего еще учета и изучения существующих ирригационно-хозяйственных условий.

Пути к определению «общей схемы почвенных исследований, необходимых для обоснования мелиоративных проектов» впервые были намечены в 1931 г. Л. П. Розовым (55), в соответствии с чем он в 1936 г. предложил «Первичную схему мелиоративной номенклатуры почв зон орошения». Следует отметить, что оформление почвенно-мелиоративных карт по этой схеме давало чрезвычайно пеструю картину индексов, характеризующих мелиоративные показатели почв, при отсутствии каких-либо обобщающих положений об их распространении, т. е. была дана мельчайшая единица таксономической системы без более крупных обобщающих.

Позднее В. А. Ковда (24) на основании исследований Нижневолжской экспедиции Почвенного института АН СССР обстоятельно изложил генезис Каспийской низменности и построил ее почвенно-мелиоративное районирование. При этом он в отличие от прежде существовавших взглядов рассматривает ее «не как морскую равнину, а как дельтово-аллювиальную равнину, многократно эродированную водами рр. Волги, Еруслана, Узеней, Эмбы, и в различных направлениях перекрытую их аллювием и особенно отложениями дельт, неоднократно перемещавшихся на ее поверхности».

По литолого-геоморфогенезу автор разделяет низменность на пять мелиоративных районов, отличающихся по условиям естественной дренированности и, следовательно, по прогнозу ожидаемых изменений как в глубине залегания грунтовых вод, так и в почвенных процессах под влиянием орошения.

Первой работой методического характера по вопросу о почвенно-мелиоративном районировании является статья Н. А. Качинского (22). В начале статьи, вслед за критикой имеющегося в области составления почвенно-мелиоративных карт опыта, автор совершенно правильно указывает, что «в почвенно-мелиоративной карте, как в фокусе, должны суммироваться естественно-исторические особенности изучаемой территории, а также находить выражение экономические условия района и направление хозяйства. Материал для составления карты должен быть получен в результате работ комплексной экспедиции, отдельные части которой работают по строго согласованным (в смысле содержания работ и времени их выполнения) программам» (стр. 919).

В составленной же автором почвенно-мелиоративной карте равнины Богаз в Азербайджане совершенно не получили отражения комплексные исследования, и она остается почвенной картой, какие обычно представляются при отсутствии гидрогеологической, литолого-геоморфологической и других основ. При описании метода районирования автор больше не упоминает о значении и применимости материалов комплексных исследований, а рекомендует выделять почвенно-мелиоративные районы путем объединения почв, характеризующихся «родственными показателями в смысле их хозяйственной ценности». Эта неопределенная формулировка далее расшифровывается автором столь же нечеткими пояснениями: «Районы выделяются:

1) по признаку благоприятствования почвенного покрова, особенностей грунтов и грунтовых вод;

2) по учету особенностей рельефа и микрорельефа — благоприятного или отрицательного для проведения оросительных мероприятий и механизации сельского хозяйства;

3) по показателям расстояния района от источника оросительных вод;

4) по высотным отметкам района над уровнем источника оросительных вод с учетом возможности самотечного орошения или с подкачкой воды на разные высоты;

5) по оценке конфигурации района с учетом возможной при орошении динамики грунтовых вод или верховодки и почвенного покрова» (стр. 924).

В результате таких рекомендаций автор приходит к выводу, что «общего критерия для отнесения отдельных типов почв в тот или иной район, конечно, не может быть». Тем самым он по существу отказался от выделения районов по общим для группы почв почвообразующим факторам, определяющим одинаковый характер мелиоративных мероприятий.

Рекомендуемые автором мелиоративные мероприятия им не обоснованы и потому сомнительны, а в отдельных случаях неверны. Так, рекомендуемая для пшеницы оросительная норма в $5000 \text{ м}^3/\text{га}$ для описываемого им района явно завышена. Размеры дренажа, рекомендуемые по двум районам (II и III), с разницей для междренних расстояний в 5 м для мелкого и 15 м для глубокого дренажа, никакими расчетами, как известно, не могут быть обоснованы. Недоумение вызывает рекомендация строительства «водосборной сети», которая давно уже признана ненужной и даже вредной на землях, подверженных засолению и заболачиванию (Федоров, 64).

Мелиоративное районирование Голодной степи, разработанное В. А. Ковда (25) построено на тех же принципах, что и рассмотренная выше его схема по Каспийской низменности, т. е. в основу деления территории положены литолого-геоморфологические районы и их генезис. Следует отметить однако, ошибочность той трактовки генезиса южной окраины Голодной степи, которая изложена в данной работе.

В. А. Ковда находит на указанной территории депрессию, происхождение которой объясняет деятельностью предполагаемого здесь древнего протока р. Сыр-дарья. В свое время, в 1915 г., гидрогеолог Н. К. Яковлев рассматривал эту часть Голодной степи, как аналог «зон выклинивания», встречаемых на конусах выносов горных речек Ферганской долины. Комплексная почвенно-гидрогеологическая экспедиция Среднеазиатского Гос. Ин-та по проектированию гидротехнических и водохозяйственных сооружений (Сазгипровод) 1944 года показала, что здесь сосредоточены все колодцы животноводческих хозяйств с пресными или слабо минерализованными водами. Это свидетельствует о том, что рассматриваемая территория относится к «зоне выклинивания» грунтовых вод, характеризующейся всегда пресными или слабо минерализованными грунтовыми водами. С точки зрения мелиоратора такие природные районы, как «зона выклинивания» и депрессии, образованные древними протоками, существенно различны, ибо требуют разного мелиоративного подхода к освоению земель.

Оба рассмотренные примера мелиоративного районирования В. А. Ковда (по Голодной степи и Каспийской низменности) касаются лишь специфических условий данной территории и не дают обобщающего метода районирования, охватывающего всё разнообразие природных и ирригационно-хозяйственных условий Средней Азии. То же можно сказать и о почвенно-мелиоративном районировании Ферганской долины (А. Н. Розанов, 64) и Голодной степи (М. А. Панков).

Обобщающие принципы почвенно-мелиоративного районирования для орошаемых районов В. А. Ковда предложил в 1945 г. (26). Орошаемые оазисы автор делит «с точки зрения природных условий, водосолевого режима и баланса, условий дренированности и направления ведущих мероприятий по борьбе с заболачиванием и засолением» на три группы:

- 1) оазисы, по преимуществу естественно дренированные;
- 2) оазисы, по преимуществу естественно мало дренированные;
- 3) оазисы, по преимуществу недренированные (бессточные).

Эти группы делятся на подгруппы. К первой группе относятся:

- а) верхние древнеаллювиальные и подгорные равнины;
- б) нижние пойменные и надпойменные террасы в верхнем и среднем течении рек.

Ко второй группе относятся:

- в) средние террасы рек и повышенные равнины;
- г) нижние террасы и равнины в среднем и нижнем течении рек.

Наконец, к третьей группе относятся:

- д) сухие дельты;
- е) приморские (причлененные) дельты.

Эта стройная на первый взгляд классификация оазисов при детальном рассмотрении оказывается невыдержанной по подгруппам в соответствии с выдвинутыми самим автором принципами деления территории. В самом деле, если сравнить характеристику подгрупп в отношении глубины залегания грунтовых вод, их минерализации и условий стока, солевого баланса и пр., то нетрудно заметить, что подгруппа *д* — «сухие дельты» — содержит в себе основные черты трех подгрупп *а*, *б* и *г* и по мелиоративным признакам ничем не выделяется самим автором. Поэтому, если придерживаться принятых автором принципиальных установок относительно районирования оазисов, следовало бы подгруппу *д*, как состоящую из трех, существенно различных по природным условиям, частей, полностью укладывающихся в три названные группы, рассматривать в разрезе этих последних.

Агропочвенное районирование, предложенное П. К. Магницким (36) как метод планового изучения возможностей использования почвы, сводится к районированию территории («микрорайонирование» и «дробное») по комплексности почвенного покрова, сформировавшейся под влиянием природных условий и производственной деятельности человека. Пути же к определению комплексности почвенного покрова и хода развития почв автор не дает, поэтому и принципы районирования остаются неясными.

Приведенными разработками исчерпываются в основном имеющиеся материалы по вопросу почвенно-мелиоративного районирования зон орошения. Другие работы по этому вопросу не вносят чего-либо существенно нового.

Здесь необходимо сказать и о ботаническом районировании, тесно связанном с почвенно-мелиоративным. Ботаническое районирование зародилось одновременно с климатическим и вначале также было крайне схематично. В дальнейшем оно детализировалось и стало служить ориентиром для уточнения не только климатического районирования, но и

всего природного комплекса в целом. Растительный покров, отражающий разнообразие природных факторов и явлений, в свою очередь воздействует на развитие их и служит, в частности, решающим фактором в процессах почвообразования. Взаимозависимость развития растительного покрова и внешней среды установлена еще Ч. Дарвиным и в дальнейшем широко использовалась в познании природы. В. Р. Вильямс ярко показал органическую взаимосвязь между естественной сменой растительных сообществ и изменением почвообразовательных процессов.

Четкая взаимосвязь и взаимозависимость развития растительных сообществ и всего природного комплекса в целом явились причиной того, что ботаническое районирование быстро перешло от частных вопросов — районирования кормовых запасов, их качества и т. д. — на путь комплексного физико-географического районирования, описываемого ниже.

III. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Гидрогеологическое районирование как основа почвенно-мелиоративного районирования зародилось совсем недавно. До оформления более или менее четких требований со стороны почвенно-мелиоративного районирования к районированию гидрогеологическому гидрогеологические районы выделялись по условиям формирования и циркуляции грунтовых вод в целях, главным образом, разрешения вопросов ирригации и водоснабжения.

Ф. Ф. Мужчинкин (41), разделяя западную часть Ферганской котловины на 7 гидрогеологических районов, лишь по одному указывает на «угрозу засоления орошаемых земель» при развитии орошения, а по всем остальным дает заключение только о возможности использования грунтовых вод на орошение.

Н. В. Подоба (1928 г.) делит юго-восточную часть Ферганской котловины на 6 гидрогеологических районов — «для целей использования подземных вод».

М. А. Шмидт (72), отдавая дань времени, построил гидрогеологическое районирование Китабо-Шахрисябзского района по тем же установкам, но значительно шире и глубже осветил гидрогеологическую обстановку как среду почвообразовательных процессов, представив карты: геологическую, геоморфологическую и гидроизогипс на осенний и весенний периоды; кроме того, им представлены схемы геологических разрезов котловины и схемы речных террас.

В последующие годы, с развитием ирригации в Средней Азии, повысились требования к гидрогеологическим исследо-

ваниям в отношении более детального изучения ныне действующих гидрогеологических факторов, обуславливающих развитие почв в разных ирригационно-хозяйственных условиях. В соответствии с этим перед гидрогеологическими исследованиями в Сазводпроизе были поставлены более четкие и конкретные задачи, результатом этих исследований явилась серия карт, а именно карты: геоморфологическая, литологическая, глубин залегания грунтовых вод, гидроизогипс на разные периоды, минерализации грунтовых вод и как обобщающая — карта гидрогеологических районов.

В текстовой части подробно описывались режимные наблюдения за грунтовыми водами и зависимость их от источников питания и существующих ирригационно-хозяйственных условий; характеризовалась направленность гидрогеологических процессов в разрезе выделенных районов в существующих ирригационно-хозяйственных условиях и давался прогноз изменения их в связи с проектируемым изменением ирригационно-хозяйственных условий.

Общность цели, поставленной перед гидрогеологическими и почвенными исследованиями, а также тесная взаимозависимость гидрогеологических и почвенных процессов вызвали необходимость организации комплексных почвенно-гидрогеологических исследований. Такой метод исследований был применен ВАСХНИЛ в Заволжье и особенно широко в работах Сазводпроиза.

С целью разрешения поставленных перед гидрогеологией задач М. А. Шмидт в годы Отечественной войны приступил к разработке метода гидрогеолого-мелиоративного районирования, являющегося основой для почвенно-мелиоративного районирования. Однако полностью закончить и оформить эту работу ему не удалось; осталась краткая записка, излагающая идею и принципы гидрогеолого-мелиоративного районирования.

По указанной записке все разнообразие гидрогеологических условий, встречаемое в зоне орошения Средней Азии, объединяется в разрезе оазисов в следующие три гидрогеолого-мелиоративные категории:

1) «с постоянно глубоким залеганием зеркала грунтовых вод (более 3 — 4 м)»;

2) «с постоянно не глубоко залегающим зеркалом грунтовых вод (менее 3 — 4 м)». Здесь выделяются две подкатегории: «с постоянно пресными грунтовыми водами и с опресняемыми грунтовыми водами; во втором случае — с минерализованными грунтовыми водами, временно опресняемыми фильтрационными водами орошения»;

3) «с переменной глубиной залегания грунтовых вод в многолетнем и сезонном разрезе (больше 3 — 4 м)». Эта категория разделяется на ряд подкатегорий по величине изменений в глубине залегания грунтовых вод, а также по характеру и степени минерализации их.

Далее М. А. Шмидт поясняет, что в первой категории «грунтовые воды не выступают как фактор, определяющий мелиоративное состояние площадей орошения», во второй же категории «грунтовые воды выступают главным, а в ряде случаев, решающим фактором, определяющим мелиоративное состояние площадей орошения», и, наконец, в третьей «грунтовые воды лишь временно определяют мелиоративное состояние земель — в периоды их подъема выше 3 — 4 м».

Описанный метод гидрогеологического районирования является последним достижением мелиоративной гидрогеологии и в настоящее время успешно развивается А. И. Шевченко, М. М. Крыловым и Б. М. Георгиевским.

IV. ГИДРОМОДУЛЬНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Идея гидромодульного районирования орошаемой территории возникла значительно раньше, чем почвенно-мелиоративное районирование. Еще в дореволюционное время хаотическое водопользование, имевшее место во всех ирригационных системах Средней Азии, заставило обратить на себя внимание царского правительства, стремившегося расширить орошаемую площадь в своей Туркестанской колонии. С этой целью незадолго до революции была учреждена Гидромодульная часть, задачей которой являлось изучение ирригационных систем Туркестана и нахождение принципов практического подхода, позволяющих навести порядок в водопользовании на существующих системах и изыскать новые площади орошения и водные источники для них.

Для разрешения этой задачи Гидромодульная часть развернула широкую сеть стационарных точек в разных районах Туркестана по изучению «фактического» и «оптимального» гидромодуля. Оптимальный гидромодуль изучался по следующему, общепринятому в то время методу: в полевых условиях на делянках площадью в 100 — 200 м² испытывались различные схемы поливов с разными поливными нормами; опыты проводились обычно в трех повторениях, и критерием оптимального гидромодуля служила урожайность подопытной культуры. Таким же методом изучался оптимальный гидромодуль на организованных в то время опытных полях, но здесь опыты сопровождались наблюдениями за влажностью почвы, с параллельными определениями в лабораторных усло-

виях полной влагоемкости почв, удельного веса и механического состава их. Результаты этих исследований помещены в Отчетах Гидромодульной части и опытных полей за 1913—1916 гг. (44, 45, 46, 47). По такому же методу продолжали вести исследования опытные и опытно-оросительные станции в советский период до 1926 года с той разницей, что эти опыты сопровождались более планомерной регистрацией водного режима почв.

Отрицательной чертой такого метода исследований является механический набор поливных схем с различными вариациями поливных норм, без изучения самих почв как среды развития растений. Следовательно, схемы испытывались вслепую, без знания среды: ни о каком направленном воздействии на растение и почву в то время не было и речи.

Представление об оптимальном гидромодуле на основе таких исследований лучше всего характеризуется полемикой того времени между заведующими опытными полями (М. Ф. Перескоковым, Г. С. Зайцевым и В. С. Малыгиным), развернувшейся на страницах журнала «Вестник Ирригации» в 1923 — 1924 гг. по вопросу о том, как надо поливать хлопчатник: часто ли малыми нормами, или редко, но большими нормами (20, 38, 49 и др). Необходимо отметить, что М. Ф. Перескоков и В. С. Малыгин вели опыты на почвах с близким залеганием в различной степени минерализованных грунтовых вод (Мургабское и Зеравшанское опытные поля), а Г. С. Зайцев работал на сероземах с глубоким залеганием грунтовых вод (Пахталык-куль).

М. Ф. Перескоков на основании своих опытов пришел к выводу, что хлопчатнику «поливов до цветения и во время созревания можно не давать. Их оказалось возможным компенсировать некоторым увеличением поливной нормы первой поливки и сокращением оросительного периода» (стр. 92).

Г. С. Зайцев (20), критикуя работу М. Ф. Перескокова, дает свои выводы по тем же материалам, указывая, что «в этом своем выводе мы значительно расходимся с выводами автора и склонны определенно думать, что точка зрения автора о ненужности полива в период до цветения совершенно неверна» (стр. 54). Далее, для большего подтверждения своего вывода Г. С. Зайцев приводит данные Ашхабадского опытного поля (считая его «близким по месту и условиям к Мургабу»), по которым заключает, что «полив до цветения, наоборот, сказывается вполне определенно и дает повышение урожая» (стр. 57). Между тем известно, что Ашхабадское опытное поле было расположено на сероземах с глубоким залеганием грунтовых вод, а на Мургабском строился мелкий дренаж для борьбы с заболачиванием почв.

В. С. Малыгин (38) на основании своих опытов поддержал выводы М. Ф. Перескокова, указав, что «почвенные условия и главным образом степень влагоемкости дают в большинстве наших (влагоемких — от 36 до 42%) почв широчайшие возможности запастись влагой с зимы и ранней весны до посева с тем, чтобы после посева не давать воду возможно дольше, даже до цветения» (стр. 66).

Из изложенного ясно, что в этой полемике обе стороны не учитывали характера среды — почвенных и даже климатических условий, в которых выращивался хлопчатник в каждом отдельном случае. Авторы не учитывали существенных различий в водных свойствах почв, подверженности их засолению, а также гидрогеологических условиях и пр., имевших место на разных опытных полях и обуславливавших различный водно-воздушный и солевой режим почв при одних и тех же испытываемых поливных схемах. Естественно, что и урожайность хлопчатника на таких опытах варьировала не соответственно поливным схемам, а в зависимости от ряда неучитываемых факторов. Поэтому авторы не могли прийти к соглашению, будучи, может быть, каждый для своих условий правыми.

Первая весьма приближенная сводка всего материала по изучению оптимального и фактического гидромодуля и увязка его с имевшимися материалами почвенных исследований была сделана Н. А. Янишевским (74). В этой работе автор дал первую грубую схему водоземельных ресурсов Средней Азии и схему гидромодульного районирования, выделив 13 основных и 13 переходных районов идентичных условий орошения без указания принципов их выделения. Для расчетов же водоземельных ресурсов Средней Азии им принято всего 5 гидромодульных районов. При этом Н. А. Янишевский указывает, что «для полного и часто наиболее рентабельного использования» водоземельных ресурсов по отдельным источникам можно рекомендовать «выработку и установление оросительного режима, конформного режиму источника орошения, путем подбора и введения надлежащего состава культур в хозяйствах, соответствующих режиму источника — поливного режима, норм и связанных с этим изменений агротехнических условий» (стр. 11).

Несколько раньше А. М. Надежин (42) предложил схему ирригационной номенклатуры на почвенных картах с целью «дать ирригатору такого рода почвенную карту, которая, содержа в себе наименьшее возможное количество почвенных групп, путем целого ряда условных обозначений на карте же, давала бы возможность быстрого ирригационного районирования той или иной земельной площади, не прибегая к деталь-

ному изучению естественно-исторической почвенной карты и записки к ней, или к разъяснению специалиста-почвоведа» (стр. 102).

А. М. Надежин считал, что почвенные карты того времени по принципам классификации и методам исследований в полной мере отвечают требованиям ирригации и, в частности, вопросам районирования гидромодуля. Эти требования он ограничивал лишь тремя основными показателями: «1) механический состав; 2) химизм; 3) стояние грунтовых вод».

Некоторые указания на динамичность почвенных процессов и необходимость применения мелиоративных мероприятий в отдельных случаях автор дает при разборе примера характеристики почвенных групп по предлагаемому им способу (стр. 102).

По механическому составу почв автор выделяет шесть, а по подстилающим грунтам — восемь групп. По степени засоления почв автор предложил три градации:

- | | |
|--|-----------|
| «А — слабое содержание хлора и серн. кисл. | от 0,009 |
| | до 0,09‰; |
| Б — среднее содержание хлора и серн. кисл. | от 0,09 |
| | до 0,9‰; |
| В — сильное » » » | от 0,9 |
| | до 9,0‰». |

Для глубины залегания грунтовых вод автор предложил следующие градации по степени «увлажненности»:

- | | | |
|----------------------------|---------------------------|--------------|
| а) «заболачивание» | при глубине грунтовых вод | от 0 |
| | | до 1 м; |
| б) «избыточное увлажнение» | » » » | от 1 до 2 м; |
| в) «увлажнение» | » » » | от 2 до 3 м; |
| г) «нормальное увлажнение» | » » | свыше 3 м |
| | | (стр. 104). |

Основными недостатками рассматриваемой работы являются:

1) признание за тремя почвенными показателями решающего значения в вопросах режима орошения сельскохозяйственных культур;

2) количественные показатели характеристики почв рассматриваются как постоянные, между тем они берутся из материалов почвенных исследований той или иной давности;

3) районирование гидромодуля ведется по указанным статическим показателям и в отрыве от районирования всего комплекса мелиоративных мероприятий.

В 1932 г. НИХИ было произведено гидромодульное районирование хлопковой зоны Средней Азии «в первом приближении» (19), причем было указано (без описания метода

районирования), что районирование произведено «на основании имеющихся в распоряжении НИХИ материалов» (стр. 11).

Судя по названию зон, последние выделены по местонахождению оазисов и в административных границах. Всего выделено 12 зон и по ним дана характеристика климатических условий. В большинстве случаев зоны представляют собой крупные единицы, которые сами могут быть разделены на зоны по климатическим условиям. Это обстоятельство в отдельных случаях учтено путем выделения подзон (4, 5, 6 и 7 зоны). К первой зоне, названной «северные хлопковые районы», отнесены такие весьма различные по климатическим условиям местности, как: Казалинск (северная пустыня с пустынными почвами), Арысь (центральная эфемеровая пустыня со светлыми сероземами), Фрунзе (сухие степи с темными сероземами), Джаркент. Поэтому общая характеристика климата такой зоны отличается чрезмерно большими амплитудами в количественных значениях элементов климата: средняя годовая температура от 7,8 до 12,3°; средняя годовая сумма осадков от 144 до 483 мм. Ясно, что столь разнородные физико-географические ландшафты не могут представлять идентичных условий орошения сельскохозяйственных культур. То же следует сказать и в отношении 9 и 11 зон.

Зоны и подзоны включают в себя административные районы, которые в данном районировании и считаются гидроמודульными районами. Такие гидроמודульные районы, уложенные в административные границы, весьма неоднородны по гидрогеологическим условиям, почвенному покрову и направленности почвенных процессов, а потому также не могут представлять идентичных условий орошения сельскохозяйственных культур.

Из изложенного видно, что рассмотренная схема гидроמודульного районирования по методу своего построения стоит ниже схемы А. М. Надежина. Гидроמודульное районирование НИХИ скорее представляет собой сводку накопленных материалов по фактическому гидроמודулю в разрезе административных районов.

В том же 1932 году опубликована работа В. М. Легостаева (34). В этой работе автор дает вначале пространный, состоящий из восьми названий, список факторов, определяющих режим орошения. В дальнейшем изложении он, как и следовало ожидать, первые два фактора — «местоположение» и «высоту над уровнем моря» — рассматривает вместе с третьим фактором — «метеорологическими условиями». Четвертый фактор — «почво-грунты» — автор делит на три: «механический, химический и морфологический состав их». Под химическим составом почво-грунтов он понимает содержание

легкорастворимых солей в почве, а под морфологическим составом — состояние структурности почвы.

Характеризуя водные свойства почвы, автор допускает путаное определение понятия о пленочной влаге: в одном месте он относит ее, согласно взглядам А. Ф. Лебедева (32), к категории недоступной для растений влаги, а в другом месте она приравнивается к «максимальной капиллярной влагоемкости», которая, как видно из определения автора, содержит в себе запас активной влаги, доступной для растений (табл. 7).

Большое значение в показателях водных свойств почв автор придает величине полной влагоемкости. О «предельной влагоемкости» по Л. Н. Розову совершенно не упоминается, между тем как на Аккавакской опытной станции НИХИ поливные нормы в полевых опытах уже рассчитывались в то время по дефициту влаги к «предельной влагоемкости».

Под техникой полива автор подразумевает способы полива и, разбирая последние, рекомендует бороздковый способ полива только на незасоленных почвах, предлагая для засоленных полив затоплением потому якобы, что бороздковый полив ведет к засолению почвы.

В заключение своей работы автор приходит неожиданно к способу гидромодульного районирования, отказавшись в какой-либо мере приложить перечисленные им факторы к районированию хлопковой зоны Средней Азии. Способ этот весьма туманно изложен им следующим образом: «Кладя в основу естественно-исторические особенности того или иного района, данные исследований опытных организаций за все годы... вся хлопковая площадь в первом приближении может быть разбита на 13 самостоятельных районов идентичных условий орошения, в которых, в свою очередь, выделяются подрайоны по тем или иным признакам, имеющим временный характер, полагая, что в дальнейшем подрайон при устранении временных факторов, влияющих теперь на орошение, обратится в основной район». Далее не следует никакой характеристики этих 13 районов и нет указаний: то ли это 13 районов, которые выделил Н. А. Янишевский годом раньше, то ли они придуманы самим автором.

В 1935 году вышла вторая работа В. М. Легостаева (33), мало чем отличающаяся от предыдущей. В этой работе автор уже заимствует технику районирования у А. М. Надежина с её ирригационной номенклатурой и со всеми ошибками, крупными и мелкими, но также без ссылки на источник.

Все выдвинутые в предыдущей работе положения о режиме орошения и о способах полива автор пытается в настоящей работе обосновать имеющимися опытами по испытанию спо-

собов полива на мелких делянках. Подбирая при этом те опыты, которые в той или иной мере соответствовали бы его положениям, он определил, что: «Полив затоплением (на средnezасоленных почвах) повысил урожайность хлопка по сравнению с поливом по бороздам в среднем по трем пунктам (без Бухары) на 21%» (стр. 16).

Заимствуя технику климатического районирования у А. М. Надежина (42), автор дает такое же грубое объединение в одну зону столь разных физико-географических ландшафтов, как дельта Аму-дарьи, Туркестан, Аулие-ата, Фрунзе, Джаркент, т. е. объединение пустыни с полупустынями и сухими степями.

Далее автор отмечает, что в основу районирования положены главным образом данные почвенных и гидрогеологических исследований Средней Азии. Но данные гидрогеологических исследований использовались им лишь в части глубины залегания грунтовых вод. Ни слова не говорится о значении гидрогеологических условий как факторов почвообразования, обуславливающих направление почвенных процессов в тех или иных ирригационно-хозяйственных условиях. Почвенные карты разной давности принимались как нечто постоянное, хотя известно, что почвенный покров в связи с изменением ирригационно-хозяйственных условий существенно меняется.

Из изложенного ясно, что разбираемая работа В. М. Легостаева по методу районирования содержит в себе все те недостатки, которые были отмечены в отношении работы А. М. Надежина.

Между тем с 1934 года в разработках Сазводчроиза гидромодульное районирование нашло себе место как неотъемлемая часть агромелиоративного районирования, и режим орошения культур рассматривался как неотъемлемая часть комплекса мелиоративных мероприятий.

V. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Основоположником физико-географического районирования является выдающийся русский почвовед В. В. Докучаев, который в конце прошлого века наиболее четко изложил принципы этого районирования. В одной из своих работ он писал: «В последнее время все более и более формируется и обособляется одна из интереснейших дисциплин в области современного естествознания, именно — учение о тех многосложных и многообразных соотношениях и взаимодействиях, а равно — и о законах, управляющих вековыми изменениями их, которые существуют между так называемыми живой и мертвой природой, между: а) поверхностными горными по-

родами; б) пластикой земли; в) почвами; г) наземными и грунтовыми водами; д) климатом страны; е) растительными и ж) животными организмами (в том числе и даже, главным образом, низшими) и человеком — гордым венцом творения».

В другой работе В. В. Докучаев писал: «А так как все названные стихии — вода, земля, огонь (тепло и свет), воздух, а равно растительный и животный миры... несут на своем общем характере явные, резкие и неизгладимые черты закона мировой зональности, то не только вполне понятно, но и совершенно неизбежно, что и в географическом распространении этих вековечных почвообразователей, как по широте, так и по долготе, должны наблюдаться постоянные и, в сущности, всем и каждому известные, строго закономерные изменения» (18).

В. В. Докучаев предложил следующую ниже схему природных зон Северного полушария, дав комплексную характеристику каждой.

1. Бореальная зона. Почвы тундры (бурые).
2. Лесная северная зона. Почвы светлобурые, подзолистые.
3. Лесостепная зона. Серые почвы.
4. Степная зона. Черноземы.
5. Зона сухих степей. Почвы каштановые и бурые.
6. Аэральные зоны пустынь. Почвы желтые и белые.
7. Субтропическая зона. Латеритные красные почвы.

В последующие годы учение В. В. Докучаева было развито Л. С. Бергом (4), который следующим образом определяет понятие о географических ландшафтах: «Ландшафт есть как бы, с одной стороны, сообщества организмов (биоценозы), т. е. растений (фитоценозы), животных (зооценозы) и, до известной степени, человека, а с другой, — как бы комплексы неорганических явлений: формы рельефа, скоплений вод, климатических факторов; к элементам ландшафта относятся и такие тела, как почвы, которые есть производные одновременно и органического мира и неорганических частей земной коры».

По Л. С. Бергу высшей таксономической единицей физико-географического районирования является географическая ландшафтная зона, которая включает в себя географические ландшафты первого порядка, последние содержат географические ландшафты второго порядка или географические индивиды.

В северном полушарии автор выделяет 12 географических ландшафтных зон, охватывающих низинные части территории, а в горных областях и на дне океанов выделяются особые ландшафтные зоны и ландшафты. Описание ландшафтов,

подчеркивает автор, «должно вестись так, чтобы было ясно, что описывается не агломерат предметов и явлений, а ландшафт, в котором все части связаны друг с другом в упорядоченное целое. А для этого нужно выяснить те причинные связи и взаимоотношения, которые связывают отдельные элементы ландшафта друг с другом».

Описанные принципиальные установки физико-географического районирования, разработанные В. В. Докучаевым и Л. С. Бергом, служат руководящим началом детального физико-географического районирования. Сами же авторы дали схемы мирового районирования и районирования территории Советского Союза лишь в мелком масштабе, выделив «природные зоны» и «географические ландшафтные зоны» по горизонтальной и вертикальной зональности и не показав примеров более детального районирования по разработанным ими принципам.

Первые же попытки более детального районирования природных условий, главным образом в отношении развития почв, натолкнулись на противоречия с описанными схемами районирования, но не с принципиальными установками. Так, И. П. Герасимов (14) отмечает: «Накопленный за последнее десятилетие огромный фактический материал по почвенной географии не только не уместится в установленные ранее общие схемы, но даже по ряду разделов находится в известном противоречии с выработанными схемами» (стр. 1). Выход из создавшегося положения автор находит в развитии идеи Л. И. Прасолова (52) и С. С. Неуструева (43) о необходимости «выделения систем почвенных провинций или почвенных областей, отличающихся друг от друга серией почвенно-географических черт» (стр. 1). Этим подчеркивается необходимость районирования, при котором учитывались бы региональные особенности отдельных частей территории, что нисколько не противоречит основным установкам В. В. Докучаева.

Значение, какое автор придает региональным особенностям, объединяемым в фациальные области, видно из следующей цитаты: «... внутри особенно протяженных фациальных областей возникают явления местной зональности. Эти явления будут фациальны, отличая отдельные участки фаций друг от друга, они включают и общие всем им фациальные черты. Это фациальное преломление соляных (зональных) черт климатического режима отличает одну фацию от другой, соседней или удаленной.»

И. П. Герасимов выделил на территории СССР и прилегающих стран девять почвенно-климатических фаций. Эти фации или провинции представляют дальнейший шаг в раз-

витии идей В. В. Докучаева при детализации физико-географического районирования.

Физико-географическое районирование Средней Азии несколько более детально развивают Е. П. Коровин и А. Н. Розанов (29). Относя Среднюю Азию к Туранской провинции по И. П. Герасимову, авторы расчленяют ее по вертикальной зональности на следующие три пояса:

1) аридный пояс, занимающий равнины и предгорья Средней Азии и характеризующийся развитием почв ряда светлых и типичных сероземов с пустынной растительной формацией;

2) субаридный пояс, занимающий среднюю часть горных склонов и характеризующийся почвами ряда темных сероземов и буроземов Рамана со степной, лесостепной и лесной растительными формациями;

3) гумидный пояс, занимающий высокогорную область с выщелоченными почвами альпийских и субальпийских лугов.

Хозяйственную оценку природных условий и перспективы развития сельского хозяйства авторы дают по выделенным природным районам, которые представляют собой отдельные оазисы, охватывающие часто все природные пояса, как-то: Чирчик-Ангренский, Восточно-ферганский и др.

Таким образом, район — это не подчиненная единица таксономической системы районирования, а самостоятельная территориальная единица, представляющая по природным и хозяйственным условиям «единый хозяйственный агрегат». Перечень перспективных культур по районам намечен в соответствии с климатическими условиями, а энерговложения — по следующим элементам:

- «1) трудоемкость культуры в данных природных условиях;
- 2) трудоемкость освоения территории под культуры и
- 3) мелиорации» (стр. 34).

Рассматриваемая работа представляет интерес как первая попытка хозяйственной оценки оазисов Средней Азии со стороны комплекса их природных условий, с освещением взаимосвязи и взаимозависимости отдельных компонентов: климата, почв и растительности, но еще без надлежащего анализа как причин, вызывающих необходимость мелиораций, так и размера этих последних для определения энерговложений.

В последнее время А. А. Григорьевым развито так называемое динамическое направление в физико-географическом районировании, изучающее физико-географические процессы, которые формируют данный ландшафт (15, 16). Под географическим процессом автор понимает «сложный комплекс социально-географических процессов, развивающихся на данной

территории, в его взаимодействии с присущим этой территории физико-географическим процессом» (стр. 142).

В основу физико-географического районирования автор ставит «различия в характере движущих сил развития физико-географического процесса» (стр. 146). Для наиболее крупных территориальных градаций и, в частности, для территорий отдельных континентов основной движущей силой развития является комплекс геоморфологического звена физико-географического процесса, на территории же географических поясов на первое место выступает уже комплекс его климатического звена. В соответствии с сочетанием компонентов этого звена, определяющим различия в физико-географическом процессе, территория делится по дальнейшим таксономическим градациям физико-географического районирования, из которых последнее место занимает ландшафт.

И. С. Щукин (73), исходя из такого широкого понимания ландшафта и поставленной цели районирования, предложил метод комплексного физико-географического районирования. Говоря о практическом значении физико-географического районирования, автор отмечает, что «это значение особенно велико в условиях социалистического хозяйства, стремящегося к возможно полному и рациональному использованию всех естественных производительных сил страны. Но это использование природных ресурсов неизбежно связано с вмешательством человека в стихийное протекание динамических процессов в природе. Человек стремится при этом направить эти процессы по такому руслу, в котором они могут быть с наибольшей эффективностью использованы им для его целей. Но для того, чтобы управлять сложным механизмом без опасности поломать его, необходимо знать в совершенстве работу каждой его части, знать роль и значение каждого его винтика» (стр. 62).

В соответствии с изложенной задачей автор предлагает следующий путь комплексного физико-географического районирования.

Учитывая, что «факторы, под влиянием которых складывается современный характер того или иного ландшафтного элемента страны... отличаются очень неодинаковым радиусом действия», районирование должно строиться с учетом размеров последних, т. е. таким образом, что сначала по географическому положению страны, по ее широтному распространению выделяются ландшафтные зоны, далее, в зависимости от положения отдельных территорий по отношению к морю, в пределах зон выделяются климатические области или провинции. «Третий фактор — узко местные условия — могут создавать климатическую дифференциацию на еще

меньших пространствах, которые можно назвать климатическими районами или климатическими округами»; наконец, по еще более мелким факторам местного значения выделяются «микроклиматические районы и высотные климатические пояса» (стр. 66).

Таким образом, И. С. Щукин строит таксономическую систему физико-географического районирования по одному климатическому признаку, полагая, что и все другие природные элементы ландшафта «в большей или меньшей степени от климата зависят и носят на себе его отражение» (стр. 67).

Большое значение в пределах ландшафтных зон, выделенных по широтной зональности, автор придает рельефу, хотя «незначительные колебания высот, наблюдающиеся на платформенных равнинах, недостаточные, чтобы создать вертикальную зональность, могут тем не менее и здесь находить достаточно яркое выражение в характере ландшафта» (стр. 74). Это выражение рельефа он видит в смене «слагающих поверхность пород, физические и химические свойства которых оказывают огромное влияние на формирование ландшафта» (там же). В первую очередь, по мнению автора, надо различать «породы легко проницаемые и водоупорные. Наличие на поверхности тех или других создает различия в величине поверхностного стока, а следовательно, и в интенсивности эрозионного расчленения местности. Эрозионное же расчленение, создавая склоны различной крутизны и экспозиции, выводя на поверхности коренные породы разного состава и разных физических свойств, вызывая дифференциацию участков преобладающего смыва и преобладающего накопления, обуславливает тем самым неодинаковое разнообразие микроклиматов, пеструю смену условий почвообразования, различия условий местообитания для растительности» (стр. 76). Таким образом, возникают микроландшафты — «фации... плакорного водораздельного плато с глубоким залеганием грунтовых вод, фации северных и южных, западных и восточных склонов... фации пойменных днищ долин с близкими к поверхности и даже выступающими на поверхность в понижениях микрорельефа грунтовыми водами» (стр. 75).

Подойдя так близко к факторам почвообразования внутри ландшафтов, которыми может управлять человек, автор снова оставляет их в стороне, не считая возможным по техническим соображениям выделять фации на картах и находя практическое значение фаций в основном лишь в изменении микроклимата.

Наконец, автор подчеркивает большое значение исторического фактора в формировании современного ландшафта, указывая, что «необходимо знать, какие элементы ландшафта

являются при современных условиях реликтовыми, угасающими, и какие—прогрессивными, энергично развивающимися далее, захватывая новые пространства за счет других элементов, в меньшей степени отвечающих существующим условиям» (стр. 82).

Рассмотренный метод комплексного физико-географического районирования территории в отношении выделения таксономических единиц построен в основном по климатическому признаку, а в отношении анализа факторов, определяющих современное развитие выделенных ландшафтов и их элементов, дает полную картину жизни как ландшафтов в целом, так и внутренних взаимосвязей составляющих их элементов.

Мельчайшая единица таксономической системы И. С. Щукина — «микроклиматический район» в равнинной местности или «высотный климатический пояс» в горной местности — представляет собой ландшафты со сложным комплексом природных элементов и действующих факторов. Расшифровка этого комплекса дается в объяснительной части с надлежащей полнотой, но без выделения на карте контуров выраженного воздействия ведущих факторов на отдельные элементы ландшафта, — к числу последних относится в частности почва как средство сельскохозяйственного производства, развитием которого человек должен постоянно управлять. Такой степени детализации предлагаемый метод не достигает, хотя вначале автор и ставил своей задачей дать предпосылки не только к «рациональному использованию всех естественных производительных сил страны», но и к управлению динамическими процессами в природе. С этой стороны автор не довел районирование до его логического конца: им не рассмотрен каждый «винтик» сложного механизма, а лишь обрисованы основные агрегаты его, освещены как бы лишь крупные рычаги, пользуясь которыми, чаще приходится приспосабливаться к природным факторам, чем ими управлять.

Подводя итог всего изложенного, можно прийти к следующим выводам.

Наиболее совершенным по идее с точки зрения диалектического материализма является метод физико-географического районирования, который рассматривает выделяемые ландшафты как результат непрерывно действующих внутренних и внешних факторов, включая и деятельность человека, в их взаимосвязи и взаимозависимости,—факторов, определяющих развитие отдельных элементов ландшафта и формирование его в целом.

Наиболее низко в этом отношении стоит гидромодульное районирование, предлагаемое как нечто независимое, оторванное от всей сложной жизни ландшафта и слагающих его

элементов и претендующее на постоянство выделяемых районов в непрерывно изменяющихся природных и ирригационно-хозяйственных условиях.

Климатическое, гидрогеологическое, почвенно-мелиоративное и ботаническое районирования в последние годы по своему содержанию приближаются к физико-географическому.

VI. МЕЛИОРАТИВНОЕ И АГРОПОЧВЕННОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

В самое последнее время определились еще два вида районирования, методы которых изложены В. М. Легостаевым и Б. С. Коньковым («Мелиоративное районирование», 1950 г.) и С. Н. Рыжовым и С. П. Сучковым («Агропочвенное районирование орошаемых земель», 1951 г.). Оба вида районирования по методу построения стоят ближе всего к описанному гидромодульному районированию и далеки от комплексного физико-географического районирования.

«Мелиоративное» районирование вкратце может быть охарактеризовано следующим образом.

1. Таксономическая система неясна и не сформулирована авторами, хотя из общего описания она может быть выявлена и представляется в следующем виде: климатическая зона (стр. 10), гидрогеологическая зона (стр. 46), подзона в поймах рек (стр. 48), подзона по местному оттоку грунтовых вод (стр. 81), район по механическому составу почв (стр. 87), подрайон по глубине грунтовых вод и группа по степени засоления почв (стр. 87). Явная недоработанность таксономической системы видна хотя бы из бедности названий членов системы и отсутствия выдержанной взаимосвязи и взаимозависимости между ними.

2. По климатическим условиям в хлопковом поясе Средней Азии выделено всего три климатических зоны, каждая из которых не представляет собой ни природы в целом, как этого требовало бы учение В. В. Докучаева, ни физико-географического ландшафта в понимании Л. С. Берга и других наших географов, а является агломератом частей совершенно различных физико-географических ландшафтов. Так, в северную зону собраны: сухие степи предгорных равнин Оша с разнотравной растительностью и темными сероземами, полупустыни в районе Чимкента с эфемерово-и бедной летней растительностью и типичными сероземами, эфемеровые пустыни в районе городов Туркестан и Арысь с эфемерово-и растительностью и светлыми сероземами и, наконец, пустыни в районе Нукуса с одиночными ксерофитами и пустынными почвами.

Авторы, характеризуя такой агломерат, пишут: «Эта зона характеризуется средним (в среднем по всем точкам наблюдений) количеством осадков, наименьшими средними температурами года, вегетационного и невегетационного периодов и меньшей длиной безморозного периода, чем в центральной и южной зонах» (стр. 10). Здесь же они указывают, что «количество осадков по зоне» составляет «от 79 до 483 мм в год».

То же нужно сказать и о других зонах, ибо в них также собраны части совершенно различных физико-географических ландшафтов.

3. По гидрогеологическим условиям авторы выделяют в Средней Азии три гидрогеологических зоны — примерно те, какие нами были выделены в 1934 и предложены в 1939 г. «группе мелиораторов», с той же неполной характеристикой их, какая нами давалась в то время. В частности, совершенно отсутствуют указания на приуроченность характера засоления грунтовых вод и почв к гидрогеологическим зонам и на необходимость выделения еще одной зоны по этому признаку; отсутствует какое-либо расчленение гидрогеологических зон по местным литолого-геоморфологическим факторам, хотя в тексте имеются высказывания по этому вопросу, заимствованные из архивных материалов Сазводпроиза.

4. Совершенно отсутствует освещение ирригационно-хозяйственных факторов и отражение их на современных почвенных процессах. Поэтому непонятно, как могут авторы рекомендовать определение системы мелиоративных мероприятий и прогноз развития почв без анализа существующей практики орошаемого земледелия и без применения каких-либо расчетов, основанных на таком анализе. О методе разрешения этих коренных вопросов авторы умалчивают.

В «агропочвенном» районировании авторы использовали накопленный в СоюзНИХИ материал по дифференциации систем удобрений и обработок на разных типах почв и на разных фонах по окультуренности их. Этот материал в большей своей части опубликован в трудах СоюзНИХИ и, в частности, в популярных брошюрах. Но авторы нашли более доходчивый способ внедрения достижений науки в производство, заключающийся в нанесении на почвенную карту данного района указаний об агротехнических мероприятиях, дифференцированных в зависимости от почвенных показателей.

Для этой цели авторы используют имеющиеся крупномасштабные почвенные карты разной давности, преимущественно 1935 г., внося в них, по указанию местных работников (не почвоведов) коррективы в соответствии с наиболее существенными изменениями, происшедшими в почвенном покрове за последние годы. На таком обновленном фоне они

строят для отдельных административных районов схему дифференцированных систем обработок и удобрений, а также излагают общие соображения по дифференциации севооборотов, режима орошения и мелиораций.

Авторы, впрочем, придают своему методу большее значение, чем он заслуживает, называя его «агропочвенным районированием» в противоположность «общему физико-географическому районированию», которое, по определению самих авторов, проводится «в целях более рационального использования территории дифференциации приемов возделывания сельскохозяйственных культур» (стр. 158). Ведь эту же задачу — «дифференциации приемов возделывания хлопчатника и других культур» — ставят перед собой и авторы. В чем же преимущество их метода районирования перед физико-географическим, если они предлагают его вместо последнего?

Из дальнейшего изложения видно, что это преимущество они видят в масштабе районирования, отмечая, «что для получения более высоких урожаев хлопчатника должна быть и более детальная дифференциация всех приемов его возделывания и более крупный масштаб естественно-исторического районирования» (стр. 158). О принципах физико-географического районирования авторы умалчивают, считая их, очевидно, неприемлемыми для крупномасштабного районирования. Об этом авторы прямо не говорят, и приходится догадываться об этом по содержанию приведенных цитат.

Принятая для агропочвенного районирования таксономическая система прежде всего отличается отсутствием внутренней взаимосвязи и взаимозависимости вопреки основным закономерностям природы. Так, агропочвенный район, характеризующий условия грунтового увлажнения почв, оторван от первых двух единиц системы благодаря отсутствию связывающего звена, которое обуславливало бы генезис и формирование грунтовых вод; агропочвенный подрайон вообще не может иметь прямой и подчиненной связи с районом и зависимости от него.

Агропочвенный подрайон характеризует хозяйственную деятельность человека, выражающуюся, как указывают авторы, в создании «культурного состояния почв». Подрайон занимает четвертое место в таксономической системе. Столь низкая оценка роли, какую играет деятельность человека в физико-географических процессах и, в частности, в процессах почвообразования, является также очевидной ошибкой авторов. Развитие человеческого общества, хотя и находится во взаимосвязи с природой, протекает по своим законам, своим самостоятельным путем¹. И на разных этапах своего развития

¹ См. И. Сталин, Вопросы ленинизма, изд. 11, 1947, стр. 548.

человеческое общество по-разному влияет на природу, вплоть до коренной переделки ее,—свидетельством чего служат в нашей стране великие сталинские стройки коммунизма.

Задачу устойчивого повышения урожайности хлопчатника авторы предлагают решать без овладения и управления стихийными почвенными процессами, а путем лишь осуществления дифференцированной системы агротехнических мероприятий и мелиораций. При этом самую дифференциацию агротехнических мероприятий они строят, исходя из статического состояния почвенного покрова и учитывая не интенсивность протекающих почвенных процессов, а степень выраженности отдельных почвенных признаков. Поэтому, допуская, в частности, процесс засоления почв, они рекомендуют: «На засоленных почвах с значительно угнетенным и изреженным хлопчатником перед внесением минеральных удобрений производить их промывку» (стр. 164). Следовательно, мелиорации, в данном случае промывки, направлены не на подавление или ликвидацию процесса засоления, а лишь на ликвидацию его последствий. Нет попытки и увязать системы мелиоративных и агротехнических мероприятий в единый комплекс.

Таким образом, рассмотренное агропочвенное районирование как метод районирования имеет следующие недостатки:

а) дифференциация агротехнических приемов и мелиораций строится раздельно, а не во взаимноувязанном комплексе мероприятий;

б) дифференциация названных мероприятий проводится на основе статического состояния почвенного покрова, зарегистрированного на момент почвенной съемки или корректировки, без изучения направленности почвенных процессов в существующих ирригационно-хозяйственных условиях;

в) отсутствуют попытки овладения почвенными процессами и управления ими.

В настоящем критическом обзоре литературы мы не касаемся зарубежных работ по вопросам ландшафтоведения, достаточно полно охарактеризованных нашими географами (Н. А. Солнцев, Н. И. Куров, А. М. Смирнов и др.). Последними вскрыты реакционная сущность неокантианских представлений о непознаваемости географических ландшафтов, упрощенчество в казуальном направлении, идеалистическое представление о гармоничности ландшафтов и пр. Вопросы детального физико-географического районирования с указанной выше целью в зарубежных странах еще по понятным причинам не затрагивались.

Требования бурно развивающегося в нашей стране планового социалистического сельского хозяйства вызвали к жизни новый вид районирования — районирование агроmeli-

оративное, которое по своей идее должно стать продолжением и развитием комплексного физико-географического районирования в части детализации природной и ирригационно-хозяйственной обстановки внутри ландшафтов, а по содержанию — объединяющим и синтезирующим рассмотренные частные районирования. Изложение метода агро-мелиоративного районирования является задачей настоящей работы.

Часть вторая

МЕТОД АГРОМЕЛИОРАТИВНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ЗОН ОРОШЕНИЯ

I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К МЕТОДУ АГРОМЕЛИОРАТИВНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ И СОСТАВ НЕОБХОДИМЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Агромелиоративное районирование, как уже говорилось, вызвано к жизни постановлением Совета Народных Комиссаров и Центрального Комитета ВКП(б) от 29 сентября 1952 г. выдвинувшим перед сельским хозяйством страны очередную задачу по повышению урожайности возделываемых культур.

Для решения этой задачи необходимо глубокое изучение почвы как среды для развития растений, как основного средства производства в сельском хозяйстве. Чтобы управлять плодородием почвы, необходимо изучить весь сложный комплекс факторов, обуславливающих не только динамику почвенных процессов, но и, в своем совокупном действии, развитие ландшафта в целом.

Целью агромелиоративного районирования орошаемой территории является, таким образом, разрешение весьма сложной общей задачи: управления почвенными процессами в смысле устранения отрицательно влияющих на плодородие почв факторов. Таким образом, создается основа для построения дифференцированной агротехники, ведущей к устойчивому повышению урожайности. Открывая пути для решения этой задачи, агромелиоративное районирование должно служить и основой для построения комплексного плана наиболее полного и рационального использования земельного фонда и эксплуатации оросительных систем.

Разобраться в сложной обстановке сельскохозяйственного производства можно, только стоя на позициях диалектического материализма, который, по словам В. Р. Вильямса, «изучает и исследует не только само явление, а и динамику процессов его развития, изучает переход накаплиющихся, часто ничтожных количественных изменений в качественные различия... В этом изучении процесса развития явления диалектический метод не ограничивается только изучением эволюции самого

явления, но изучается также и процесс эволюции условий среды, в которой развивается явление. Эти два порядка изменений находятся в тесной причинной взаимозависимости. Пользуясь могучей помощью приема сравнительного изучения, путь диалектического исследования выявляет весь комплекс динамики развития существенных свойств природного процесса, им изучаемого. Поэтому материалистическая диалектика может представить точный количественный отчет о состоянии процесса, о взаимозависимости с состоянием развития условий среды в каждый промежуток времени. Другими словами, только этот метод обладает возможностью научного предвидения и предсказания» (9, стр. 28—29).

В. В. Докучаев один из первых указал пути приложения эволюционного принципа Ляйэля и Дарвина к разработке научных основ сельскохозяйственного производства. В дальнейшем эти начала были развиты И. В. Мичуриным в области биологии и В. Р. Вильямсом в области общего земледелия, в его трудах по построению теории земледелия и, в частности, научных основ травопольной системы.

В. В. Докучаев следующим образом рисует взаимодействие факторов в природе: «Все вышеупомянутые факторы, лежащие в основе сельского хозяйства, до такой степени тесно связаны между собой, так сказать, переплетаются друг с другом, до такой степени трудно расчленимы в их влиянии на жизнь человека, что как при изучении этих факторов, так и, особенно, при овладении ими (если желают, конечно), безусловно необходимо иметь в виду по возможности всю единую, цельную и нераздельную природу, а не отрывочные ее части; необходимо одинаково чтить и штудировать все главнейшие элементы ее, иначе мы никогда не сумеем управлять ими,—никогда не будем в состоянии учесть, что принадлежит одному и что другому фактору».

Исходя из изложенных положений, агромелиоративное районирование должно содержать в себе не только районирование территории по характеру протекающих почвенных процессов и потребных мелиоративных мероприятий, но и районирование самого комплекса мелиоративных мероприятий с обязательным прогнозом ожидаемых изменений в направлении почвообразовательных процессов и процессов среды.

Рекомендуемый комплекс мелиоративных мероприятий должен для достижения поставленной цели решать не только узкомелиоративные вопросы, но и предлагать принципы районирования севооборотов, размещения органических удобрений, распределения оросительной воды и др. Гидромодульное районирование является неотделимой частью агромелиоративного и проводится вместе с районированием всего комплекса мели-

оративных мероприятий. Режим орошения сельскохозяйственных культур в этом комплексе занимает видное место, имея часто решающее значение для водного баланса орошаемой территории.

В свете изложенных задач агрометеорологическое районирование приобретает весьма широкий смысл, и для разработки его оказывается необходимым обширный и разносторонний исследовательский материал, освещающий все вышеуказанные вопросы и особенно вопрос о существующей системе орошаемого земледелия и влияния ее на развитие почв.

Из широкого круга элементов, характеризующих природные и ирригационно-хозяйственные условия территории орошения, для целей агрометеорологического районирования подлежат освещению: климат, геоморфология, геология, гидрогеология, растительность и почвы, ирригационно-хозяйственная деятельность человека и биологические особенности возделываемых культур. Конкретно по указанным элементам мы считаем необходимым иметь, как минимум, нижеперечисленные материалы.

1. По климату необходимо располагать среднемесячными и годовыми данными по основным элементам климата в общепринятом составе и средним пятидневным температурам воздуха и верхнего слоя почвы за март и апрель; кроме того, необходимы фенологические наблюдения по намеченным к возделыванию культурам.

2. По геологии и гидрогеологии, помимо вопросов, освещаемых при обычных геологических и гидрогеологических съемках, желательно особенно подробно освещать следующие моменты:

а) направленность гидрогеологических процессов в существующих ирригационно-хозяйственных условиях и прогноз изменений этих процессов под влиянием проектируемого развития орошения, в количественных показателях;

б) в заболоченных районах или районах, подверженных этому явлению — дренажные свойства грунтов с формой депрессионных кривых и дебитом дренажных вод и их минерализацией;

в) литолого-геоморфологическое районирование;

г) гидрогеолого-мелиоративное районирование.

3. По существующим ирригационно-хозяйственным условиям желательно освещать:

а) характер использования земель и отражение его на ходе почвенных процессов;

б) характер существующей оросительной и водоотводящей сети (удельная длина и состояние);

в) планы водопользования по колхозам, их анализ и выполнение;

г) существующий КПД (коэффициент полезного действия) и его анализ;

д) применяемую технику полива и поливные нормы;

е) наблюдаемые размеры подъема грунтовых вод под влиянием орошения в разрезе гидрогеолого-мелиоративных категорий;

ж) применяемые мелиоративные мероприятия и их эффективность;

з) существующий КЗИ (коэффициент земельного использования), его анализ и значение в мелиоративном состоянии земель;

и) севообороты, агротехника и получаемая урожайность культур;

к) динамика мелиоративного состояния земель и урожайности в зависимости от применяемого агротехнического и мелиоративного комплексов.

4. По почвам, в дополнение к общепринятой характеристике выделяемых почвенных разностей со стороны природных факторов почвообразования, настоятельно необходимо характеризовать их возможно полно и со стороны ирригационно-хозяйственных факторов. Так, характеризуя почвы в увязке с глубиной залегания грунтовых вод, очень важно указывать на наличие или отсутствие дренажа, его размеры и состояние, а также КЗИ и пр. Далее, помимо общепринятого состава исследований при почвенных съемках, весьма желательна организация специальных стационарных исследований по изучению:

а) водно-физических свойств почвы по доминирующим почвенным и основным агротехническим фонам;

б) кривых суммарных потерь воды в корнеобитаемом слое почвы за межполивные периоды на высокоурожайных полях под хлопчатником и травами, с регистрацией поливных норм; на почвах же, подверженных засолению, — еще и солевого режима почв и грунтовых вод.

II. АГРОМЕЛИОРАТИВНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ. КАК ДЕТАЛЬНОЕ ВНУТРИЛАНДШАФТНОЕ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Физико-географическое районирование, как видно из критического обзора литературы, является районированием мелко-масштабным и останавливается на крупных территориальных единицах — ландшафтах. Так, мельчайшей единицей таксономической системы физико-географического районирования является по Л. С. Бергу ландшафт низшего порядка, по И. С. Щукину — микрорайон, причем по их же определению единицы эти должны занимать территории крупных оросительных

систем, как Голодностепская, или оазиса, как Бухарский, Хорезмский и др.

В описательной части Л. С. Берг предложил выделять внутри ландшафтов простейшие природные районы — «фации». И. С. Щукин (73), выделяя эти фации по морфологическим показателям, отказался от попытки наносить их на карту, указав, что «выделение на карте всех конкретных участков разнообразных фаций, если оно даже и было бы возможным по масштабным условиям, создало бы большую пестроту и сделало бы карту трудно читаемой. Здесь приходится, следовательно, прибегать к какой-то генерализации» (стр. 76). Н. А. Солнцев (62) также дает характеристику внутриландшафтных единиц, выделяемых им по морфологическому признаку: урочище, фация и звенья; но метода такого районирования он не дает.

В агромелиоративном районировании ландшафты низшего порядка являются предметом детального исследования и представляют крупнейшую единицу таксономической системы. Этой детализацией агромелиоративное районирование отличается от физико-географического в общепринятом понимании, развитом в трудах наших географов. Таким образом, агромелиоративное районирование является внутриландшафтным физико-географическим районированием.

Для того, чтобы вскрыть внутри ландшафтов взаимосвязь и взаимозависимость действующих сил и явлений, обуславливающих развитие ландшафта в целом и отдельных элементов его, в частности почв, мы поступаем в общем так, как рекомендует И. С. Щукин в комплексном физико-географическом районировании, а именно: исследуемая территория районировается вначале по доминирующему в ландшафте фактору, обладающему наибольшим радиусом действия, далее в выделенных частях ландшафта районирование ведется по новому доминирующему в этих частях фактору с наибольшим радиусом действия и т. д. В отдельных случаях приходится отступать от этого общего правила и сначала выделять районы по доминирующим факторам с меньшим радиусом действия. Таким образом, мельчайшая единица агромелиоративного районирования — почвенная разность будет представлена на фоне действующего комплекса факторов, обуславливающего ее развитие в данных конкретных ирригационно-хозяйственных условиях.

В соответствии с поставленной задачей агромелиоративное районирование, как комплексное, содержит в себе климатическое, гидрогеолого-мелиоративное и почвенно-мелиоративное районирования. По детализации же внутриландшафтного районирования оно доводится до полей колхозов, ибо только при такой детализации представляется возможным решать

поставленные перед агромелиоративным районированием задачи. Таксономическая система агромелиоративного районирования нами принята следующая: ландшафт, геоморфогенетический комплекс (урочище, по Н. А. Солпцеву), область, район, участок.

Под ландшафтом в агромелиоративном районировании понимается мельчайшая единица в таксономической системе физико-географического районирования, сочетание климатических элементов в которой обуславливает развитие особой почвенно-ботанической формации и дает основу для районирования состава и сортности вводимых в культуру растений в соответствии с государственным заданием.

При таком определении ландшафт может включать в себя орошаемые и неорошаемые массивы или даже оазисы и соседние пустыни, и, хотя в существующих ирригационно-хозяйственных условиях они по климату, почвам и растительности существенно различны, при полном освоении всей территории под орошаемое хозяйство эти отличия должны свестись на нет. Следовательно, ландшафты нами выделяются с учетом прогноза изменений элементов климата и почв в новых ирригационно-хозяйственных условиях, при этом ныне орошаемые земли выделяются от неорошаемых и являются очевидными показателями результата воздействия орошения на естественный климат ландшафта.

Выделение ландшафтов относится к общему физико-географическому районированию и проводится по материалам исследований климата, почв и растительности. Нами это выделение ландшафтов проводится следующим образом. Сначала по данным сети метеорологических станций, расположенных на мелиорируемой территории и по соседству с ней, выявляется общая закономерность в изменении местных климатических условий в зависимости от широтной и высотной зональности, а также от региональных особенностей отдельных частей территории. В случае районирования крупных территорий, как, например, Средняя Азия, описанный предварительный анализ климатических условий делается отдельно по фациям и провинциям.

Затем данные метеорологических станций группируются по идентичности показателей теплового режима воздуха и обеспеченности влагой и намечается приближенная схема климатического районирования без определения границ между намечаемыми ландшафтами. Для определения последних служат почвенные и ботанические карты, четко отражающие климатическую зональность. По контурам почвенных разностей проводятся предварительные границы, которые затем уточняются

по данным районирования сортов хлопчатника, фенологических наблюдений и по планам водопользования.

Внутри ландшафтов доминирующим фактором, обладающим наибольшим радиусом действия, является комплекс, образуемый геоморфологическим строением, возрастом слагающих пород и их генезисом. По этому признаку выделяются геоморфогенетические комплексы, как-то: долины рек, конуса выносов, адыры, выходы коренных пород, пески разных стадий образования и генетических типов и пр. Эти комплексы (урочища, по Н. А. Солицеву), расчленяя территорию ландшафта на существенно различные части по направленности физико-географического процесса и, в частности почвообразования, обуславливают и местные изменения климатических условий.

Следующим по значимости доминирующим фактором внутри ландшафтов является комплекс ныне действующих гидрогеологических факторов, обуславливающих различную направленность гидрогеологических, а следовательно, и почвенных процессов в одних и тех же ирригационно-хозяйственных условиях. При одном сочетании элементов этого комплекса (рельефа, возраста пород, литолого-геоморфологического их сложения, условий формирования грунтовых вод, их минерализации и стока и пр.) они не допускают развития процессов засоления и заболачивания почв в любых ирригационно-хозяйственных условиях, при другом их сочетании этот комплекс может обуславливать процесс заболачивания почв, но исключает возможность процесса засоления их, и при третьем — может вызывать оба названных процесса или допускать развитие их при ведении орошаемого хозяйства, нарушающего водный баланс территории. По этому признаку крупные части ландшафтов, выделенные по геоморфогенезу, разделяются на агромелиоративные области, которые по своему содержанию соответствуют гидрогеолого-мелиоративным категориям М. А. Шмидта в его гидрогеолого-мелиоративном районировании. В зоне орошения Средней Азии нами выделено четыре области, характеристика которых дана в табл. 1.

Агромелиоративные области, как и ландшафты, выделенные на карте, объединяют орошаемые и неорошаемые массивы, хотя направленность гидрогеологических и почвообразовательных процессов в них существенно различна при настоящих ирригационно-хозяйственных условиях. На карте они разделяются условными границами, но на одном общем фоне данной области. Этим путем весьма рельефно выделяется воздействие существующих ирригационно-хозяйственных факторов на гидрогеологические процессы и процессы почвообразования в данной агромелиоративной области. Анализ этого воздействия на конкретных примерах существующего опыта оро-

Характеристика агромелиоративных областей в зоне орошения

Название областей	Обозначения областей	Характеристика областей по условиям					
		геоморфологическим	литологическим	обеспеченности подземного стока	движения грунтового потока	глубины залегания и минерализации грунтовых вод	проявления процессов засоления и заболачивания почв
Предгорные равнины	а	предгорные равнины и верхние речные террасы	отложения галечников, перекрытых мелкоземом разной мощности	обеспеченный	свободное по всему профилю водоносной толщи галечников	устойчивое глубокое; пресные	сероземы; не подвержены засолению и заболачиванию в условиях орошения
Сазовые равнины	б	центральные части конусов выносов и нижние речные террасы в среднем течении рек	на конусах выносов отложения различного механического состава от галечников до глин; на речных террасах преобладают галечники	обеспеченный	подпертое в дренирующих отложениях и затрудненное в мелкоземистых наносах	устойчивое, близкое, местами с выклиниванием; пресные (карбонатные)	луговые и лугово-болотные почвы, заболачиваемые напорными грунтовыми водами, но не подверженные засолению легкорастворимыми солями (подвержены карбонатно-магниево-засолению)
Сазово-солончаковые равнины	б ₁	центральные части конусов выносов ближе к их периферии и нижние речные террасы в среднем и нижнем течении рек	на конусах выносов разнородные отложения с преобладанием мелкоземистых; на речных террасах преобладают песчаные	слабо обеспеченный	затрудненное, особенно в мелкоземистых наносах	устойчивое, близкое; слабо минерализованные (сульфатные)	луговые почвы, подверженные засолению и заболачиванию, преимущественно сульфатному
Солончаковые равнины	в	низкие равнины и нижние речные террасы в нижнем течении рек и их дельты	мощные отложения мелкозема на слабо дренирующей подстилке	необеспеченный	подпертое в глубоких дренирующих отложениях и крайне затрудненное в верхней мелкоземистой толще	неустойчивая глубина, зависящая от интенсивности питания поверхностными водами; минерализованные (хлоридно-сульфатные и сульфатно-хлоридные)	сероземы и луговые почвы; подвержены засолению и заболачиванию, преимущественно хлоридно-сульфатному

Ведущие мелиоративные мероприятия	Относительный размер водопотребления и ведущие культуры
на большей части площади не требуется специальных мелиораций; на участках с крутыми склонами необходимы противоэрозионные мероприятия; на участках с близким залеганием галечника, а также на легких по механическому составу почвах — мероприятия по восстановлению органических веществ почвы и ее структуры; на каменистых участках — уборка камней и местами кольматаж	область высокого водопотребления, особенно на маломощных почвах — возделывание всех культур, исключая рис, на каменистых разностях рационально виноградарство и садоводство
(коллектора по понижениям глубиной 2,5—3 м) осушение заболоченных участков мелкой (глубина 5—2 м), густой (междренья 200—400 м) дренажной сетью, оборудованной шлюзами для регулирования горизонта грунтовых вод и осуществления подпочвенного орошения	область низкого водопотребления и каптажа грунтовых вод; возделывание всех культур, садоводство в ограниченном пород-составе, рисоводство на локальных массивах
понижение горизонта грунтовых вод ниже критического их уровня с помощью горизонтального дренажа (коллектора по понижениям глубиной 3—3,5 м и местами дрены глубиной 2,5—3 м с междренными расстояниями 400—500 м)	область относительно низкого водопотребления; возделывание всех культур, рисоводство может иметь ограниченное распространение
агротехнические и эксплуатационные мероприятия по предупреждению и борьбе с засолением и заболачиванием почв, а местами — солонцеватостью; в районах, необеспеченных местным оттоком грунтовых вод — дренаж	область относительно среднего водопотребления; возделывание всех культур, рисоводство может иметь ограниченное распространение (на нижних речных террасах).

шения дает первые пути регулирования почвенных процессов, направляя их в желательную сторону.

Из приведенной таблицы видно, что агромелиоративные области четко различаются по направленности почвообразовательных процессов под действием факторов природных и налагающихся на них ирригационно-хозяйственных.

В области предгорных равнин развиваются почвы ксероморфного ряда, неподверженные засолению и заболачиванию при нормальных ирригационно-хозяйственных условиях. Встречающаяся здесь засоленность почв имеет реликтовый характер и легко ликвидируется под влиянием орошения, но нередко сопровождается проявлением солонцеватости. Последняя выражается уплотненностью подпахотного горизонта или весьма низкой водопроницаемостью почв с общими плохими физическими свойствами.

В области сазовых равнин получают развитие почвы гидроморфного ряда, подвергающиеся процессу заболачивания под воздействием гидрогеологических факторов, с усилением этого процесса под влиянием орошения. Эти почвы не подвержены засолению легкорастворимыми солями, но при очень близком залегании грунтовых вод (ближе 1 м) нередко наблюдается засоление труднорастворимыми солями — карбонатами кальция и магния с образованием омергеливающих горизонтов чаще в пределах первого метра и наличием в почвенном растворе карбоната магния. При общем низком (менее 0,3%) содержании солей в почве, наличие карбоната магния приводит к сильному угнетению культурных растений и нередко к их гибели.

В области сазово-солончаковых равнин гидроморфные почвы подвержены засолению легкорастворимыми солями с преобладанием сульфатов. Это сульфатное засоление почв при известных условиях сопровождается содовым засолением, наиболее губительным для растений. Грунтовые воды в этой области в сравнении с предыдущей имеют уже сильно замедленное движение благодаря более тяжелому механическому составу слагающих пород, и вертикальный водообмен начинает преобладать здесь над горизонтальным.

В области солончаковых равнин развиваются почвы как ксероморфного ряда, претерпевающие процесс рассоления, так и гидроморфного ряда, интенсивно засоляющиеся. Характер засоления почв этой области хлоридно-сульфатный, а в районах с особенно плохими условиями оттока грунтовых вод — сульфатно-хлоридный и хлоридный, сопровождаемый часто солонцовым процессом.

Орошение в последних трех областях вызывает подъем грунтовых вод и, как следствие этого, усиление заболачивания почв, а в последних двух областях — и вторичное их засоление.

Изложенным анализом воздействия природных и ирригационно-хозяйственных факторов на процессы почвообразования определяется, как логический вывод, характер мелиоративных мероприятий, необходимых для ликвидации вредных процессов и поддержания производительности почв на высоком уровне. В разрезе областей он намечен в общих чертах в соответствующей графе рассматриваемой таблицы; на детальном же разборе потребных мелиоративных мероприятий мы остановимся ниже.

Агромелиоративные области занимают еще крупные земельные массивы (особенно область солончаковых равнин), которые в отдельных частях существенно различны по литолого-геоморфологическому сложению, а следовательно, и по условиям местного оттока грунтовых вод. Эти местные особенности литолого-геоморфологического сложения обуславливают различное направление гидрогеологических процессов и позволяют расчленить области на районы. Пример наиболее часто выделяемых районов в разрезе областей и характеристика их приведены в табл. 2.

Уровень грунтовых вод может быть относительно постоянным лишь в области предгорных равнин, т. е. оставаться на такой глубине, при которой грунтовые воды не участвуют в процессах почвообразования; в остальных областях уровень грунтовых вод динамичен, особенно в области солончаковых равнин, где он обуславливается интенсивностью подпитывания грунтовых вод поверхностными, т. е. ирригационно-хозяйственными условиями данного момента. Поэтому столь динамичный фактор с малым радиусом действия учитывается нами в агро-мелиоративных участках, описываемых ниже, в строгой увязке с существующими ирригационно-хозяйственными условиями.

Степень минерализации грунтовых вод по тем же соображениям, что и глубина их, не выделяется в отдельную единицу таксономической системы, а учитывается в относительных величинах в областях и районах, количественно же — в участках.

Годовой режим уровня грунтовых вод в разных агро-мелиоративных областях имеет разный характер и учитывается внутри данных областей. Так, в области сазовых равнин на конусах выносов кривая режима уровня грунтовых вод достигает максимума осенью и зимой, а минимума — весной и летом, при небольшой амплитуде колебания, не превышающей 0,2—0,5 м. В областях сазово-солончаковых и солончаковых равнин кривая годового режима уровня грунтовых вод имеет климатический тип кривой с максимумом весной (февраль—март) и минимумом осенью (август—сентябрь), при амплитуде колебания на неорошаемых массивах от 0,5 до 1 м, а на орошаемых — до 1 м в области сазово-солончаковых равнин и до

Таблица 2

Характеристика агромелиоративных районов

№ район	Характеристика районов по литолого-геоморфологическому сложению	Почвы	Мелиоративная оценка почв и ведущие мелиоративные мероприятия
---------	---	-------	---

Область предгорных равнин

1	пролювиальные отложения грубого механического состава с сильно расчлененным рельефом	сероземы начальных стадий образования	почвы, непригодные к освоению в силу их низкой производительности и сложности рельефа
2	те же отложения, но со спокойным рельефом	сероземы сильно скелетные	возможно освоение под древонасаждения с выборкой камней, местами с подсыпкой мелкозема в посадочные лунки и местами—при осуществлении кольматажа
3	пролювиально-аллювиальные и делювиальные отложения с разной мощностью мелкоземистого покрова в условиях сильно расчлененного рельефа	сероземы эродированные	почвы, малопригодные к освоению в силу сложности рельефа; возможно освоение под древонасаждения при осуществлении противоэрозионных мероприятий, включая террасирование рельефа на крутых склонах
4	те же отложения, но в условиях относительно спокойного рельефа	сероземы мощные	на большей части территории почвы не требуют специальных мелиораций; на участках с крутыми уклонами необходимы противоэрозионные мероприятия

Область сазовых равнин

5	пролювиальные и аллювиальные отложения, обеспеченные местным оттоком грунтовых вод при глубине их в пределах 2—4 м	луговые темные и светлые почвы, не подверженные засолению	почвы специальных мелиораций не требуют
6	те же отложения, но не обеспеченные местным оттоком грунтовых вод при глубине их в пределах 0—1 м	лугово-болотные и болотные почвы, подверженные карбонатному засолению	почвы требуют понижения уровня грунтовых вод ниже 1,5 м с помощью горизонтального дренажа глубиной в 2—2,5 м, с междреньями в 300—400 м

№ района	Характеристика районов по литолого-геоморфологическому сложению	Почвы	Мелиоративная оценка почв и ведущие мелиоративные мероприятия
Область сазово-солончаковых равнин			
7	пролювиальные и аллювиальные отложения, слабо обеспеченные местным оттоком грунтовых вод при глубине их в пределах 3—5 м вне влияния орошения	луговые светлые, подверженные сульфатному засолению	необходимы агротехнические мероприятия по предупреждению засоления почв. Для полной ликвидации засоления требуется понижение уровня слабо минерализованных грунтовых вод ниже 2 м с помощью редких глубоких коллекторов по понижениям соседнего района
8	те же отложения, но не обеспеченные местным оттоком грунтовых вод (занимающие понижения) при глубине их в пределах 0,5—2 м	луговые и лугово-болотные почвы, подверженные сульфатному засолению	необходимы агротехнические мероприятия против засоления почв на фоне горизонтального дренажа, глубиной 3—3,5 м с междреньями 0,5—1 км

Область солончаковых равнин конусов выносов

9	периферические части конусов выносов, характеризующиеся наличием песчаных линз на глубине 1—3 м, обеспеченные поверхностным стоком и слабо обеспеченные местным оттоком грунтовых вод	сероземы, подверженные хлоридно-сульфатному засолению в слабых темпах	необходимы агротехнические мероприятия против засоления почв на фоне редких коллекторов по понижениям
10	то же, но без песчаных линз в профиле почв; не обеспеченные местным оттоком грунтовых вод	сероземы, подверженные хлоридно-сульфатному засолению	то же, но на фоне глубоких (более 5—6 м) коллекторов на расстоянии более 1—2 км
11	периферические части конусов выносов на плоских широких равнинах, не обеспеченные поверхностным и подземным стоками	сероземы, подверженные интенсивному хлоридно-сульфатному засолению	необходимы агротехнические мероприятия против засоления почв на фоне вертикального дренажа

№ района	Характеристика районов по литолого-геоморфологическому сложению	Почвы	Мелиоративная оценка почв и ведущие мелиоративные мероприятия
12	межконусные слабо покатые равнины, обеспеченные поверхностным и не обеспеченные подземным стоком	сероземы, подверженные сульфатно-хлоридному и хлоридному засолению, часто сопровождающемуся солонцовым процессом	необходимы агротехнические мероприятия против засоления и солонцеватости почв на фоне глубоких (более 5—6 м) коллекторов на расстоянии более 1—2 км
13	то же, но плоские равнины, не обеспеченные поверхностным и подземным стоками	те же почвы, но с более резким проявлением процессов засоления и солонцеватости	то же, но на фоне вертикального дренажа

Речные террасы

14	нижние террасы с дренирующей подстилкой на глубине менее 10 м, не обеспеченные поверхностным стоком и слабо обеспеченные местным оттоком грунтовых вод	луговые почвы, подверженные хлоридно-сульфатному засолению в слабых темпах	необходимы агротехнические мероприятия против засоления и заболачивания почв на фоне горизонтального дренажа глубиной 2—3,5 м, с механической откачкой воды в оросители
15	нижние террасы без дренирующих подстилок в 10-метровом профиле, не обеспеченные поверхностным и местным подземным стоками	те же почвы, но подверженные интенсивному хлоридно-сульфатному засолению	то же, но дренаж глубиной 3—4 м
16	верхние террасы в среднем и нижнем течении рек с дренирующей подстилкой на глубине более 10 м, не обеспеченные поверхностным и местным подземным стоками	сероземы, подверженные хлоридно-сульфатному засолению	то же, но дренаж вертикальный
17	депрессии в сухих дельтах, не обеспеченные поверхностным и местным подземным стоками	сероземы и луговые почвы, подверженные интенсивному засолению и заболачиванию	необходимы агротехнические мероприятия против засоления и заболачивания почв на фоне глубокого дренажа (горизонтального или вертикального) в глубоких депрессиях с механической откачкой воды

№ района	Характеристика районов по литолого-геоморфологическому сложению	Почвы	Мелиоративная оценка почв и ведущие мелиоративные мероприятия
Речные террасы			
18	водораздельные части сухих дельт, обеспеченные поверхностным и местным подземным стоками	сероземы, подверженные хлоридно-сульфатному засолению в ослабленных темпах	необходимы агротехнические мероприятия против засоления почв
19	водораздельные части приморских дельт, обеспеченные поверхностным и местным подземным стоками	сероземы и луговые почвы, подверженные засолению	необходимы агротехнические мероприятия против засоления почв при дренировании соседних депрессий
20	депрессии в приморских дельтах, не обеспеченные поверхностным и местным подземным стоками	луговые и лугово-болотные почвы, подверженные интенсивному засолению и заболачиванию	необходимы агротехнические мероприятия против засоления и заболачивания почв на фоне глубокого (горизонтального или вертикального) дренажа с механической откачкой воды
21	пролювиальные и аллювиальные плоские равнины, подстилаемые с глубины менее 5 м плотными соленосными, коренными породами, не обеспеченные поверхностным и местным подземным стоками	сероземы и луговые почвы, подверженные особенно интенсивному засолению, чаще сульфатно-хлоридному	почвы, наиболее трудно дренируемые. Рационально развитие специального рисового хозяйства на фоне горизонтального дренажа
22	те же отложения, но в условиях слабо покато-волистых равнин, обеспеченных поверхностным стоком	сероземы, подверженные засолению в первые годы освоения	необходимы агротехнические мероприятия против засоления почв в первые годы освоения; требуются коллекторы по днищам тальвегов
23	пролювиальные и аллювиальные плоские равнины, подстилаемые с глубины менее 5 м рыхлыми соленосными коренными породами и др.	сероземы, подверженные интенсивному засолению	необходимы агротехнические мероприятия против засоления почв на фоне вертикального дренажа

3 м в—области солончаковых равнин. В указанных областях, расположенных в долинах рек, годовой режим грунтовых вод подчинен режиму горизонтов воды в реке и имеет амплитуду колебания от 1 до 3 м.

Режим уровня грунтовых вод в многолетнем разрезе, отражающий цикличность многоводных и маловодных лет, наблюдается в областях, расположенных в непосредственной близости от источника формирования грунтовых вод — во всех областях сазовых и солончаковых равнин, расположенных в долинах рек. По мере удаления от источника формирования грунтовых вод и уменьшения непосредственной связи с ним, ослабевает влияние последнего на многолетний режим грунтовых вод. Так, в Ферганской котловине в области солончаковых равнин цикличность многоводных и маловодных лет достаточно четко отражается на режиме грунтовых вод в пойме р. Сырдарья и слабо ощущается на остальной территории области; на плато Голодной степи эта цикличность слабо уловима в практически значимых величинах, а в Бухарском оазисе она будет уловима еще меньше, если освободить этот оазис от принудительного забора воды по каналам в паводковый период, что может быть осуществлено после строительства Каттакурганского и Куямазарского водохранилищ.

Районирование по направленности почвенных процессов как конечное звено комплексного агромелиоративного районирования должно, во-первых, вскрыть по каждой почвенной разности динамику почвенных процессов и определяющие их факторы, как природного характера, так и хозяйственной деятельности человека, и, во-вторых, предвидеть пути дальнейшего развития почв в данных и проектируемых ирригационно-хозяйственных условиях.

Разрешение этой сложной задачи в значительной мере предопределено описанным выше климатическим, геоморфологическим и гидрогеологическим районированиями. Действительно, анализируя каждую почвенную разность в зависимости от положения ее в той или иной агромелиоративной области и районе с учетом существующих ирригационно-хозяйственных условий, нетрудно определить количественное и качественное значение основных мероприятий, осуществляемых хозяйствами, в динамике почвенных процессов. Чем глубже и детальнее сделан такой анализ явлений, тем конкретнее и точнее может быть определен комплекс мелиоративных мероприятий, направляющих ход почвенных процессов в желательную сторону. Такой анализ каждой почвенной разности с учетом ее физических и физико-химических свойств позволяет отнести ее к тому или иному агромелиоративному участку в пределах каждого райо-

на. Эта мельчайшая единица таксономической системы агро-мелиоративного районирования часто соответствует почвенной разности и занимает отдельные поля или части их на колхозной территории.

Агромелиоративные участки, следовательно, различаются между собой по следующим, узко местным, факторам почвообразования в существующих ирригационно-хозяйственных условиях: глубине залегания грунтовых вод и их минерализации; механическому составу и характеру свиты слоев, слагающих профиль почв до грунтовых вод; направленности почвообразовательных процессов; степени выраженности как этих процессов, так и процессов прошлого развития почв; физическим, водным и физико-химическим свойствам почв и др.

Учитывая, что гидрогеологические и почвенные исследования не всегда ведутся комплексно, а часто раздельно и в разное время, границы контуров почвенных разностей, а следовательно, и участков, не всегда увязываются с границами контуров гидрогеологических районов. Такая неувязка не должна иметь места, ибо почвенные процессы тесно связаны с гидрогеологическими. Поэтому выделение участков одновременно сопровождается увязкой границ почвенных разностей с границами гидрогеологических районов. Эта увязка производится нами следующим путем: при незначительных расхождениях принимаются границы почвенных разностей, так как почвенные исследования обычно ведутся в более крупном масштабе и почвообразовательные процессы более четко отражают все природные и ирригационно-хозяйственные факторы. При больших расхождениях в каждом отдельном случае путем анализа исходных данных, послуживших основанием для проведения границ, устанавливается, с какой стороны допущена ошибка.

Глубина грунтовых вод учитывается в агро-мелиоративных участках по следующей градации:

а)	грунтовые воды на глубине более 5—10 м;
б)	" " " " " 3—5 м;
в)	" " " " " 2—3 м;
г)	" " " " " 1—2 м;
д)	" " " " " 0—1 м;

Принятая градация глубины залегания грунтовых вод обосновывается следующими соображениями.

Первый участок по глубине залегания грунтовых вод демонстрирует условия, при которых грунтовые воды не принимают непосредственного участия в процессах почвообразования. На втором участке грунтовые воды начинают оказывать влияние на процессы почвообразования, обеспечивая развитие лет-

ней растительности с глубокой корневой системой. На третьем участке грунтовые воды оказывают уже четкое влияние на почвообразование, обуславливая развитие почв лугово-сероземного и лугового типов и вызывая засоление почв при повышенной их минерализации. В четвертом случае, когда грунтовые воды залегают на глубине 1—2 м, они обуславливают развитие луговых почв, а при повышенной минерализации — интенсивное засоление их. Наконец, в пятом случае, когда уровень грунтовых вод колеблется в пределах от поверхности до глубины 1 м, почвы под влиянием избыточного увлажнения претерпевают заболачивание и развиваются по пути лугово-болотных и болотных почв; в условиях же наличия минерализованных грунтовых вод названные почвы переходят в солончаковые и солончаки.

При указанной градации глубины залегания грунтовых вод существенно изменяется и величина полевой влагоемкости почв, повышаясь с приближением грунтовых вод к поверхности: если на первых двух участках влажность пылеватых суглинков, соответствующая полевой влагоемкости, определяется в 21—22% (от веса), то в следующих по порядку участках она выражается соответственно примерно в 23—24, 26—28 и 30—32%. При таком изменении влажности изменяется и объем свободных пор в почве, а следовательно, водно-воздушный режим ее. Так, на первых двух участках полевая влагоемкость, выраженная в % от порозности почвы, составляет 62—64%, а в следующих — соответственно 70—75% и 80—85%.

В агромелиоративном районировании хозяйственная деятельность человека не входит в таксономическую систему и выделена от комплекса природных факторов. Она рассматривается как мощный фактор почвообразования, самостоятельно развивающийся во взаимосвязи с развитием природных факторов. Роль хозяйственной деятельности человека в физикогеографических процессах изучается на фоне описанного природного районирования. С этой целью на карту природного районирования наносится существующая ирригационная сеть, границы орошаемых и неорошаемых земель и сельскохозяйственные угодья. Вместе с этим собранные данные по существующей агротехнике, орошению, мелиорациям и фактической урожайности позволяют вскрыть основные причины наблюдаемого в настоящее время направления почвообразовательных процессов.

Таким путем рельефно выделяется воздействие существующей ирригационно-хозяйственной деятельности человека на всю природу ландшафта и, в частности, на процессы почвообразования. Регистрация и анализ этого воздействия на конкретных примерах в разрезе агромелиоративных областей и

районов дают количественные показатели этого воздействия, необходимые для построения комплекса мелиоративных мероприятий.

Описанный путь внутриландшафтного физико-географического районирования позволяет выделить и определить роль ирригационно-хозяйственных факторов в наблюдаемой динамике почвенных процессов. Под ирригационно-хозяйственными факторами мы понимаем всю совокупность хозяйственной деятельности человека, сложившуюся в связи с ирригационными условиями каждого района и описанными природными условиями. Поэтому в круг ирригационно-хозяйственных факторов входят: характер источника орошения — режим расходов воды, качество последней и водообеспеченность орошаемой территории; социально-экономические условия района; состояние оросительной и водоотводящей сетей, техника орошения; коэффициент земельного использования (КЗИ); применяемые мелиоративные мероприятия, агротехника и урожайность. В связи с этим агро-мелиоративное районирование строится в разрезе отдельных оазисов и ирригационных систем в привязке к административным границам. При таком построении агро-мелиоративного районирования комплекс мелиоративных мероприятий разрабатывается с учетом исторически сложившихся ирригационно-хозяйственных условий в каждом оазисе и системе.

Построение агро-мелиоративного районирования производится нами в соответствии с приведенным ниже (см. ниже табл. 4) образцом ведомости.

Агро-мелиоративное районирование ведется отдельно по ландшафтам, геоморфологическим комплексам, областям и районам, поэтому характеристика их проводится через все графы и только характеристика агро-мелиоративных участков дается в разрезе отдельных граф.

В первых шести графах ведомости дается исчерпывающая характеристика агро-мелиоративных участков по данным почвенных исследований, отдельно для орошаемых и неорошаемых разностей. Они характеризуют существующее состояние почвенного покрова и направление почвообразовательных процессов под воздействием комплекса существующих ирригационно-хозяйственных и природных (выраженных в ландшафтах, областях и районах) факторов.

В седьмой графе дается первый прогноз глубины грунтовых вод под влиянием проектируемого развития орошения, состава культур и мероприятий по переустройству ирригационной сети или строительству новой. Этот прогноз определяется, как отмечено выше, на основе детального анализа существующих ирригационно-хозяйственных условий мелиорируемой территории или, в случае нового освоения, на анализе опыта орошения в

других районах, идентичных по геологическим и гидрогеологическим условиям. Анализ сопровождается расчетами водного баланса.

Результаты такого прогноза вместе с анализом факторов, обуславливающих существующую направленность почвенных процессов, позволяют определить состав специальных мелиоративных мероприятий по устранению отрицательных для плодородия почвы факторов. Эти специальные мелиоративные мероприятия, мыслимые на фоне общеобязательного комплекса агротехнических мероприятий, в четкой форме с указанием необходимых размеров и объемов вносятся в восьмую графу.

Пути определения необходимых мелиоративных мероприятий излагаются ниже в специальной главе. В отношении процессов засоления и заболачивания почв специальные мелиоративные мероприятия разрабатываются в соответствии с двумя этапами или периодами развития орошаемого хозяйства: переходным, когда коренные мелиорации начинают вводиться и еще не смогли проявить себя в полной мере, и перспективным, когда с помощью коренных мелиораций уже достигнута ликвидация засоления и заболачивания почв.

Затем в следующих графах ведомости дается прогноз развития почв в переходный и перспективный периоды под влиянием проектируемых мероприятий, включающих и режим орошения сельскохозяйственных культур. Поэтому в 12 и 15 графах указывается номер гидромодульного района, по которому должен рассчитываться режим водопотребления в колхозах.

Таким образом, агро-мелиоративное районирование, при осуществлении разработанного в нем дифференцированного комплекса специальных мелиоративных мероприятий (в дополнение к общеобязательным) указывает пути управления развитием почв, освобожденных от влияния факторов отрицательного порядка. При таком управлении почвенными процессами представляется возможным строить и осуществлять дифференцированную травопольную систему земледелия с системой орошения, обработок и удобрений, ведущих к устойчивому повышению плодородия почв и урожайности возделываемых культур.

Из изложенного видно, что агро-мелиоративное районирование для более или менее полной и детальной разработки требует слаженной работы разностороннего коллектива специалистов, а именно: климатолога, агрометеоролога, геоморфолога, гидрогеолога, почвовед, агро-мелиоратора, агролесомелиоратора, инженера-мелиоратора, гидротехника, агротехника и агробиолога.

III. ПРИМЕРЫ АГРОМЕЛИОРАТИВНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ЗОН ОРОШЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИК СРЕДНЕЙ АЗИИ И ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

По описанному методу нами произведено агромелиоративное районирование зон орошения республик Средней Азии и Южного Казахстана, нанесенное на карту, которая к настоящей работе не прилагается.

Для составления этой карты были использованы материалы проектных проработок Сазводпроиза (ныне «Средазгипроводхлопок») по отдельным ирригационным системам и бассейнам Средней Азии, а недостающий материал, в виде первоисточников по почвенным и гидрогеологическим исследованиям, взят из фондов СоюзНИХИ, Почвенного института АН УзССР и Среднеазиатского геологического управления.

Весь названный материал был собран к концу 1946 года, поэтому материалы, не оформленные к этому времени, не вошли в настоящую сводку; к таковым, в частности, относятся сводные почвенные карты Туркменской и Казахской ССР.

Весь собранный материал почвенных исследований разной давности и разных масштабов предварительно приводился к единой экспликации и перерабатывался применительно к масштабу составляемой карты. Пантографирование сведенных почвенных карт производилось на новейшую топографическую основу указанного масштаба, по ситуации которой также корректировались почвенные контуры. Второй корректировке почвенные контуры подвергались при взаимной увязке их с гидрогеологической картой, как описано в методе районирования.

На фоне полученной таким образом сводной почвенной карты зон орошения республик Средней Азии и Южного Казахстана произведено агромелиоративное районирование; при этом во избежание мелкой контурности почвенные контуры сняты, а показаны агромелиоративные участки.

Следует отметить, что на почвенных картах одним номером часто обозначаются почвенные разности, расположенные в разных агромелиоративных областях и районах, делается это потому только, что они в данный период идентичны по морфологическим признакам и направленности почвообразовательных процессов. В таких почвенных исследованиях, очевидно, не учитывается среда, в которой развивались и развиваются в настоящее время почвы; не учитывается различие геологических и гидрогеологических факторов, обусловивших разную историю развития почв и предопределяющих различное направление почвообразовательных процессов в одних и тех же ирригационно-хозяйственных условиях. Так, нередко сероземы области предгорных равнин и области солончаковых равнин,

идентичные по морфологическим показателям и глубине залегания грунтовых вод, относятся к одной почвенной разности. Ясно, что такие почвы по-разному поведут себя в условиях орошения: первые останутся незасоленными и не подверженными засолению и заболачиванию, а вторые могут подвергнуться этим процессам при несоблюдении известного комплекса мелиоративных мероприятий. Так же часто на почвенных картах встречаются под одним номером поливные луговые почвы «незасоленные и слабозасоленные», расположенные: одни—в области сазовых равнин, другие—в области солончаковых. Эти ошибки почвенных карт устраняются в карте агромелиоративного районирования путем отнесения подобных одноименных почвенных разностей в разные, соответствующие им области и районы. Так же поступают и с солончаками разных генетических типов, в почвенных картах нередко относимых к одной разности или одному комплексу.

Далее почвы «незасоленные» (сероземы и луговые), выделяемые на почвенных картах в областях сазово-солончаковых и солончаковых равнин, где почвы подвержены засолению, названы нами «промытыми», в отличие от действительно незасоленных и не подверженных засолению почв в областях предгорных и сазовых равнин. В этом же смысле «пресные» грунтовые воды в указанных первых двух областях названы нами «опресненными» для третьей и четвертой областей. Этим подчеркивается временный характер рассоления почв и опреснения верхних слоев грунтовых вод в областях лугово-солончаковых и солончаковых равнин.

В результате климатического районирования названной территории описанным методом, с учетом почвенных и ботанических карт, нами выделено 24 ландшафта, из которых 15 ландшафтов — в хлопковом поясе (для существующих сортов хлопчатника). Характеристика выделенных ландшафтов приведена в табл. 3.

Анализ приведенного климатического районирования и материалов по планам водопользования, а также материалов стационарных исследований Сазводпроиза и СоюзНИХИ по суммарному расходу воды на орошаемое поле показал, что для практических целей (дифференциации мелиоративных мероприятий и, в частности, режима орошения сельскохозяйственных культур) выделенные ландшафты могут быть объединены в следующем порядке:

- 1) сухие субтропики и южные пустыни (Кизыл-атрек, Красноводск, Ашхабад, Термез);
- 2) южные полупустыни (Сталинабад, Кара-кала);
- 3) центральные пустыни (Бухара, Коканд);
- 4) центральные эфемеровые пустыни (Мирзачуль, Андижан);

Таблица 3

Физико-географические ландшафты республик Средней Азии и южного Казахстана, выделяемые в агрометеорологическом районировании

Характеристика ландшафтов по:					
	климату	почвам	растительности	ведущим культурам на поливных землях	ландшафтные фации
I	2	3	4	5	6
A	сухие субтропики	пустынные почвы	полюнно-солянковая	маслично-цитрусовые, тонковолокнистые советские хлопчатники	Иранская
A ₁	приморские пустыни	" "	" "	" "	Туранская
B	южные эфемерные пустыни	светлые сероземы	эфемеро-полюнная	тонковолокнистые советские хлопчатники	"
B ₁	южные пустыни	пустынные почвы	полюнно-солянковая	" "	"
B	южные полупустыни	типичные сероземы	разнотравно-полюнная	" "	"
B ₁	переходная от А к В	" "	" "	" "	Иранская
Г	центральные пустыни	пустынные почвы	полюнно-солянковая	средне-позднеспелые хлопчатники	Туранская
Г ₁	центральные пустыни межгорных котловин	пустынные почвы	" "	" "	Туранская
Д	центральные эфемеро-вые пустыни	светлые сероземы	эфемеро-полюнная	средне-скороспелые хлопчатники	Туранская
Д ₁	центральные эфемеро-вые пустыни межгорных котловин	" "	" "	" "	"
Е	центральные полупустыни	типичные сероземы	разнотравно-полюнная	средне-скороспелые хлопчатники	Туранская
Ж	пустыни переходные к северным	пустынные почвы	полюнно-солянковая	средне-скороспелые хлопчатники	"

Обозначение ландшафтов	Характеристика ландшафтов по:					ландшафтные фации
	климату	почвам	растительности	ведущим культурам на поливных землях	5	
1	2	3	4	5	6	
Ж ₁	эфемеровые пустыни, переходные к северным	светлые сероземы	эфемерно-попынная	скоропелые хлопчатники	Туранская	
З	северные пустыни	пустынные почвы	" "	скоропелые хлопчатники	"	
И	полупустыни повышенных предгорных равнин	типичные сероземы	разнотравно-попынная	среднескоропелые и скоропелые хлопчатники	"	
К	южно-эфемеровые пустыни предгорий и горных долин	типичные и светлые сероземы	попынно-разнотравная	зерново-табачная	"	
Л	полупустыни и сухие степи предгорий и горных долин	темные и выщелоченные сероземы	разнотравно-злаковая	" "	"	
М	северные полупустыни	типичные сероземы	" "	свекловично-зерновая	Центрально-Казахстанская	
Н	северные пустыни	пустынные почвы	попынно-солянковая	рисово-зерновая	Туранская и Центрально-Казахстанская	
О	северные сухие степи	темные сероземы	разнотравно-злаковая	свекловично-зерновая	Центрально-Казахстанская	
П	северные пустыни межгорных котловин и горных долин	горные светлые сероземы	попынно-разнотравная	картофельно-зерновая	"	
Р	северные сухие степи горных долин	темные и выщелоченные сероземы	разнотравно-злаковая	картофельно-зерновая	Центрально-Казахстанская	
С	северные полупустыни и пустыни горных долин	темные, светлые и типичные сероземы	" "	зерновая	Туранская	
Т	высокогорные лесостепи, степи и пустыни	дерново-буроземные и горные сероземы	лесостепная	не земледельческая	по всем фациям	

- 5) центральные полупустыни (Ташкент, Самарканд);
- 6) пустыни, переходные к северным (Хива, Туркестан);
- 7) северные пустыни хлопкового пояса (Чимбай, Кунград, Кзыл-орда);
- 8) полупустыни предгорных равнин (Ош, Кампыр-рават);
- 9) южные полупустыни долин средних гор (Тамга-варух);
- 10) полупустыни и сухие степи центральных средних гор и северных предгорий (Пскем, Фрунзе, Алма-ата);
- 11) северные пустыни нехлопкового пояса (Казалинск);
- 12) северные пустыни горных долин (Рыбачье);
- 13) северные сухие степи горных долин (Каракол);
- 14) северные полупустыни и пустыни горных долин (Нарын);
- 15) высокогорные лесостепи, степи и пустыни (Памирский пост).

Следует отметить, что деление ландшафтов на хлопковые и нехлопковые условно и соответствует современному районированию сельскохозяйственных культур и сортов хлопчатника. В ландшафте 8—полупустыни предгорных равнин—нами собраны отдельные участки повышенных предгорных равнин, расположенных в разных частях Туранской и Иранской фаций, не освещенных климатическими данными, но характеризующихся почвами ряда типичных сероземов. Поэтому названный ландшафт надо рассматривать как сборный, требующий уточнения при детальном районировании. Таким образом, всего для практических целей выделено 8 географических ландшафтных единиц в хлопковом поясе и 7 — в нехлопковом.

Нами приводится ведомость агромелиоративного районирования, в которой рассмотрены существующие и проектные условия процессов почвообразования (табл. 4).

Согласно проработке агромелиоративного районирования территории республик Средней Азии и Южного Казахстана, земельный фонд ее представляется в следующем виде.

Из огромной территории в полтора миллиона кв. километров (примерно половина которой пригодна к освоению) в настоящее время освоена под орошение лишь небольшая ее часть. Освоенный земельный фонд на половине площади представлен почвами, подверженными в той или иной степени засолению. Не освоенный же пригодный к освоению земельный фонд лишь на 15% представлен почвами, не подверженными засолению и заболачиванию, и на 85% — почвами, подверженными этим процессам.

Ведомость

агрометеорологического районирования зоны орошения республик Средней Азии и Южного Казахстана

Номер агрометеорологического под-района	Почвы	Глубина залегания грунтовых вод	Мелиорации, потребности при освоении под орошаемое хозяйство	Номер мелиоративного района	Характеристика почв и глубина залегания грунтовых вод в проектируемых ирригационно-хозяйственных условиях	Номер доминирующего гидрометеорологического района	Процент от площади зоны орошения
1	2	3	4	5	6	7	8
А) Область предгорных равнин и верхних речных террас, обеспеченного поверхностного и внутреннего стоков, характеризующаяся постоянно глубоким залеганием грунтовых вод и почвами, не подверженными засолению и заболачиванию							
1	дерново-буроземные, выщелоченные и темные сероземы, эродированные, местами солончаковатые, глинистые и суглинистые, местами хрящеватосуглинистые, с выходами и осыпями коренных пород	глубокое	возможно выборочное освоение локальных участков, на которых потребуются противоэрозионные мероприятия	II	поливные дерново-буроземные, выщелоченные и темные сероземы; грунтовые воды залегают глубоко	0—III	5
2	выщелоченные и темные сероземы, эродированные, песчаные на скелетно-песчаном пролювии, или скелетно-мелкоземистые	*	при освоении потребуются противоэрозионные мероприятия	II	поливные, выщелоченные и темные сероземы; грунтовые воды залегают глубоко	II	—

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8
3	выщелоченные и темные сероземы, глубокоскелетные, на сильно расчлененном рельефе с выходами коренных пород; местами бугристые пески	глубокое	почвы, не осваиваемые в силу сложности рельефа и низкого плодородия почв	IX	—	0	3
4	поливные выщелоченные и темные сероземы, суглинистые и глинистые, подстилаемые лёссами или аллювиальными и пролювиальными отложениями	"	специальных мелиораций не требуется	I	поливные выщелоченные и темные сероземы; грунтовые воды залегают глубоко	III	—
4а	те же почвы, но легкого механического состава	"	"	I	"	II	—
5	темные и типичные сероземы, эродированные, глинистые и суглинистые, местами щебневато-суглинистые	"	при освоении потребуются противозерозонные мероприятия	II	"	III	I
6	типичные сероземы, нередко солончаковатые, глинистые и суглинистые, местами щебневато-суглинистые	"	при освоении специальных мелиораций не требуется	I	"	III	—
7	типичные сероземы, песчаные и супесчаные, мощные или щебневато-глинистые и суглинистые, подстилаемые песчано-галечниковыми отложениями с глубины 0,3—0,7 м; редкие местные очаги развевания песков	"	при освоении на большей части площади специальных мелиораций не требуется, лишь местами на очагах развевания песков необходимы пескоукрепительные мероприятия	I	поливные выщелоченные и темные сероземы; грунтовые воды залегают глубоко	II	I

Номер агрометеорологического района	Почвы	Глубина залегания грунтовых вод	Мелиорации, потребности при освоении под орошаемое хозяйство	Номер мелиоративного района	Характеристика почв и глубина залегания грунтовых вод в проектируемых ирригационно-хозяйственных условиях	Номер доминирующего гидрометеорологического района	Процент от площади орошаемой
1	2	3	4	5	6	7	8
8	типичные сероземы, мелкоземистогалечниковые и каменнisto-щебенчатые, подстилаемые грубоскелетными отложениями	глубокое	при освоении потребуются, выборка камней и местами кольматаж; садовый район	III	поливные выщелоченные и темные сероземы; грунтовые воды залегают глубоко	II	I
9	выходы коренных пород и каменистые осыпи с пятнами мелкоземистых типичных сероземов	"	почвы, не осваиваемые в силу расчлененности рельефа	IX	—	0	2
10	поливные типичные сероземы, местами эродированные, глинистые, суглинистые и щебневато-суглинистые	"	на большей части площади специальных мелиораций не потребуются, на участках же с крутыми уклонами противозерозонные мероприятия необходимы	I	поливные типичные сероземы; грунтовые воды залегают глубоко	III	I
10а	те же почвы, но супесчаные и легко суглинистые	"	"	I	"	II	—
11	светлые сероземы, не засоленные и солончаковатые, суглинистые и глинистые, подстилаемые аллювиальными и пролювиальными отложениями	"	при освоении специальных мелиораций не потребуются	I	поливные светлые сероземы; грунтовые воды залегают глубоко	III	I

1	2	3	4	5	6	7	8
12	те же почвы, но в условиях силь- но расчлененного рельефа		при освоении потребуют- ся противоэрозийные мероприятия	II	"	III	I
13	светлые сероземы, местами засо- ленные, хрящевато- и гравелисто- суглинистые, супесчаные и пес- чаные	"	при освоении специаль- ных мелиораций не по- требуется, лишь на за- соленных разностях не- обходима промывка нормой 2—3 тыс. м ³ /га	I	"	II	—
14	светлые и примитивные сероземы, гравелисто-и галечниково-супесча- ные на скелетных отложениях	"	при освоении потребует- ся выборка камней и местами колыматаж	III	"	I	—
16	примитивные сероземы, скелетные на коренных породах с выходами последних на поверхность	"	неосваиваемые эродиро- ванные низкие горы и останцевые возвышен- ности	IX	—	0	3
17	пески различных стадий образова- ния с пятнами сероземов и такыров; горы и озера	"	территории, неосваивае- мые в силу сложности рельефа и наличия подвижных песков	IX	—	0	13
18	поливные светлые сероземы, гли- нистые и суглинистые, подстилае- мые аллювиальными и пролювиаль- ными отложениями	глу- бо- кое	специальных мелиора- ций не требуется	I	поливные светлые серо- земы; грунтовые воды залегают глубоко	III	—
19	те же почвы, но легко суглинистые, супесчаные и песчаные	"	"	I	"	II	—
Итого							82

Номер артезиано- поддона	Почвы	Глубина залегания грунтовых вод	Мелиорации, потребные при освоении под орошае- мое хозяйство	Номер мелиора- тивного района	Характеристика почв и глубина залегания грунтовых вод в проек- тируемых ирригацион- но-хозяйственных условиях	Номер доминиру- ющего гидромо- льного района	Процент от про- цента зоны оро- шения
1	2	3	4	5	6	7	8
Б. Область сазовых равнин, обеспеченного поверхностного и необеспеченного внутреннего стока в силу переполнения дренирующей толщи движущимся потоком грунтовых вод, харак- теризующаяся постоянно близким залеганием пресных грунтовых вод и почвами заболочиваемыми, но не подверженными засолению легко растворимыми солями							
20	луговые, лугово-болотные и болот- ные разного механического состава, подстилаемые аллювиальными и пролювиальными отложениями	0—2 м	при освоении потребу- ется устройство мелкой (1,5—2 м), густой (200—300 м) дренажной сети	IV	поливные луговые и лу- гово-болотные; грунто- вые воды залегают на глубине 0,6—1,2 м	VIII, IX	—
20а	сероземно-луговые и луговые разного механического состава	2—4 м	то же, но при междре- вьях 200—400 м	IV	поливные луговые; грун- товые воды залегают на глубине 1—2 м	VI VII	—
21	песчано-галечниковые отложения в руслах рек и временных потоков	—	земли, не осваиваемые в силу периодического затопления и низкого плодородия почв	IX	—	0	—
22	поливные луговые и сероземно-лу- говые, суглинистые и глинистые	1—4 м	специальных мелиора- ций не требуется	I	поливные луговые; грун- товые воды залегают на глубине 2—4 м	V	—
23	поливные луговые и сероземно-лу- говые, легко суглинистые и супес- чаные	2—4 м	специальных мелиора- ций не требуется	I	—	IV	—

1	2	3	4	5	6	7	8
24	поливные луговые и лугово-болотные различного механического состава	0,5—2 м	необходимо поддержание в рабочем состоянии существующей мелкой, густой дренажной сети	IV	поливные луговые и лугово-болотные; грунтовые воды залегают на глубине 0,6—2 м	IX, VII	I
Итого							
Б ₁ Область сазово-солончаковых равнин аналогичная, области Б ^а , но с минерализованными грунтовыми водами и почвами, подверженными засолению в слабых темпах							
22a	поливные луговые и сероземно-луговые, суглинистые и глинистые, солонцеватые	2—4 м	требуется максимальное насыщение севооборота люцерной и агротехнические мероприятия против солонцеватости при освоении потребуются устройство мелкой, густой дренажной сети и агротехнические мероприятия против засоления	V ₁	поливные луговые; грунтовые воды залегают на глубине 2—4 м		—
25	сереземно-луговые, и луговые засоленные с пятнами солончаков, различного механического состава	2—4 м		IV ₁	поливные луговые; грунтовые воды залегают на глубине 1—2 м	VIIa	—
25a	сероземно-луговые и луговые солонцеватые, преимущественно суглинистые и глинистые	2—4 м		VI ₁	поливные луговые; грунтовые воды залегают на глубине 1—2 м	VIIa	—
Итого							

Номер агрометеорологического пункта	Почвы	Глубина залегания грунтовых вод м	Мелиорации, потребности при освоении под орошаемое хозяйство	Номер мелиоративного района	Характеристика почв и глубина залегания грунтовых вод в проектируемых ирригационно-хозяйственных условиях	Номер районированного гидрометеорологического пункта	Процент от площади зоны орошения
1	2	3	4	5	6	7	8
В. Область солончаковых равнин необеспеченного поверхностного и внутреннего стоков, характеризующаяся постоянной глубиной залегания минерализованных грунтовых вод (зависящей от интенсивности питания их поверхностными водами) и почвами, подверженными вторичному засолению и заболачиванию							
30	светлые и примитивные сероземы (типичные в бассейнах Чу, Или, Кара-тала), не засоленные и солончаковатые, преимущественно легкого механического состава	4 м	при освоении потребуются заглубленные (3,5—4 м) коллекторы понижения и мероприятия против засоления и заболачивания почв	IV	поливные сероземы; грунтовые воды залегают на глубине 2—4 м	IV-a	2
31	светлые сероземы (типичные в бассейнах Чу, Или, Кара-тала), солончаковатые, местами солончаковые или такырные и преимущественно глинистые и суглинистые	4 м	при освоении потребуются заглубленные (3,5—4 м) коллекторы понижения и мероприятия против засоления и заболачивания почв	VI	поливные сероземы; грунтовые воды залегают на глубине 2—4 м	V-a	16
32	светлые и примитивные сероземы (типичные в бассейнах Чу, Или, Кара-тала) и сероземно-луговые, солончаковатые, с пятнами солончаков, преимущественно глинистые и суглинистые	2—6 м	то же, но с дренажем в местных понижениях	VII	то же, но грунтовые воды залегают на глубине 1—2 м	VII-a	3

1	2	3	4	5	6	7	8
33	примитивные такырные сероземы и такыры, суглинистые и примитивные сероземы, супесчаные и песчаные с пятнами солончаков и песков	4 м	то же, что в подрайоне 30, но с соблюдением мер по укреплению почв в оазисах разведения	VI + а	поливные сероземы; грунтовые воды залегают на глубине 2—4 м	IV-б	12
34	солончаки различных морфологических типов, преимущественно глинистые и суглинистые	2 м	при освоении потребуются весь комплекс мелиоративных мероприятий против засоления и заболачивания почв	VIII	поливные сероземы; грунтовые воды залегают на глубине 0,6—1,2 м	IX-а	3
35	луговые, лугово-болотные и болотные, засоленные в разной степени, и солончаки, преимущественно суглинистые	0—2 м	то же, местами дополнительно потребуют обвалования против затопления паводковыми водами	VIII	поливные луговые и лугово-болотные; грунтовые воды залегают на глубине 0,6—1,2 м	IX-а	1
36	пески различных стадий образования с пятнами сероземов, солончаков и такыров	—	земли, не осваиваемые в силу сложности рельефа и наличия подвижных песков; не исключена возможность выборочного освоения	IX	—	0—12а	23
36а	солончаки и солончаковые примитивные сероземы на соленосных пролювиальных глинах и суглинках: сильно эродированные (ветровая эрозия)	4 м	почвы, не осваиваемые в силу сложности рельефа и низкого плодородия	IX	—	0	—
37	поливные сероземы промытые, засоленные и такырные, преимущественно глинистые и суглинистые	4 м	при развитии орошения потребуются заглубленные коллекторы по понижениям, агротехнические и эксплуатационные мероприятия против засоления и заболачивания почв	VI	поливные сероземы; грунтовые воды залегают на глубине 2—4 м	V-б	—

Продолжение таблицы 4

Номер агрометеорологического подрайона	Почвы	Глубина залегания грунтовых вод	Мелиорации, потребности при освоении под орошаемое хозяйство	Номер мелиоративного района	Характеристика почв и глубина залегания грунтовых вод в проектируемых ирригационно-хозяйственных условиях	Номер доминирующего гидрометеорологического района	Процент от площади зоны орошения
1	2	3	4	5	6	7	8
38	поливные сероземы, сероземно-луговые и луговые, промытые и засоленные, с пятнами солончаков, преимущественно суглинистые и глинистые	1-4 м	требуется устройство коллекторной сети и дренаж местных понижений в комплексе с агротехническими и эксплуатационными мероприятиями против засоления и заболачивания почв	VII	поливные сероземно-луговые и луговые; грунтовые воды залегают на глубине 1-4 м	VI-6	1
39	низкие горы, бугры, овраги, выходы коренных пород	—	территории, не освоенные в силу сложности рельефа и низкого плодородия почв	XI	—	0	—
Итого							61

В1. Подобласть, расположенная в пределах области "В", но отличающаяся относительно обеспеченным местным оттоком грунтовых вод

26	светлые и примитивные сероземы (типичные в бассейнах Чу, Или и Кара-тала), не засоленные и солонча-	4 м	при освоении потребуются агротехнические и эксплуатационные ме-	V	поливные сероземы; грунтовые воды залегают на глубине 4 м	II	4
----	---	-----	---	---	---	----	---

1	2	3	4	5	6	7	8
26а	коватые, преимущественно легкого механического состава		роприятия против засоления и заболачивания почв				
26б	те же почвы, но преимущественно суглинистые и глинистые	4 м	"	V	"	III	I
27	поливные сероземы, промытые и засоленные, местами такырные, глинистые и суглинистые	4 м	необходимо соблюдение комплекса агротехнических и эксплуатационных мероприятий против засоления и заболачивания почв	V	"	III	—
28	поливные сероземно-луговые, промытые и засоленные, преимущественно глинистые и суглинистые	2—4 м	"	V	поливные сероземно-луговые и луговые; грунтовые воды залегают на глубине 2—4 м	V-а	—
29	низкие горы, выходы коренных пород и пески различных стадий образования	—	территории, не осваиваемые в силу сложности рельефа и низкого плодородия почв	IX	—	0	I
Итого							6
Всего							100

Характеристика земельного фонда в разрезе республик представляется в следующем виде (табл. 5).

Таблица 5

Характеристика земельного фонда

Качество земель	% от общей площади по республикам				
	Узбек- ская	Таджик- ская	Киргиз- ская	Туркмен- ская	Южный Казах- стан
Непригодных	12	80	60	50	50
Освоенных	10	6	6	4	2
Из них подверженных за- соленню	47	23	11	88	53
Подверженных засоле- нию неосвоенных	80	13	3	90	95

Для примера приводится еще ведомость агромелиоративного районирования одной из орошаемых долин (табл. 6).

IV. ИСТОЧНИКИ СОВРЕМЕННОГО СОЛЕНАКОПЛЕНИЯ И ПРИЧИНЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ

Прежде чем перейти к изложению комплекса мелиоративных мероприятий по управлению почвенными процессами, направленного на повышение плодородия почв и урожайности возделываемых культур, необходимо более или менее подробно остановиться на освещении важнейшего вопроса об источниках современного соленакопления и причинах, вызывающих процесс засоления почв.

В 1941 г. А. Н. Соколовский выступил с критикой общепринятой гипотезы континентального соленакопления как гипотезы, объясняющей источники современного засоления почв, и указал, что источники эти надо искать в древних соленосных отложениях, хранящих огромные запасы солей; соли же, образующиеся ежегодно в ходе процессов современного солеобразования, количественно ничтожны. Перемещение древних запасов солей к верхним слоям почвы А. Н. Соколовский объясняет следующим образом: «Так или иначе проявления солей на земной поверхности обусловлены геологическими факторами, климат же лишь дает возможность аккумуляции их в поверхностной толще и, в частности, в почве. В засолении почв роль подземных вод огромна — не только грунтовых, но

и пластовых; подъем солей идет не только благодаря капиллярному движению растворов вверх, но и вследствие гидростатического давления подземных вод в соответствующих условиях тектоники (синклинали, крылья, антиклинали, грабены)» (61, стр. 27).

Приведенное положение Соколовского согласуется с известной гипотезой А. Ф. Миддендорфа (40) относительно происхождения грунтовых вод в Ферганской долине. По этой гипотезе грунтовые воды, стекающие с предгорий по глубоким дренирующим отложениям ко дну межгорной котловины, встречают там подпор со стороны встречных таких же потоков, а также со стороны мощных мелкоземистых отложений и коренных пород. Подпертые таким образом грунтовые воды накапливаются в котловине и, находясь под гидростатическим давлением со стороны своих источников, поднимаются восходящим током и насыщают четвертичную толщу до высоты, соответствующей этому давлению.

А. Н. Соколовский приводит много примеров в доказательство своей гипотезы. В дополнение к ним рассмотрим несколько примеров современного соленакопления и попытаемся вскрыть источник его в каждом отдельном случае.

Озеро Денгиз-куль в юго-западных Кызыл-кумах занимает дно глубокого понижения, врезанного в третичные соленосные породы на глубину около 100 м. На дне этого озера скопилось большое количество солей, главным образом хлористого натрия.

Представители гипотезы континентального соленакопления объясняют, что соли эти принесены сюда с водой р. Зеравшан, которая когда-то постоянно затопляла эту низину. Вода в образовавшемся озере испарялась, и, таким образом, за несколько веков произошло наблюдаемое накопление солей, которое с прекращением питания озера Зеравшаном якобы перестало нарастать. Между тем известно, что денгизкульская свита пород содержала огромное количество солей до образования в ней названного понижения и, следовательно, до того, как Зеравшан начал наполнять ее. Поэтому скопление солей, наблюдаемое в озере Денгиз-куль, образовалось в основном не за счет вод Зеравшана, содержащих очень мало солей, а за счет огромных запасов солей, содержащихся в третичных породах. Соли эти выносятся на поверхность восходящим током грунтовых вод, выклинивающихся в дне озера. Накопление солей таким путем происходит во много раз быстрее, чем при помощи поверхностных вод, ибо минерализация грунтовых вод в третичных породах во много раз превышает минерализацию воды в Зеравшане.

Номер гидрометеорологического участка	Развитие почв в существующих ирригационно-хозяйственных условиях				Прогноз возможных изменений глубины залегания грунтовых вод под влиянием развития орошения	Потребные специальные мелиоративные мероприятия и культуры, рекомендуемые для возделывания на данных почвах	Развитие почв							
	почвы	грунтовые воды		номер гидрометеорологического района			переходный период				в перспективе			
		залегание	минерализация				почвы	грунтовые воды	номер гидрометеорологического района	почвы	залегание грунтовых вод	номер гидрометеорологического района		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	1) район обеспеченного местного оттока грунтовых вод при относительно глубоком их залегании				остается без существенных изменений	осушительных мелиораций не требуется; рисосеяние не рационально	орошаемые сероземно-луговые	на глубине 3—4 м	пресные	III	орошаемые сероземно-луговые	на глубине 3—5 м	III	
5	орошаемые сероземно-луговые, суглинистые	на глубине 3—4 м	пресные	III			.	орошаемые сероземно-луговые	на глубине 3—4 м	пресные	III	орошаемые сероземно-луговые	на глубине 3—5 м	III
6	орошаемые луговые, суглинистые и глинистые	на глубине 2—3 м	.	V			.	орошаемые луговые	на глубине 2—3 м	.	V	орошаемые луговые	на глубине 2—3 м	V
7	орошаемые луговые, суглинистые и глинистые	на глубине 1—2 м	.	VII			.	.	на глубине 1—2 м	.	VII	.	на глубине 1—2 м	VII
	2) район слабо обеспеченного местного оттока грунтовых вод при близком их залегании				остается без существенных изменений	необходимы коллекторы по пониженным глубинам 2—2,5 м и дренажирование местных очагов, площадного выклинивания при глубине дренажной сети 1,5—2 м и междренных в 200—400 м; рисосеяние рационально на участках интенсивного площадного выклинивания	орошаемые болотно-луговые	на глубине 1—2 м	пресные карбонатные	VII	.	на глубине 1—2 м	VII	
8	орошаемые болотно-луговые, суглинистые и глинистые, подверженные карбонатно-магнесовому засолению	на глубине 0,5—1 м	пресные карбонатные	IX			.	.	на глубине 0,6—1,2 м	.	IX	.	на глубине 1—2 м	VII
9	орошаемые болотные, суглинистые и глинистые, подверженные карбонатно-магнесовому засолению	на глубине 0—0,5 м	.	IX			.	.	на глубине 0,6—1,2 м	.	IX	.	на глубине 1—2 м	VII
10	те же почвы, но не орошаемые	на глубине 0—0,5 м	.	—			.	.	на глубине 0,6—1,2 м	.	IX	.	на глубине 1—2 м	VII
10а	те же почвы, но развитые на современных поймах и легкосуглинистые	на глубине 0—0,5 м	.	—			.	необходимо обвалование от паводковых вод и освоение под рис	.	на глубине 0,6—1,2 м	.	VIII	орошаемые болотно-луговые	на глубине 0,1—1,2 м
11	обнаженные галечники русел рек	на глубине 0—0,5 м	.	—	.	неосвояемые территории								

таблица 1	Развитие почв в существующих ирригационно-хозяйственных условиях					Потребные специальные мелноративные мероприятия и культуры, рекомендуемые для возделывания на данных почвах	Развитие почв						
	почвы	грунтовые воды		номер гидрометрического района	Прогноз возможных изменений глубины залегания грунтовых вод под влиянием развития орошения		переходный период				в перспективе		
		залегание	минерализация				почвы	грунтовые воды	номер гидрометрического района	почвы	залегание грунтовых вод	номер гидрометрического района	
													залегание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
17	орошаемые болотно-луговые, промытые и слабо засоленные, суглинистые	на глубине 0,5—1 м	.	IX ₁	.	необходимы профилактические поливы через 2 года и увеличение числа вегетационных поливов на 1	орошаемые болотно-луговые	на глубине 1—2 м	.	VIIa	.	на глубине 2—3 м	V
18	орошаемые болотные, промытые, слабо и средние засоленные, глинистые	на глубине 0—0,5 м	.	IX ₁	.	то же	.	на глубине 1—2 м	.	VIIa	.	на глубине 2—3 м	V
18a	солончаки корково-пухлые и болотные	на глубине 0,5—2 м	повышенно минерализованные	—	подъем до поверхности	то же и промывка при освоении нормой 6—8 тыс. м ³ /га	.	на глубине 1—2 м	—	VIIa	.	на глубине 2—3 м	V
в) область нижних речных террас, сложенная мощной толщей мелкозем; характеризуется необеспеченным подземным оттоком при неустойчивой глубине залегания минерализованных грунтовых вод и почвами, подверженными заболачиванию и засолению, преимущественно хлоридно-сульфатному						требуется сложный комплекс мелноративных мероприятий по предупреждению и борьбе с засолением и заболачиванием почв; для ликвидации процессов засоления глубина залегания грунтовых вод после осушения должна составлять не менее 3—4 м, что достигается с помощью вертикального дренажа; рекомендуется возделывание всех культур, соответствующих данному климатическому району; рис может занимать небольшие массивы; севообороты потребны средние при максимальной насыщенности травянистыми в зависимости от интенсивности проявления процесса засоления; в переходный период необходимы профилактические мероприятия против засоления							
1) район удовлетворительного местного оттока грунтовых вод													
19	орошаемые сероземы, засоленные в разной степени, легко суглинистые	на глубине 2—3 м	опресненные	IV ₁	остается без существенных изменений	требуется профилактические поливы через 2 года и увеличение числа вегетационных поливов на 1	орошаемые сероземы	на глубине 2—3 м	опресненные	Va	орошаемые сероземы	на глубине 3—5 м	II
20	те же почвы, но не орошаемые	на глубине 3—5 м и глубже	высоко минерализованные	—	подъем до глубины 2—3 м	то же	.	на глубине 2—3 м	.	IVa	.	на глубине 3—5 м	II

Развитие почв в существующих ирригационно-хозяйственных условиях														Развитие почв													
1	2	грунтовые воды		3	4	5	6	7	переходный период				в перспективе														
		залегание	минерализация						номер гидро-дуального района	Прогноз возможных изменений глубины залегания грунтовых вод под влиянием развития орошения	Потребные специальные мелноративные мероприятия и культуры, рекомендуемые для возделывания на данных почвах	почвы	грунтовые воды		номер гидро-дуального района	почвы	залегание грунтовых вод	номер гидро-дуального района									
													залегание	минерализация													
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23												
2) район затрудненного местного оттока грунтовых вод																											
21	орошаемые луговые, сильно засоленные, суглинистые	на глубине 1—2 м	минерализованные	VII ₁	остается без существенных изменений	в переходный период необходим дренаж глубиной 2,5—3 м на расстоянии 0,5—1 м, а также профилактические мероприятия против засоления почв; в перспективе—вертикальный дренаж требуются профилактические поливы через 1 год и увеличение числа вегетационных поливов на 2	орошаемые луговые	на глубине 1—2 м	опресненные	VII ₆	орошаемые луговые остоенные	на глубине 3—5 м	II.														
21а	комплекс луговых и болотных в понижениях и пухлых на повышениях солончаков; почвы суглинистые и глинистые	на глубине 1—4 м	высоко минерализованные	—	подъем до поверхности	необходима промывка солончаков нормой 15—18 тыс. м ³ /га и профилактические поливы через 1 год с увеличением числа вегетационных поливов на 2	"	на глубине 1—2 м	"	VII ₆	"	на глубине 3—5 м	III														
22	пухлые и корково-пухлые солончаки и такры с редкими буграми закреплённого песка, глинистые и суглинистые	на глубине 2—4 м	"	—	"	то же	"	на глубине 1—2 м	"	VII ₆	"	на глубине 3—5 м	III														
3) район обеспеченного местного оттока грунтовых вод																											
23	болотно-солончаковые и засоленные болотно-луговые, суглинистые и глинистые, занимающие слабо выраженные отложения	на глубине 1—2 м	минерализованные	—	подъем до поверхности	необходим дренаж глубиной 2,5—3 м на расстоянии 300—500 м и профилактические мероприятия против засоления почв; в перспективе—вертикальный дренаж требуется промывка нормой 8—10 тыс. м ³ /га; необходимы профилактические поливы ежегодно и увеличение числа вегетационных поливов на 3	"	на глубине 0,6—1,2 м	"	IX ₆	"	на глубине 3—5 м	III														
II. Конусы выносов и предгорные шлейфы, сложенные мощными пролювиальными и делювиальными отложениями с дренирующей подстилкой, лежащей на коренных соленосных породах																											
а) область галечниковых частей конусов выносов и предгорных шлейфов, характеризующаяся обеспеченным подземным оттоком с устойчиво глубоким залеганием грунтовых вод и почвами, не подверженными засолению и заболачиванию														на участках со спокойным рельефом и относительно мощным слоем покровных суглинков и глин специальных мелнораций не требуется; на эродированных участках требуются противоэрозионные мероприятия и на оголенных галечниках—													

Почвенно-агрономическая оценка почв	Развитие почв в существующих ирригационно-хозяйственных условиях					Потребны специальные мелиоративные мероприятия и культуры, рекомендуемые для возделывания на данных почвах	Развитие почв						
	почвы	грунтовые воды		номер гидрометрического района	Прогноз возможных изменений глубины залегания грунтовых вод под влиянием развития орошения		переходный период				в перспективе		
		залегание	минерализация				почвы	грунтовые воды		почвы	залегание грунтовых вод	номер гидрометрического района	
								залегание	минерализация				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
94	орошаемые сероземы, суглинистые, гравелисто-суглинистые и глинистые мощные, или подстилаемые песчано-галечниковыми отложениями с глубины более 1 м	глубокое	пресные	III	остается без изменений	на большей части площади специальных мелиораций не требуется, на крутых склонах (более 0,02) требуются противоэрозионные мероприятия	орошаемые сероземы	глубокое	пресные	III	орошаемые сероземы	глубокое	III
95	те же почвы, но неорошаемые	"	"	—	"	на большей части площади требуются противоэрозионные мероприятия	"	"	"	III	"	"	III
96	орошаемые сероземы, гравелисто-суглинистые и глинистые, подстилаемые песчано-галечниковыми отложениями с глубины 0,5—1 м	"	"	II	"	на большей части площади специальных мелиораций не требуется	"	"	"	II	"	"	II
97	те же почвы, но неорошаемые	"	"	—	"	на большей части площади требуются противоэрозионные мероприятия	"	"	"	II	"	"	II
98	орошаемые сероземы гравелисто-суглинистые и глинистые на песчано-галечниковых отложениях с глубины 0,2—0,5 м	"	"	I	"	необходимо систематическое внесение органических удобрений и севооборот, максимально насыщенный травами; садово-виноградный район	"	"	"	I	"	"	I
99	те же почвы, но неорошаемые	"	"	—	"	на большей части площади требуются противоэрозионные мероприятия, местами расчлененный рельеф препятствует освоению почвы; рациональнее осваивать под сады и виноградники территории, не осваиваемые в ближайшем будущем	"	"	"	I	"	"	I
100	обнаженные галечники конусов выносов												
б) область центральных частей конусов выносов, сложенная наносами пестрого механического состава, характеризуется не вполне обеспеченным подземным оттоком при устойчиво близком залегании пресных грунтовых вод и почвами заболачиваемыми, но не подверженными засолению						так же, как в речных долинах, требуются осушительные мелиорации, но в иных литологических условиях; рекомендуется возделывание всех культур, соответствующих данному климатическому району, а также севообороты с							

Номера орошаемых земельных участков	Развитие почв в существующих приращающе-хозяйственных условиях					Прогноз возможных изменений глубины залегания грунтовых вод под влиянием развития орошения	Потребные специальные мелноразливные мероприятия и культуры, рекомендуемые для возделывания на данных почвах	Развитие почв						
	почвы	грунтовые воды		номер гидромо-дульного района	переходный период			в перспективе						
		залегание	минерализация					почвы	залегание грунто-вых вод	номер гид-ромо-дуль-ного района				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	легкорастворимыми солями													
	1) район обеспеченного местного оттока грунтовых вод при относительно низком их залегании						минимальным насыщением травами							
31	орошаемые сероземно-луго-вые, глинистые и суглинистые	наглубине 3—4 м	пресные	III	остается без существенных изменений	осушительных мелноразлив не требуются; рассеяние не рационально	орошае-мые се-роземно-луговые	на глуби-не 3—4 м	пресные	III	орошае-мые се-роземно-луговые	на глуби-не 3—5 м	III	
32	орошаемые луговые, суглини-стые и глинистые	наглубине 2—3 м	•	V			•	•	•	•	•	•	•	•
	2) район слабо обеспеченного местного оттока грунтовых вод при близком их залегании						то же, что в соответствующем районе речных долин, но расстояние между дренами 200—300 м							
33	орошаемые луговые, суглинистые и глинистые	наглубине 1—2 м	пресные	VIIa	•	•	орошае-мые лу-говые	на глуби-не 2—3 м	•	V	орошае-мые лу-говые	на глуби-не 2—3 м	V	
34	те же почвы, но легко сугли-нистые и супесчаные	наглубине 1—2 м	•	VIa	•	•	•	на глуби-не 1—2 м	•	VII	•	на глуби-не 1—2 м	VII	
35	орошаемые болотно-луговые, суглинистые и глинистые	наглубине 0,5—1 м	•	IXa	•	•	•	на глуби-не 1—2 м	•	VI	орошае-мые лу-говые	на глуби-не 1—2 м	VII	
36	орошаемые болотные, глини-стые, суглинистые	наглубине 0—0,5 м	•	IXa	•	•	орошае-мые бо-лотные	на глуби-не 0,6—1,2 м	•	VII	орошае-мые бо-лотно-луговые	на глуби-не 1—2 м	VII	
37	те же почвы, но неорошае-мые	наглубине 0—0,5 м	•	IXa	•	•	•	на глу-бине 0,1—1,2 м	•	IX	•	на глуби-не 1—2 м	VII	
	б) область центральных частей конусов выносов, сложен-ная наносами, менее дренированными: характеризуется сла-бообеспеченным подъемным оттоком слабо минерализован-ных грунтовых вод и почвами, заболоченными и подвержен-ными преимущественно карбонатно-магниево-му и сульфатно-му засолению, периодически содовому						так же, как и в речных долинах, требуются осу-шительные мелноразливы, но в этих литологиче-ских условиях; рекомендуется возделывание всех культур, соответствующих данному клима-тическому району, а также севообороты, мини-мально насыщенные травами; в переходный период необходимо применение агротехнических мероприятий против засоления почв.							

Номера агрометеорологических участков	Развитие почв в существующих ирригационно-хозяйственных условиях				Прогноз возможных изменений глубины залегания грунтовых вод под влиянием развития орошения	Потребные специальные мелиоративные мероприятия и культуры, рекомендуемые для возделывания на данных почвах	Развитие почв						
	почвы	грунтовые воды		номер гидрометрического района			переходный период				в перспективе		
		залегание	минерализация				почвы	грунтовые воды		номер гидрометрического района	почвы	залегание грунтовых вод	номер гидрометрического района
								залегание	минерализация				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
38	1) район обеспеченного местного оттока грунтовых вод орошаемые сероземно-луговые, суглинистые	на глубине 2—3 м	слабо минерализованные	VI ₁	остается без существенных изменений	осушительных мелиораций не требуется; рисосеяние не рационально в переходный период необходимы профилактические поливы через 3 года нормой 2 тыс. м ³ /га в пустыне и 1,5 тыс. м ³ /га—в полупустыне	орошаемые сероземно-луговые	на глубине 2—3 м	опресненные	Va	орошаемые сероземно-луговые	на глубине 2—3 м	V
39	2) район слабо обеспеченного местного оттока грунтовых вод при близком их залегании орошаемые луговые, промытые и слабо засоленные, глинистые и суглинистые	на глубине 1—2 м	опресненные	VII	остается без существенных изменений	то же, что и в соответствующем районе речных долин, но расстояние между дренами должно составлять 200—400 м требуются профилактические поливы через 2 года	орошаемые луговые	на глубине 1—2 м	*	VIIa	орошаемые луговые	на глубине 2—3 м	V
40	те же почвы, но легко суглинистые и супесчаные	на глубине 1—2 м	*	VI ₁	*	то же	*	на глубине 1—2 м	*	VIa	*	на глубине 2—3 м	VI
41	орошаемые луговые, засоленные, суглинистые и глинистые	на глубине 1—2 м	слабо минерализованные	VII ₁	*	то же	*	на глубине 1—2 м	*	VIIa	*	на глубине 2—3 м	V
42	орошаемые лугово-болотные, суглинистые и глинистые	на глубине 0,5—1 м	опресненные	IX ₁	*	требуются профилактические поливы через 1 год	*	на глубине 1—2 м	*	VIIa	*	на глубине 2—3 м	V
43	орошаемые лугово-болотные, засоленные, суглинистые и глинистые	на глубине 0,5—1 м	*	IX ₁	*	то же	орошаемые лугово-болотные	на глубине 1—2 м	*	VIIa	*	на глубине 2—3 м	V
44	орошаемые болотные, суглинистые и глинистые	на глубине 0—0,5 м	*	IX ₁	*	то же	*	на глубине 0,5—1,2 м	*	IXa	*	на глубине 2—3 м	V
44a	лугово-солончаковые почвы, луговые и корково-пухлые солончаки	на глубине 1—3 м	минерализованные	—	подъем до поверхности	то же, с добавлением промывки при освоении нормой 8—10 тыс. м ³ /га	орошаемые луговые	на глубине 0,5—1,2 м					
	в) область периферических частей конусов выносов, сложенная мощной толщей мелкоземистых отложений; характеризуется необеспеченным подземным оттоком при неустойчивой глубине залегания минерализованных грунтовых вод и почвами, подверженными засолению и забола-					так же, как в речных долинах, требуется сложный комплекс мелиоративных мероприятий против засоления и заболачивания почв, но в иных патологических условиях; для ликвидации засоления глубина залегания грунтовых вод после							

Номера агрометеорологических участков	Развитие почв в существующих ирригационно-хозяйственных условиях					Потребные специальные мелиоративные мероприятия и культуры, рекомендуемые для возделывания на данных почвах	Развитие почв							
	почвы	грунтовые воды		номер гидрометрического района	Прогноз возможных изменений глубины залегания грунтовых вод под влиянием развития орошения		переходный период				в перспективе			
		залегание	минерализация				почвы	залегание грунтовых вод	номер гидрометрического района	почвы	залегание грунтовых вод	номер гидрометрического района		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	чиванию, преимущественно хлоридно-сульфатному					осушения должна составлять 3—4 м; рекомендуется возделывание всех соответствующих данному климатическому району культур; рис может иметь весьма ограниченное распространение, вне влияния вертикального дренажа; севообороты должны быть средние и максимально насыщены травами								
	1) район затрудненного местного оттока грунтовых вод					в переходный период необходим вертикальный дренаж; дренажи—глубиной 2,5—3 м на расстоянии 400—500 м; в перспективе дренажи размещаются на глубину более 5—6 м, на расстоянии более 1 км								
45	орошаемые луговые, промытые и в разной степени засоленные, с пятнами луговых солончаков, суглинистые и глинистые	на глубине 1—2 м	минерализованные	VII	остается без существенных изменений	необходима промывка солончаков нормой 10—12 тыс. м³/га, требуются профилактические поливы через 1 год и увеличение числа вегетационных поливов на 2	орошаемые луговые	на глубине 1—2 м	опресненные	VII6	орошаемые луговые	на глубине 3—5 м	III	
46	орошаемые болотно-луговые, в разной степени засоленные, с пятнами луговых солончаков, суглинистые	на глубине 0,5 м	.	IX ₁	.	то же	.	на глубине 1—2 м	.	VII6	.	на глубине 3—5 м	III	
	2) район необеспеченного местного оттока грунтовых вод					до строительства вертикального дренажа необходима постройка дренажей глубиной 2,5—3 м на расстоянии 300—400 м	.							
47	комплекс лугово-солончаковых почв и луговых солончаков в низинах и корково-пухлых солончаков на повышениях, суглинистые	на глубине 1—3 м	сильно минерализованные	—	подъем до поверхности	требуется промывка солончаков нормой 12—15 тыс. м³/га в понижениях и 10—12 тыс. м³/га на повышениях, а также профилактические поливы ежегодно и увеличение вегетационных поливов на 3	.	на глубине 0,6—1,0 м	.	IX6	.	на глубине 3—5 м	III	
48	пески с пятнами солончаков или такыров в низинах					необходимо закрепление подвижных песков, в ближайшем будущем не осваиваются	.				.			

Номера агрометеорологических участков	Развитие почвы в существующих ирригационно-хозяйственных условиях					Потребные специальные мероприятия и культуры, рекомендуемые для возделывания на данных почвах	Развитие почвы						
	почвы	грунтовые воды		номер гидрометрического района	Прогноз возможных изменений глубины залегания грунтовых вод под влиянием развития орошения		переходный период				в перспективе		
		залегание	минерализация				почвы	грунтовые воды		почвы	залегание грунтовых вод	номер гидрометрического района	
								залегание	минерализация				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
48a	солончаки и такыры, развитые на делювии соленосных третичных пород					не осваиваются							
	в) область межконусных равнин необеспеченного подземного оттока с неустойчивой глубиной залегания очень сильно минерализованных грунтовых вод, характеризующаяся почвами, подверженными заболачиванию и интенсивному засолению, часто с проявлением солонцового процесса; характер засоления сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный					требуется сложный комплекс мероприятий по борьбе с засолением, солонцеватостью и заболачиванием; для ликвидации засоления глубина залегания грунтовых вод после осушения должна составлять 3—4 м; необходим вертикальный дренаж; в переходный период потребен горизонтальный дренаж глубиной 2,5—3 м на расстоянии 200—300 м и профилактика против засоления и солонцеватости; рекомендуется возделывание всех культур, соответствующих данному климатическому району; рисосеяние не рационально							
49	орошаемые луговые, сильно засоленные, суглинистые	на глубине 1—2 м	минерализованные	VII ₂	остается без существенных изменений	требуется промывка нормой 6—8 тыс. м ³ /га и профилактические поливы ежегодно с увеличением числа вегетационных поливов на 3	орошаемые луговые	на глубине 1—2 м	опресненные	VII ₆	орошаемые луговые	на глубине 3—5 м	III
50	орошаемые болотно-луговые, засоленные в разной степени глинистые	на глубине 0,5—1 м	очень сильно минерализованные	IX ₂	•	то же, но число вегетационных поливов увеличивается на 4	•	на глубине 0,6—1,2 м	•	IX ₆	•	на глубине 3—5 м	III
51	луговые в понижениях и пухлые на повышениях солончаки, глинистые	на глубине 1—3 м	минерализованные	—	подъем до поверхности	требуется промывка при освоении нормой 18—20 тыс. м ³ /га с предварительной заправкой органических удобрений; необходимы профилактические поливы ежегодно и увеличение числа вегетационных поливов на 4	•	на глубине 0,6—1,2 м	•	IX ₆	•	на глубине 3—5 м	III
52	болотно-луговые в понижениях и пухлые на повышениях солончаки	на глубине 0,5—1 м	•	—	•	то же, но промывка должна производиться без заправки органических удобрений	орошаемые лугово-болотные	на глубине 0,6—1,2 м	•	IX ₆	•	на глубине 3—5 м	III

Номера агрометеорологических участков	Развитие почв в существующих ирригационно-хозяйственных условиях					Потребные специальные мелиоративные мероприятия и культуры, рекомендуемые для возделывания на данных почвах	Развитие почв						
	почвы	грунтовые воды		номер гидрометрического района	Прогноз возможных изменений глубины залегания грунтовых вод под влиянием развития орошения		переходный период			в перспективе			
		залегание	минерализация				почвы	грунтовые воды	засоленность грунтовых вод	номер гидрометрического района			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
III. Адыры и предгорья, сложенные палеозойскими, верхнетретичными и нижнечетвертичными дислоцированными породами													
а) область адыров и предгорий обеспеченного подземного оттока, характеризующаяся устойчиво глубоким залеганием грунтовых вод и почвами, не подверженными засолению и заболачиванию						на участках с мощным почвенным покровом на большей части площади не требуется специальных мелиораций и лишь на крутых склонах необходимы противоэрозийные мероприятия							
1) район адыров, несущих покров лёссовидных суглинков						орошение возможно путем механической подачи воды; на большей части площади не требуется специальных мелиораций							
53	сероземы суглинистые, развитые на плоских и увалистых вершинах с мощным лёссовидным покровом	глубокое	—	—	остается без изменений		орошаемые сероземы	глубокое	—	О—III	орошаемые сероземы	глубокое	—
54	те же почвы, но маломощные на коренных породах—с глубины 0,5—1 м	глубокое	—	—	.	то же, но в северо-западной части долин требуются мероприятия по предупреждению засоления почв	орошаемые сероземы	глубокое	—	О—III	.	.	О—III
55	сероземы, преимущественно мелкоземисто-галечниковые					почвы, не осваиваемые в силу сложности мелиораций и низкого производственного эффекта				0			

Ярким доказательством последнего служит совсем недавнее накопление солей в Сардоба-чарче, расположенной в нескольких километрах на восток от озера Денгиз-куль и врезанной в те же третичные породы на глубину всего 6 м. На дне этой сардобы в 1947 г. экспедицией была обнаружена рапа и слой кристаллической соли в 4 — 6 см. В настоящее время она находится среди солончака, т. е. в условиях, совершенно не подходящих к тем, при которых обычно строятся сардобы.

Необходимым условием для функционирования последних является водосборная площадь с такырной поверхностью. Пока такие условия имели место в первые периоды существования названной сардобы, в нее периодически попадала вода с поверхности окружающего такыра. В этот период в сардобе не могли скопляться соли, напротив, соли, содержащиеся в коренных породах, нисходящим током влаги вмывались вглубь; сардоба много десятков лет служила источником пресной воды для путников в пустыне. Но в дальнейшем, в силу деградации такыра в солончак, при сохранении соответствующих гидрогеологических условий, питание сардобы дождевой водой прекратилось, и в дно ее стали выклиниваться сильно минерализованные грунтовые воды, ранее оттеснявшиеся током фильтрационных вод из наполненной сардобы. Выклинивающиеся в дне сардобы минерализованные грунтовые воды испарялись и в течение всего одного-двух десятков лет обусловили отмеченное накопление солей.

Факты зарастания солончаковой растительностью такыров, образовавшихся на солончаках, и, следовательно, факты перехода их в солончаки неоднократно отмечались нашими ботаниками. Так, в Каршинской степи, где расположена названная сардоба, исследованиями зарастания такыров занимался К. З. Закиров, который, отмечая широкое распространение такыров в этой степи, регистрировал несколько стадий их зарастания с образованием солончаков. Следовательно Сардоба-чарча, построенная когда-то, несомненно, на солончаковом такыре с грунтовыми водами на глубине 5 — 6 м, благодаря переходу такыра в солончак могла лишиться водосборной площади.

Не менее убедительным доказательством того, что современное соленакопление в поверхностных горизонтах происходит чаще за счет солей, накопленных в прошлые геологические эпохи или даже в сравнительно недавнее время, чем за счет современного приноса их поверхностными водами или современного образования их на месте, служат многочисленные факты накопления солей в депрессиях. Ведь далеко не все встречаемые депрессии засолены или имеют скопления чистых солей на дне. Но несомненно, что все депрессии являются местом

скопления поверхностных вод; разница лишь в количественном проявлении этого процесса: депрессии, имеющие большие водосборные площади, получают большее количество поверхностных вод, чем депрессии с малыми водосборными площадями. Если в данном случае применить гипотезу континентального соленакопления, то логичным было бы ожидать большего накопления солей в депрессиях с большим приходом поверхностных вод. Факты же не подтверждают этого, напротив, они указывают на то, что депрессии, обильно питаемые в настоящее время поверхностными водами, опреснены, засолены же депрессии, в которые совершенно не поступают поверхностные воды. Засоление это может быть реликтовым при современном глубоком залегании грунтовых вод и прогрессирующим — при современном близком их залегании. Накопление солей в депрессиях происходит тем интенсивнее, чем ближе залегают грунтовые воды и чем более они минерализованы. Особенно же сильно они минерализованы при наличии близко подстилающих коренных соленосных пород. В подтверждение этого приведем несколько примеров.

Наиболее богаты солями депрессии, врезаемые в древние соленосные породы с выклинивающимися грунтовыми водами: Денгиз-куль, Аяк-агитма и многие другие. Меньшими запасами солей характеризуются депрессии Туз-кане, Арнасай (врезаемые в четвертичные отложения с выклинивающимися грунтовыми водами), на дне которых образовались «соры», и др. Еще меньшим соленакоплением характеризуются депрессии той же Голодной степи, где грунтовые воды не выклиниваются, а залегают на глубине 1 — 3 м. Крупные депрессии с залеганием грунтовых вод на глубине 5 — 8 м здесь не только не засолены, но отличаются опресненностью всего профиля почв и грунтовых вод. Тут находятся колодцы с пресной водой, чаще всего расположенные на участках с относительно большой водосборной площадью, где весной после ливней вода часто собирается слоем до 1 м и более.

При освоении земель под орошаемое хозяйство происходит общий подъем грунтовых вод на орошаемой площади за счет фильтрации воды из каналов и орошаемых полей. Вместе с подъемом грунтовых вод начинается и вторичное засоление почв, которое проявляется в первую очередь и наиболее интенсивно в депрессиях, засоленных и незасоленных, куда меньше поступает поверхностных, а следовательно, и фильтрационных вод. Депрессии среди орошаемых земель наиболее трудно поддаются освоению, поэтому они часто остаются неосвоенными, неорошаемыми и подвергаются интенсивному засолению (Шурузякский массив в Голодной степи и др.).

Нередко депрессии среди орошаемых земель служат местом сброса избыточных поверхностных вод и большую часть времени бывают затопленными водой. Такие депрессии в подавляющем большинстве случаев опреснены на достаточно большую глубину. Соли, накопленные веками в таких депрессиях, оказываются растворенными и глубоко смытыми под влиянием непрерывного нисходящего тока фильтрационных вод. За счет этого непрерывного нисходящего тока происходит непрерывный восходящий ток грунтовых вод в повышенной полосе, окружающей депрессию (этот последний вызывается передачей гидростатического давления со стороны первого), т. е. происходит интенсивное засоление этой повышенной полосы.

Таким образом, очевидно, что современное проявление соленакопления в почвах в подавляющем большинстве случаев идет за счет солей, накопленных в породах в прошлые века или геологические эпохи, хотя, конечно, полностью исключать случаи накопления солей в почве за счет поверхностных вод также нельзя. В ряде районов при известных условиях как раз это и имеет место (Ширабад-дарья, Шор-су в Фергане и др.).

Однако, несмотря на явную несостоятельность утверждений о том, что основным источником современного засоления почв являются поверхностные и, в частности, оросительные воды, подобные утверждения высказываются и защищаются.

Так, В. А. Ковда (27) следующим образом рисует источники солей и происхождение высокой минерализации грунтовых вод в депрессиях: «Совокупная деятельность испарения и транспирации мощной лугово-болотной растительностью приводит к тому, что в районах сбросных озер и болот в течение года может испариться воды до 15 — 20 тыс. м³/га. В результате вековой продолжительности этого процесса в районе сбросных болот и разливов и вокруг него происходит чрезвычайно интенсивное накопление солей, приносимых сбросными водами. Здесь начинают формироваться высокоминерализованные грунтовые воды и солончаки, примером чего являются периферические части оазисов Центральной Ферганы» (т. I, стр. 46).

По развиваемой В. А. Ковда гипотезе наибольшее накопление солей должно было бы образоваться в затопляемых депрессиях, куда приносится с поверхностными водами наибольшее количество солей. В действительности же, как это отмечено выше, все затопляемые депрессии в орошаемых районах, в частности в периферических частях оазиса Центральной Ферганы, опреснены и часто используются как каирные земли для посевов дынь, арбузов, кунжута и других растений. Исключением из этого правила являются очень крупные водоемы с

плохими фильтрационными свойствами грунтов, где в расходной части водного баланса испарение преобладает над сточностью.

Интенсивное засоление почв, как отмечено выше, происходит на незатопляемых участках, соседних с затопляемыми депрессиями. Описанная выше схема движения нисходящих и восходящих токов воды в грунтах усложняется одновременным движением воды от мест большего давления к местам меньшего давления, т. е. в данном случае от затопляемых депрессий в стороны. В одних литологических и гидрогеологических условиях это движение в стороны легко реализуется в верхних слоях водоносной толщи благодаря наличию дренирующих слоев и линз. Так обстоит дело в области сазовых равнин, где засоление почв легкорастворимыми солями не имеет места в силу сточности или преобладания горизонтального водообмена над вертикальным, несмотря на то, что в болотах этой области может транспирироваться и испаряться до 15 — 20 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$ за год. В этих условиях под действием вертикального водообмена могут накапливаться лишь труднорастворимые соли: карбонаты кальция и магния.

В области сазово-солончаковых равнин, характеризующихся, как мы уже указывали, более тяжелым литологическим сложением со слабой дренированностью в верхних слоях, вертикальный водообмен начинает преобладать над горизонтальным, и движение грунтовых вод в стороны от источника давления в сильной мере замедляется. Здесь наблюдается карбонатно-сульфатное засоление грунтовых вод и почв (см. выше табл. 1).

В области солончаковых равнин, сложенных мощной толщей мелкоземистых отложений, слабо дренированных в глубоких слоях, вертикальный водообмен явно преобладает над горизонтальным, и движение грунтовых вод в верхних слоях практически отсутствует. В этой области вместе с сульфатами, начинают накапливаться в грунтовых водах и почвах хлориды, в районах особенно затрудненного местного оттока грунтовых вод преобладающие над сульфатами. В последних районах засоление почв часто сопровождается солонцовым процессом.

Таким образом, в сазовых равнинах вертикальное перемещение масс грунтовых вод, вызываемое передачей гидростатического давления от основного источника питания их или от местных фильтрационных токов, сопровождается интенсивным движением их по уклону. Расходная часть водного баланса определяется здесь стоком поверхностных и грунтовых вод по уклону, а испарение и транспирация имеют относительно небольшое значение, хотя абсолютные их величины и достигают наибольших размеров. Поэтому в этой области грунтовые воды

остаются пресными при любых ирригационно-хозяйственных условиях.

В сазово-солончаковых равнинах в расходной части водного баланса испарение и транспирация уже начинают преобладать над сточностью, чем и вызывается здесь повышение минерализации грунтовых вод, непрерывно поднимающихся под влиянием передачи гидростатического давления к поверхности и испаряющихся. В солончаковых равнинах этот процесс выражен еще более резко в силу худших условий подземного стока. Поэтому здесь грунтовые воды и почвы накапливают большие количества солей, включая и наиболее подвижные, как, например, хлористые.

Из изложенного ясно, что накопление солей в грунтовых водах происходит при непрерывном восходящем токе их к поверхности и испарении, за счет солей, которые содержатся в породах, залегающих на пути движения грунтовых вод. Поверхностные же пресные воды, хотя и содержат в себе соли, при нисходящем токе в водоносной толще могут лишь опреснить верхние слои грунтовых вод. Нисходящий же ток фильтрационных вод образуется в водоносной толще грунта в силу преодоления последним гидростатического давления, вызывавшего восходящий ток грунтовых вод. Поэтому объяснять повышение минерализации грунтовых вод (в верхних слоях) за счет солей, содержащихся в поверхностных водах, нет никаких оснований. Соли, приносимые поверхностными водами, при непрерывном нисходящем токе переносятся в глубокие водоносные толщи и далее по дренирующим прослойкам могут быть вынесены за пределы затопляемых участков. Ярким подтверждением этого служат опресненные на большую глубину массы грунтовых вод в полосе вдоль каналов. Судьба вмытых таким образом на большую глубину солей не может представлять практического интереса, ибо они являются лишь ничтожной добавкой к колоссальным солевым запасам, накопленным в древних породах.

Не анализируя подобных фактов, В. А. Ковда (27) для обоснования своих положений прибегает к помощи простых балансовых расчетов, на основе которых он даже пришел к выводу, что основным источником солей в современном засолении почв при орошении являются оросительные воды. В частности, в выводах по солевому балансу Голодной степи В. А. Ковда отмечает: «Сопоставляя вероятные приток и вынос солей в Голодной степи, можно видеть, что до орошения из ее пределов выносились соли в количестве 5000 т и Голодостепская равнина в целом засолялась. Но в результате орошения солевой режим Голодной степи изменился в сторону дальнейшего роста процессов засоления и закрепления этим баланса засо-

ления. Это обязано суммарному увеличению соленакопления за счет притока солей с оросительными водами несмотря на работу коллектора» (т. I, стр. 69).

Построение солевого баланса по методу В. А. Ковда верно с точки зрения правил арифметики и, если не интересоваться описанной судьбой солей при нисходящем токе фильтрационных вод, кажется на первый взгляд основательным. Но какое в действительности практическое значение может иметь вывод, гласящий, что до орошения Голодная степь в целом засолялась, если известно, что за тысячелетия при таком солевом балансе почвы Голодной степи, эволюционируя от луговых к сероземным, претерпели рассоление на глубину до 6-8 м! Неглубоко, до 0,3-0,5 м, рассолились лишь почвы Шурузякской депрессии, где этому процессу препятствовало неглубокое залегание минерализованных грунтовых вод. Следовательно, при положительном солевом балансе такой территории при учитываемом слое пород в несколько сот метров мощностью, как рассчитывает В. А. Ковда, может происходить общее рассоление почв на глубину до шести и более метров.

Не бóльшее практическое значение имеет и дальнейший вывод В. А. Ковда о том, что в результате орошения Голодной степи произошел «дальнейший рост процессов засоления», т. е., очевидно, рост накопления солей в толще четвертичных отложений мощностью в несколько сот метров. Что происходит при этом в производительном слое почвы, автор не указывает. Между тем известно, что вторичное засоление почв Голодной степи происходит при избыточном и неправильном орошении, а при высокой агротехнике и технике орошения наблюдается устойчивое рассоление почвы, примером чего могут служить передовые колхозы («Красный Октябрь» и др.) и совхозы (Пахта-арал).

Таким образом, пользуясь своим методом расчета солевого баланса территории, В. А. Ковда пришел к неверному выводу, согласно которому в современном орошаемом земледелии основным источником засоления почв якобы являются оросительные воды, и этим создав «теорию» неизбежного засоления почв при орошении. Ясно, что при таком методе расчета водного баланса требуется сплошное дренирование орошаемых земель в сазово-солончаковых и солончаковых равнинах.

Из вышеизложенного ясно, что солевой баланс орошаемых земель должен составляться для определенного слоя почвы, в котором все процессы корнеобитаемой части были бы тесно связаны с процессами нижней части; во всяком случае этот слой должен быть не меньше величины, соответст-

вующей критической глубине минерализованных грунтовых вод для данной почвы. Соли же, вымытые в нижние толщи грунтов, где имеются большие запасы их, должны учитываться в расходной, а не в приходной части баланса. Такой расчет солевого баланса будет показывать динамику солей в интересующих нас слоях почвы и грунтовых водах.

С изложенной точки зрения получают обоснования промывки засоленных почв и применение минерализованных вод на орошение.

Особенно ярким примером использования минерализованных вод на орошение является долголетний опыт в котловине Аяк-агитма. Последняя расположена в Кызыл-кумах, к северу от Бухарского оазиса, и представляет собой обширную депрессию, врезанную в третичные породы. В днище котловины грунтовые воды, сильно минерализованные, выступают на поверхность. Испаряясь, они образовали большое скопление солей, главным образом хлористого натрия, который имеет здесь промышленное значение. По окраинам днища грунтовые воды залегают близко и вызывают образование пухлых и корково-пухлых солончаков.

На северо-западной окраине котловины расположена экспериментальная база Института животноводства, на приусадебной площадке которой, на бывших корковых солончаках, имеется культурный орошаемый участок. Несколько десятков лет тому назад солончак был промыт водой из родника, выходящего к Аяк-агитминской котловине из северного уступа третичных пород. С того времени на нем при орошении указанной водой непрерывно культивируется люцерна.

Подобное устойчивое рассоление почвы с помощью минерализованной воды можно объяснить следующим образом. В естественных условиях на корковых и пухлых солончаках доминировал восходящий капиллярный ток сильно минерализованных грунтовых вод к испаряющей поверхности, который обуславливал накопление солей по всему профилю почвы. С началом же орошения, после промывки, в верхнем метровом слое почвы над восходящим током сильно минерализованной воды начал преобладать нисходящий ток слабо минерализованной воды. Произошло это благодаря тому, что в новых орошаемых условиях грунтовые воды находились на глубине ниже критической. На супесчаных и песчаных почвах Аяк-агитмы критическая глубина грунтовых вод, сильно минерализованных без влияния орошения, определялась примерно в 1,5—2 м, а в условиях орошения и опреснения верхнего слоя грунтовых вод она должна быть меньше примерно 1—1,5 м. Благодаря преобладанию нисходящего тока влаги над восходящим произошло рассоление почвы, которое

позволило в течение ряда лет выращивать люцерну и получать высокие урожаи ее, несмотря на то, что за пределами одно-двухметрового слоя почвы происходило накопление солей за счет оросительной воды. Использование заурных вод (сбросных и дренажных) на орошение в широких масштабах с давних пор применяется в Ферганской долине и в других древних оазисах¹.

Для правильного определения необходимых мелиоративных мероприятий особенно важно вскрытие как самого процесса засоления почв, так и причин, его вызывающих. Известно, что соли движутся в почве различными путями: с грунтовым потоком по уклону, с восходящим движением масс грунтовых вод—под влиянием передачи гидростатического давления, с капиллярным током грунтовых вод—к испаряющей поверхности, с гравитационным током воды—вглубь, путем диффузии солей—из мест большего насыщения в места меньшего насыщения солями и др. Все эти различные движения солей в почве осуществляются частью одновременно, частью сменяя друг друга при противоположных направлениях. Доминирующий характер какого-либо одного или же нескольких близких по своим результатам видов движения солей определяет развитие процессов засоления или рассоления почвы. Доминирующие пути движения солей в почве и причины, вызывающие их проявление и интенсификацию, как раз и необходимо вскрыть в целях определения эффективных мер борьбы с засолением почв.

Наиболее часто процесс засоления почв вызывается преобладанием восходящего капиллярного тока минерализованных грунтовых вод к испаряющей поверхности. Значительно реже он наблюдается при орошении минерализованными водами, т. е. при нисходящем токе гравитационной влаги. Еще реже процесс засоления почв определяется доминирующим восходящим диффузионным движением солей.

Диффузионное засоление почв проявляется в первые годы освоения солончаковатых сероземов с плохими фильтрационными свойствами и, в частности, сероземов, развитых на маломощных лёссах, подстилаемых пестроцветными соленосными глинами (отдельные участки по Северному Ташкентскому каналу). Такое диффузионное засоление почв сопровождается капиллярным выносом солей в периоды капиллярно-подвешенной влаги и быстро сменяется преобладающим выносом солей с капиллярным током влаги к испаряющей

¹ Сводка всего исследовательского материала по использованию для орошения минерализованных вод, полученного на опытных станциях, дана автором в специальной статье (Федоров, 68).

поверхности в силу переувлажнения при орошении слоев почвы и образования временной верховодки над наиболее трудно водопроницаемыми слоями. Таким образом, перенос солей к верхним слоям почвы (и, следовательно, засоление ее) происходит в подавляющем большинстве случаев с капиллярным током почвенных и грунтовых вод к испаряющей поверхности. Поэтому процесс засоления и интенсивность проявления его зависят от глубины залегания и степени минерализации грунтовых вод, капиллярных свойств почвы и культурного уровня агротехники.

Причинами высокого подъема грунтовых вод в одних случаях являются природные условия, как в сазовых и сазово-солончаковых равнинах, в других — условия ирригационно-хозяйственные, нарушающие водный баланс территории, как в солончаковых равнинах, где этот последний всегда находится на пределе в силу недренированности территории.

За последние десятилетия исследованиями установлено, что в гидрогеологических условиях большинства оазисов Средней Азии фильтрационные воды оросителей и орошаемых полей, просачиваясь к первичным грунтовым водам и накладываясь на них, создают повышенный горизонт грунтовых вод. Последний вызывает подъем грунтовых вод на соседних, неорошаемых в данный момент участках не в силу растекания фильтрационных вод в стороны, как отмечено выше для сазовых равнин, а под влиянием передачи гидростатического давления, развиваемого им в водоносной толще как в гидравлически связанной среде. При этом перемещение грунтовых вод в горизонтальном направлении осуществляется в глубоких дренирующих слоях водоносной толщи. В соответствии с этим фильтрационные воды на орошаемых массивах обуславливают опреснение верхнего слоя грунтовых вод, а на соседних неорошаемых — повышение их минерализации в силу непрерывного подъема к поверхности и испарения. Поэтому на неорошаемых участках, находящихся среди орошаемых, как и на описанных выше полосах, прилегающих к затопляемым депрессиям, происходит интенсивное засоление почв и повышение минерализации грунтовых вод за счет собственных солей, а не за счет привноса их с орошаемых участков.

Следует отметить, что в самое последнее время некоторые исследователи вновь возвращаются к старым взглядам на передвижение солей в почве и грунтовых водах. Так, В. А. Ковда (27) утверждает, что «в орошаемом земледелии легкорастворимые соли отличаются исключительно большой подвижностью как в вертикальном, так и в горизонтальном на-

правлениях» (т. I, стр. 56). Мало того, он приписывает пустующим землям какую-то особую силу «отсасывания на себя» избытка воды и солей с орошаемых массивов, чем якобы и объясняется благополучие орошаемых земель в оазисах (т. I, стр. 290). Для освещения затронутых вопросов кратко остановимся на проведенных исследованиях.

До того, как в советский период были развернуты исследования в области мелиорации засоленных почв, многие существенно важные теоретические и практические вопросы в этой области были освещены весьма слабо. Так, по вопросу об источниках солей, засоляющих почвы, в частности почвы Голодной степи, высказаны были две гипотезы: гипотеза импультверизации Н. А. Димо (17) и гипотеза инфильтрации Н. И. Курбатова (31), причем второй автор полностью отрицал первую гипотезу.

По вопросу о причинах, вызывающих высокий подъем грунтовых вод при орошении, была высказана и принята гипотеза водоупорности гипсового горизонта (выраженного в наших сероземах на глубине 0,7—1,2 м), который, подобно орштейновому горизонту, может вызвать образование верховодки при орошении (39).

Коренной мерой борьбы с засолением почв признавался дренаж глубиной 0,9—1,3 м при междреньях в 40—60 м и промывки при промывной норме 24 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$, которая рекомендовалась во всех случаях вне зависимости от глубины залегания и степени минерализации грунтовых вод, а также от степени засоления почв.

По вопросу о механизме дренажа господствовало представление, четко сформулированное А. Н. Костяковым (30): «Фильтрационные воды начнут поступать в дренаж только после того, как будет насыщена потенциальная, при данных условиях, влагоемкость дренированного слоя почвы» (стр. 228). «Действие промывки сказывается в том, что соли из верхних слоев переносятся в нижние слои, дренаж же удаляет эти соли из всего вышележащего слоя почвы, так что общее количество солей понижается очень сильно... Отсюда видно, что более глубокий дренаж (1, 2 м) действует наиболее энергично, мелкий же дренаж (0,7—0,9 м) действует удовлетворительно в том случае, если грунтовые воды лежат глубоко, т. е. если ему приходится отводить только фильтрационные поверхностные воды» (стр. 241—242).

Приведенные цитаты ясно отражают взгляд на дренаж как на всасывающий аппарат, могущий полностью улавливать фильтрационные воды вместе с растворенными в них солями вне зависимости от глубины залегания грунтовых вод. В случае же мелкого дренажа этот последний, при глу-

боком залегании грунтовых вод, якобы даже способствует отводу фильтрационных вод. Поэтому в формуле расчета фильтрационных (дренажных) вод при промывках не учитывался расход воды, необходимый для предварительного подъема грунтовых вод до дна дрен и выше.

Такой взгляд на дренаж не объяснял причин реставрации засоления почвы на промытых дренированных участках, и эффективность промывки засоленных почв в отсутствии дренажа представлялась мало понятной.

Имевшиеся наблюдения за режимом грунтовых вод по смотровым колодцам подвергались сомнению, ибо делались предположения, что горизонт воды в смотровых колодцах может колебаться под влиянием изменения давления почвенного воздуха и не отражать действительного колебания уровня грунтовых вод.

Для разрешения последнего вопроса, а также вопроса о возможном образовании под влиянием орошения верховодки, которая, как представлялось, должна быть изолирована от первичных грунтовых вод, в 1927 году на опытной станции в Голодной степи нами были заложены так называемые «сложные колодцы», состоящие из нескольких труб, опущенных на разную глубину. Построены они были следующим образом.

В вырытом ручным способом колодце диаметром в 1—1,5 м устанавливалось несколько труб, опущенных на глубину одного, двух, трех метров и так далее до уровня грунтовой воды при ее наинизшем залегании. Таким образом, при закладке колодца только самая глубокая труба достигала грунтовой воды, а остальные были в сухом грунте. Все трубы были изолированы друг от друга следующим путем: первая, наиболее глубокая труба, установленная своим дном на естественном грунте с подсыпкой гравия, засыпалась землей на высоту 1 м, после чего к ней со всех сторон прикреплялась полоса равендука, которая закрывала всю поверхность насыпанной земли; затем равендук покрывался горячей смолистой смесью, особенно тщательно у стенок трубы, чтобы предотвратить возможное стекание воды по стенкам трубы; вторая труба устанавливалась рядом с первой, но уже на просмоленном равендуке с предварительной подсыпкой гравия; затем обе трубы засыпались землей на высоту 1 м, на которой устраивался описанным способом новый изолятор для следующей трубы и т. д. (см. рис. 1).

Построенный таким образом сложный колодец должен отразить образование обособленной верховодки в своих верхних трубах. Если же предположить, что под влиянием орошения верховодка не образуется, а поднятие уровня воды в

трубе простого колодца происходит в силу изменения давления почвенного воздуха, то в сложном колодце поднятие уровня воды в этом случае произойдет только в тех трубах, которые погружены в водоносный слой (на рисунке изображена только одна глубокая труба).

На опытной станции были установлены три таких сложных колодца: один — на неорошаемой залежи и два — на орошаемых полях, причем один из последних — среди люцерновых, а другой — среди хлопковых полей. Кроме того, один сложный колодец из восьми труб был установлен на территории совхоза «Пахта-Арал», на целине до ее орошения.

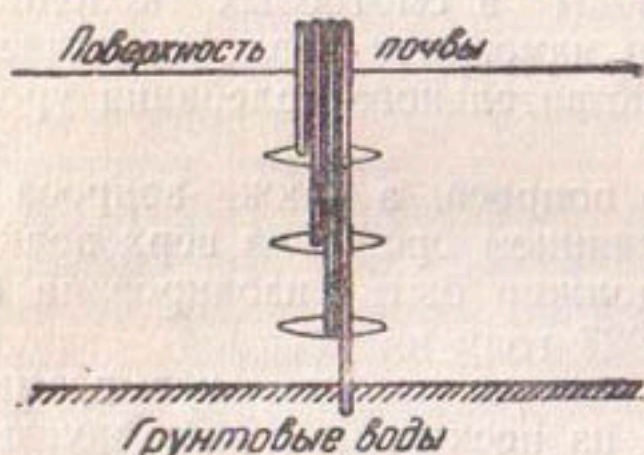


Рис. 1. Сложный колодец.

Регулярные ежедневные двукратные наблюдения за режимом грунтовых вод по сложным колодцам, производившиеся на опытной станции в 1927 и 1928 гг., не отметили ни одного случая появления воды в какой-либо из верхних труб без общего подъема уровня воды во всех трубах. Весной 1928 г., когда грунтовые воды

под влиянием поливов были высоко подняты, трубы сложного колодца отражали этот подъем в строго определенном порядке, а именно: сначала вода поднималась в самой глубокой трубе и, когда горизонт в ней доходил до дна более мелкой, появлялась вода в этой последней; далее горизонт воды в обеих трубах поднимался одновременно до горизонта дна следующей трубы и т. д. После откачек восстановление уровней в сложном колодце происходило быстрее в мелких трубах, чем в глубоких; это, повидимому, объясняется тем, что в глубоких трубах для достижения горизонта, одинакового с мелкими, из почвы за то же время должно выделиться гораздо больше воды. Горизонт воды в глубокой трубе превышал таковой в мелкой чаще всего на 3 — 4 см.

Сложный колодец в совхозе «Пахта-арал» также не отразил образования верховодки при орошении: весной 1928 г. после одного полива при норме $6000 \text{ м}^3/\text{га}$ грунтовые воды поднялись на 2 м и вода оказалась только в трех глубоких трубах — восьми-, семи- и шестиметровой, установившись при этом на одном и том же уровне.

Эти наблюдения по сложным колодцам, опубликованные в 1930 г. (66), дали основание сделать следующие выводы:

1) в условиях Голодной степи образование верховодки под влиянием орошения не происходит и наблюдаемый подъем грунтовых вод при орошении объясняется появлением сплошного водоносного слоя в результате соединения оросительных вод с грунтовыми;

2) изменения в давлении почвенного воздуха под влиянием поливов, если и происходят, не имеют практического значения.

Следовательно, обыкновенные смотровые колодцы отражают действительный режим грунтовых вод.

Весной 1928 г. на территории опытной станции нами были установлены еще два сложных колодца, но уже без изоляторов, а просто в виде скважин разной глубины, заложенных на расстоянии 0,5 м друг от друга; скважины закреплялись деревянными обсадными трубами. По своему действию эти колодцы нисколько не отличались от действия сложных колодцев с изоляторами.

Годичный цикл наблюдений за режимом грунтовых вод по всем колодцам показал, что уровень грунтовых вод падает с весны до осени и зимой вновь поднимается, причем на неорошаемой залежи эти падения и подъем происходят плавно, а на орошаемых полях кривые режима грунтовых вод имеют временные пики, создаваемые отдельными поливами.

Наблюдения за влиянием отдельных поливов на грунтовые воды показали, что чем ближе орошаемый участок находился к колодцу, тем выше последний отражал поднятие грунтовых вод после полива. Наиболее высокое поднятие уровня грунтовых вод происходило под самым поливаемым в данный момент полем. Важно подчеркнуть, что, как показали двух- и трехкратные ежедневные наблюдения, полив какого-либо поля отражался на грунтовых водах только утром следующего дня и вне зависимости от расстояния колодца до поливавшегося участка, хотя расстояние это часто определялось в 50 — 60 м.

Столь быстрое (в течение половины суток) поднятие грунтовых вод под территорией, находившейся на расстоянии 50 м от политого участка, могло произойти только под влиянием передачи гидростатического давления, ибо горизонтальное движение воды в почве не может происходить с такой скоростью. Следовательно, фильтрационные воды, сомкнувшиеся с грунтовыми на поливаемом участке и образовавшие повышенный горизонт этих последних, вызвали подъем грунтовых вод на соседних участках в силу передачи гидростатического давления, а не растекания фильтрационных вод в стороны, как это предполагалось ранее.

Этими наблюдениями был подтвержден вывод Е. Г. Петрова и В. С. Конькова (50), которые одновременно с нашими иссле-

дованиями изучали влияние оросителя на уровень грунтовых вод в семхозе «Пахта-арал».

Рассматривая короткую трубу сложного колодца, как дренаж соответствующей глубины (1 м), можно с уверенностью утверждать, что в нее вода может поступать только тогда, когда уровень грунтовых вод, отмечаемый глубокой трубой, поднимается до ее дна. До этого момента короткая труба, как показали все наблюдения, всегда остается сухой вне зависимости от того, находится ли колодец непосредственно на орошаемом участке или удален от него. Отсюда следует, что короткая труба действует под влиянием гидростатического давления водоносного слоя, когда горизонт его поднимается выше дна трубы.

Горизонтальный дренаж не может действовать иначе, что подтверждается прямыми наблюдениями. Дрены на опытной станции глубиной в 1 м всегда начинали действовать лишь после того, как уровень воды в ближайших колодцах поднимался выше их дна. До этого момента дрены, как и короткие трубы сложного колодца, оставались сухими даже и в тех случаях, когда поливались прилегающие к дренам участки, если после таких поливов грунтовые воды не поднимались выше дна дрен.

Наблюдения над колодцами, находящимися в 10 м от дрены, показали, что последняя обнаруживает и прекращает свое действие, когда уровень воды в колодцах оказывается выше дна дрены на 16 см.

Эти наблюдения за режимом уровня грунтовых вод по сложным колодцам позволили сделать следующие выводы:

1) после увлажнения слоев почвы до полевой влагоемкости (предельной по Л. П. Розову) вода в почве под влиянием силы тяжести движется сверху вниз, со всеми неизбежными при этом последствиями, каким оказывается, например, проявление гидростатического давления (этим подтверждаются на практике положения А. Ф. Лебедева о движении воды в почве);

2) фильтрационная вода, смыкаясь с грунтовой, обуславливает повышение горизонта грунтовых вод, что в свою очередь, силой гидростатического давления поднимает уровень грунтовых вод на соседних участках по ниспадающей депрессионной кривой;

3) в водоносном слое почвы, в который они погружены, дрены действуют под влиянием гидростатического давления, поэтому до тех пор, пока уровень грунтовых вод не поднимется выше дна дрен, дрены действовать не в состоянии.

Наблюдения за движением воды в верхнем метровом слое почвы при поливах проводились нами в 1930 г. на Ферганской опытной станции, где был заложен описываемый ниже опыт.

Перед поливом поля на площадке диаметром 1,5 м, на расстоянии 30 см друг от друга были заложены скважины глубиной в 100, 60, 40, 20 см (обозначенные соответственно номерами 1, 2, 3, 4). Площадка была окружена маленьким земляным валом для защиты скважин от затопления водой при поливе поля. Таким образом, скважины находились во время полива среди воды, на расстоянии всего 1 м от внешней стороны валика, т. е. от самой воды покрывавшей поле слоем в 10 см.

Наблюдения за временем появления воды в верхнем метровом слое почвы по описанным открытым, без обсадных труб скважинам полностью подтвердили приведенные выше выводы наблюдений на Голодностепской опытной станции. Порядок появления воды в скважинах виден на рис. 2.

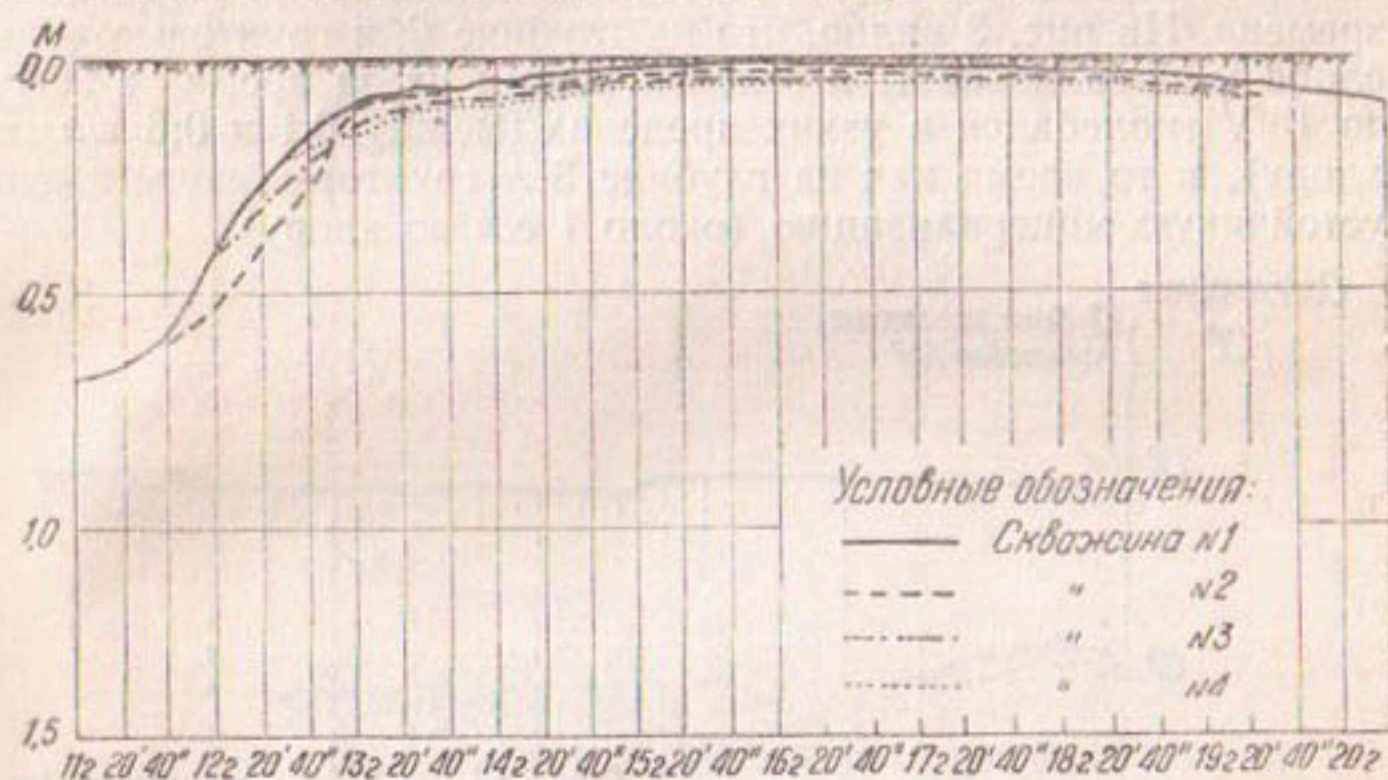


Рис. 2. Появление грунтовой воды в скважинах разной глубины под влиянием полива.

Описанные условия действия дрен не только становятся понятными с точки зрения положений А. Ф. Лебедева по вопросу о передвижении воды в почве, но теоретически представляют собой следствие этих положений. В самом деле, помимо количества воды, которое соответствует полевой ее влагоемкости, почва в момент передвижения воды содержит гравитационную воду. Последняя подчинена силе тяжести, давление которой недостаточно для того, чтобы преодолеть поверхностное натяжение у стенок дрены на разделе почвы и воздуха. Если этот раздел не находится на пути движения воды, т. е. не нарушает свободного течения воды под действием силы тяжести, то нет, следовательно, и силы, которая могла бы заставить оторваться каплю воды у стенок дрены и проникнуть в нее.

В свете всего вышеизложенного установившийся ранее взгляд на дренаж как на всасывающий аппарат противоречит основным положениям о движении воды в почве и закону физики о развитии поверхностного натяжения на поверхности разделов разных тел.

Наблюдения за солевым режимом грунтовых вод по сложным колодцам привели, с одной стороны, к неожиданным выводам, а с другой — к подтверждению выводов, полученных на основе изучения режима уровня грунтовых вод. Неожиданным явился факт разной степени минерализации грунтовых вод с углублением в водоносный слой: в одном колодце на разной глубине грунтовая вода оказалась разной степени минерализации, при условии устойчивости этой разницы во времени. На рис. 3 видно, что на глубине 2 м грунтовые воды слабо минерализованы и солевой режим их за время с 29/IV по 13/VI колебался в узких пределах (между 0,1 и 0,3 г/л по хлору), в то время как на глубине 3 м грунтовые воды имели устойчивую минерализацию (около 1 г/л по хлору).

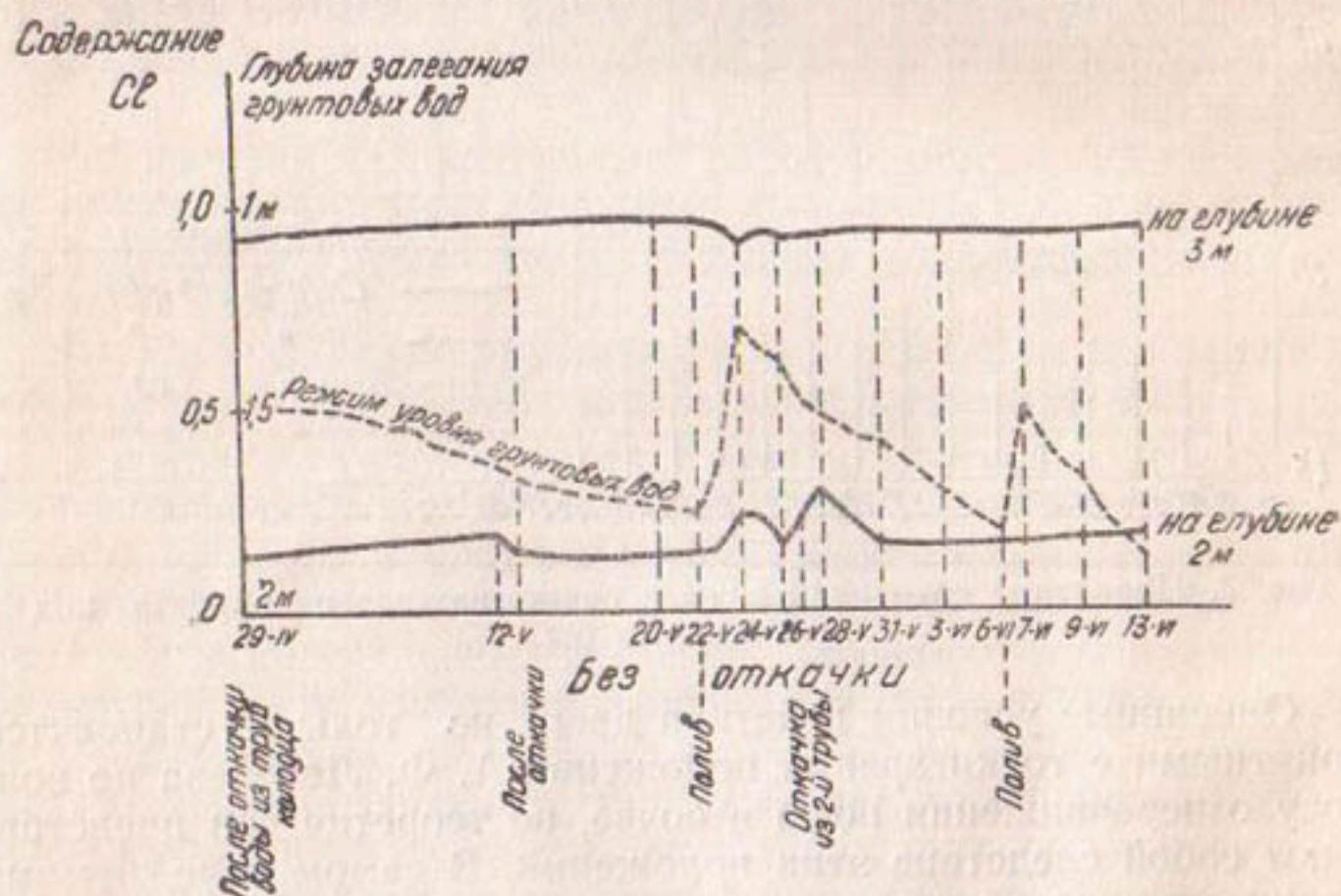
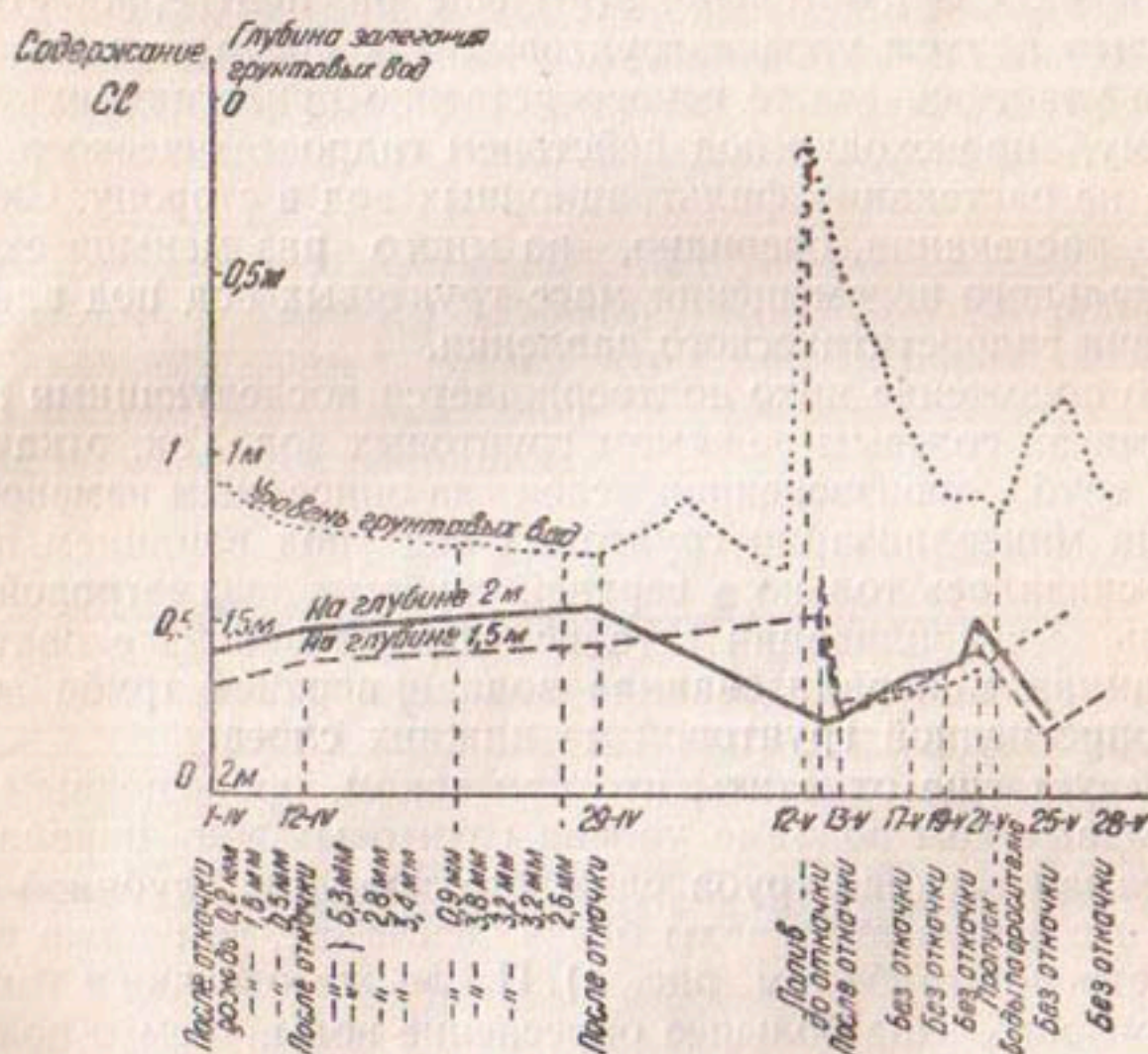


Рис. 3. Солевой режим грунтовых вод в колодце № 3 (содержание Cl в г/л).

Важно отметить, что резкие изменения в степени минерализации грунтовых вод на глубине 2 м происходили при подъеме грунтовой воды под влиянием полива, произведенного 22/V, а также после откачки воды из этой трубы. В первом случае повышение минерализации грунтовых вод указывает на то, что при подъеме их уровня под влиянием полива соседнего участка происходит приток снизу более минерализованной воды, чем

подтверждается выжимание грунтовых вод со стороны поливаемого в данный момент участка под влиянием передачи гидростатического давления. Во втором случае повышение минерализации грунтовых вод после откачки воды из трубы указывает на явное преобладание притока воды снизу над притоком ее сверху и с боков в освобожденную откачкой трубу. Нет никаких оснований полагать, что дрены действуют иначе — они также, следовательно, принимают в основном приток воды снизу, а не с боков.



грунтовых вод на глубине 2 м до промывки была всего на 0,1 г/л выше, чем на глубине 1,5 м. Такая разница в степени минерализации грунтовых вод на указанных глубинах сохранялась в течение месяца, несмотря на три откачки, произведенные одновременно из всех труб 7, 12, и 29 апреля. После поли-

ва этого поля грунтовые воды поднялись почти до поверхности, а степень минерализации их изменялась только в глубокой трубе, на глубине 2 м; на глубине же 1,5 м она продолжала расти и совершенно не отразила этого подъема грунтовых вод.

Минерализация грунтовых вод на глубине 2 м снизилась почти вдвое (с 0,6 до 0,3 г/л по хлору). Надо полагать, что это снижение минерализации могло произойти только за счет нижних слоев грунтовых вод, уже опресненных фильтрационными водами оросителя. Если бы в этом опреснении грунтовых вод после полива участвовали фильтрационные воды орошаемого поля, где стоял колодец, огражденный от оросительной воды валом, то опреснение несомненно и в первую очередь коснулось бы верхнего слоя грунтовых вод, т. е. было бы заметно в полутораметровой трубе. А этого, как видно из рисунка, не произошло. Следовательно, этим еще раз подтверждается тот факт, что подъем уровня грунтовых вод под влиянием орошения на участках, даже непосредственно прилегающих к поливаемому, происходит под действием гидростатического давления, а не растекания фильтрационных вод в сторону. Скорость такого растекания, очевидно, во много раз меньше скорости вертикального перемещения масс грунтовых вод под влиянием передачи гидростатического давления.

Это положение ярко подтверждается последующими наблюдениями за солевым режимом грунтовых вод. Так, откачка воды из труб, произведенная вслед за описанным изменением в степени минерализации грунтовых вод под влиянием полива, резко сказалось только в верхней трубе; в двухметровой трубе степень минерализации осталась неизменной. Следовательно, откачанная минерализованная вода в верхней трубе сменилась опресненной грунтовой из нижних слоев.

Следует еще отметить, что при таком, происшедшем после полива высоком подъеме уровня грунтовых вод начала работать самая верхняя труба сложного колодца, глубиной в 1 м. В ней минерализация воды оказалась выше, чем даже в полутораметровой трубе (см. рис. 4). После же откачки в этой трубе произошло еще большее опреснение воды, чем в полутораметровой, и несомненно также за счет нижних опресненных вод.

Далее, в течение нескольких дней (с 13/V по 21/V), выравненная минерализация во всех трубах начала расти, но при пуске воды по указанному полевому оросителю и вызванному этим подъему грунтовых вод минерализация в глубоких трубах резко упала, в то время как в верхней (однометровой) она продолжала расти. Ороситель, как отмечалось, находился всего в 3 м от сложного колодца, но его фильтрационные воды даже при такой близости не успевали воздействовать на верхние

слои грунтовых вод (до 1,5 м) путем растекания, вызывая выжимание нижних горизонтов грунтовых вод под действием гидростатического давления.

Наблюдения за солевым режимом грунтовых вод по сложным колодцам позволили сделать следующие выводы:

1) на культурных полях минерализация верхних слоев грунтовых вод слабее, чем нижних, исключая участки, расположенные в непосредственной близости от оросителей, где грунтовые воды в нижних горизонтах тоже опреснены;

2) различие в степени минерализации в вертикальном разрезе является характерной чертой грунтовых вод солончаковых равнин с подпертым напорным грунтовым бассейном; поэтому солевой режим грунтовых вод в данных гидрогеологических условиях нельзя изучать в обычных смотровых колодцах, как это рекомендуется в учебных пособиях, а нужно иметь для этой цели специальный бур, который позволял бы брать образцы грунтовых вод из разных слоев водоносной толщи грунта;

3) вертикальное перемещение масс грунтовых вод под действием гидростатического давления является преобладающим видом движения воды в почве, что с еще большей убедительностью подтвердили наблюдения за солевым режимом грунтовых вод по сложным колодцам;

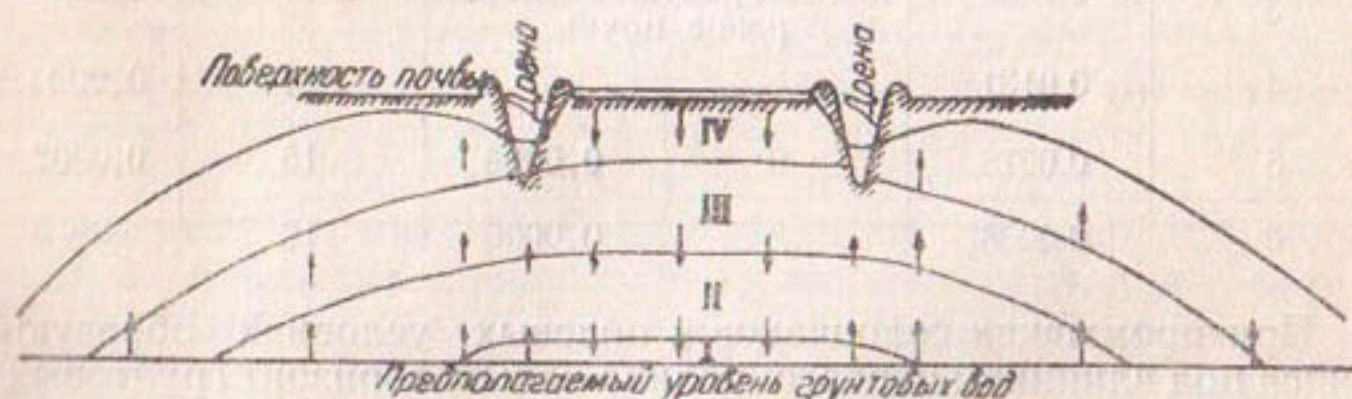


Рис. 5. Схема промывки.

4) при дренаже, под действием гидростатического давления со стороны водоносного слоя над дном дрен, отводятся не фильтрационные воды, как это представлялось ранее для всех гидрогеологических условий, а грунтовые воды главным образом из нижних слоев их залегания.

Помимо изложенных выводов наблюдения за режимом уровня и химическим режимом грунтовых вод дали возможность нарисовать схему промывки солончака на дренированном участке и образования слоев грунтовых вод разной минерализации (рис. 5).

Предварительно в лабораторной обстановке на воронке нами была произведена промывка верхнего горизонта пухлого солончака. Результаты анализов последовательных порций промывкой воды по 50 см³ из образца в 50 г приведены в табл. 7. Эти данные показывают, что почти вся масса легко-растворимых солей, содержащихся в почве, выносятся из нее первыми порциями воды.

Таблица 7

Содержание хлора в последовательных порциях промывной воды из верхнего горизонта пухлого солончака в ‰ от веса абсолютно сухой почвы (данные Голоднотепской сельскохозяйственной опытной станции за 1928 г.)

№ порций в порядке взятия на исследова- ние	Содержание Cl	№ порций в порядке взя- тия на ис- следование	Содержание Cl	№ порций в порядке взя- тия на ис- следование	Содержа- ние Cl
1	0,0060	7	0,0026	11	0,0004
2	0,0217	8	0,0019	12	0,0006
3	0,0206	после просушивания об- разца почвы		13	0,0004
4	0,0131			14	0,0004
5	0,0075	9	0,0006	15	0,0002
6	0,0038	0	0,0006	16	следы

При промывках солончаков в полевых условиях образующийся под влиянием первого полива новый горизонт грунтовых вод должен иметь своим основанием в первый момент проекцию поливаемой площади на горизонтальную плоскость. Этот повышенный слой грунтовых вод, оказывая в момент своего образования давление на общую поверхность грунтовых вод, выжимает последние на соседних участках и, таким образом, создает себе склоны из поднятых грунтовых вод, а не за счет растекания вод фильтрационных. Следующий полив вызывает новый подъем грунтовых вод под промываемым участком за счет фильтрационных вод и также выжимание грунтовой воды на соседних участках под действием гидростатического давления и т. д.

Под мелиорируемым участком под влиянием промывки создаются, таким образом, слои грунтовых вод разной минера-

лизации, а на соседних участках — поднятые грунтовые воды с неизменными различиями в степени минерализации их в вертикальном и горизонтальном распространении. При этом наиболее минерализованными слоями грунтовых вод под мелируемым участком явятся нижние, образованные первыми порциями фильтрационных вод, растворивших основную массу солей в почве. Эти слои грунтовых вод должны быть глубоко вдавлены в водоносную толщу последующими, менее минерализованными слоями, вследствие чего и образуется так называемая опресненная подушка грунтовых вод под промытыми участками.

Дрены, находящиеся по краям промываемого участка (см. рис. 5), начинают действовать только с того момента, когда уровень грунтовых вод поднимается выше их дна, т. е. по представленной схеме, после третьего полива. К этому времени вымытые из почвы соли будут глубоко вмыты, а в дрены начнут поступать выжатые под дном их грунтовые воды. Какое время требуется для того, чтобы дрены начали отводить промывные воды в данных гидрогеологических условиях, неизвестно, но во всяком случае оно во много раз больше, нежели время проведения самих промывок. Поэтому после промывок на дренированных и недренированных участках мы наблюдаем вмывание солей вглубь и опреснение верхних слоев грунтовых вод.

Созданный промывками опресненный слой грунтовых вод при близком их залегании быстро расходуется на испарение и транспирацию в первый же год освоения и на его место вновь поступают минерализованные слои грунтовых вод, вжатые промывкой, в силу стремления грунтового бассейна к гидростатическому равновесию. Этим объясняется реставрация засоления на промытых дренированных участках, которая с позиций прежнего взгляда на дренаж не поддавалась объяснению.

Описанными наблюдениями и сделанными из них выводами объяснены были и многие другие неясные в то время явления, имеющие большое практическое значение. Так, засоление внутрихозяйственных перелогов ранее объяснялось перемещением солей от орошаемых участков к неорошаемым, причем не задумывались над возможной скоростью такого движения воды и солей в грунтах с очень низким коэффициентом фильтрации. Даже засоление культурных полей под влиянием промывок соседних участков объяснялось приносом солей из промываемого участка, хотя часто имели место случаи, когда промываемый участок в сравнении с засолившимся культурным занимал относительно низкое положение.

С точки зрения описанных наблюдений засоление почв на внутрихозяйственных перелогах происходит за счет своих со-

лей в условиях подъема минерализованных грунтовых вод. Этот подъем вызывается передачей гидростатического давления со стороны орошаемых участков с повышенным уровнем грунтовых вод, а засоление почв происходит в силу непрерывного капиллярного восходящего тока грунтовых вод к испаряющей поверхности и, затем, испарения. При таком взгляде на процесс засоления могут быть объяснены и широко распространенные случаи засоления повышенных участков под влиянием орошения соседних впадин.

Не останавливаясь на многих других практических вопросах, получивших освещение с точки зрения новых в то время положений, остановимся на кажущемся противоречии этих последних с положениями, давно установленными в гидравлике. Причина этого противоречия кроется, по нашему мнению, в том, что одни и те же явления рассматриваются без учета различий в окружающей среде. В гидравлике положения о токе грунтовых вод и действии дрена выведены в условиях однородных грунтов на водоупоре при местном питании грунтовых вод. Наши же исследования касаются совершенно иных гидрогеологических условий, присущих солончаковым равнинам: отдаленный источник (предгорные равнины) питания подпертого грунтового бассейна в условиях разнородного грунта; источник питания при этом гидравлически связан с бассейном и своим давлением обуславливает восходящий ток грунтовых вод этого бассейна к испаряющей поверхности с выклиниванием их в депрессиях и руслах. Непрерывный восходящий ток грунтовых вод продолжается до уровня, соответствующего величине гидростатического давления со стороны источника питания.

Таким образом и устанавливается первичный горизонт грунтовых вод, находящийся в подвижном гидростатическом равновесии с источником питания. В этих условиях формирования и залегания грунтовые воды имеют напорный характер. На первичный горизонт их накладываются фильтрационные воды орошения, вызывающие быстрое вертикальное перемещение масс грунтовых вод под действием гидростатического давления.

Естественно, что в описанных гидрогеологических условиях солончаковых равнин, коренным образом отличающихся от тех, для каких выведены положения в гидравлике, все процессы и явления должны идти иными путями, и возникающие противоречия вполне законны. Если в первом случае дрена, построенные поперек движения грунтового потока, перехватывают его полностью и играют роль отсеченных, то в описанных гидрогеологических условиях они никогда не смогут играть такой роли, потому что здесь в верхнем слое нет выраженного по-

тока грунтовых вод, и высота его непрерывно поддерживается восходящим током в силу стремления подпертого грунтового бассейна к гидростатическому равновесию. Поэтому дрена, врезанная в такой грунтовой бассейн, должна прежде всего усилить восходящий ток грунтовых вод через свое дно. Этим и объясняется отсутствие усиления действия дрен в данных гидрогеологических условиях, при заложении их поперек уклона, в сравнении с их действием при продольном заложении.

В последующие годы все изложенные положения с еще большей убедительностью были подтверждены многолетними наблюдениями за водным и солевым режимами почв, режимом уровня грунтовых вод и их солевым режимом на культурных полях и перелогам на различном расстоянии от дрен и оросителей; наблюдения эти проводились на опытных станциях в Федченко и в Золотой Орде.

К этим же выводам пришел гидрогеолог Б. М. Георгиевский после шестилетних наблюдений за режимом уровня и химическим режимом грунтовых вод в условиях Южного Хорезма.

Приведем еще некоторые данные из работ Ферганской опытной станции в Федченко. На рис. 6 и 7 приведены кривые режима уровня грунтовых вод с марта 1929 г. по декабрь 1930 г., составленные по данным наблюдений за колодцами в междуречьях 3—5 и 7—9. Все наблюдаемые пики кривых вызваны поливами, причем подъем уровня грунтовых вод идет по более крутой кривой, чем спад их после полива. Уровень грунтовых вод, подъем которых был обусловлен отдельным поливом, восстанавливается затем в течение 10 — 20 дней, если в этот период не происходят новые поливы данной площади или площади, соседней с ней.

Подвергнув приведенные кривые более детальному рассмотрению, можно проследить, на какое расстояние распространяется влияние отдельных поливов. Разный характер кривых в периоды между пиками отражает как раз влияние поливов соседних участков. Так, поливы площади по М-1, расположенной выше по рельефу, в сравнении с рассматриваемой по М-3, отражались на следующий же день в колодцах 12, 13, 14, 15 и 16, т. е. на расстоянии 100 м от поливаемого поля, если подъем уровня грунтовой воды на последнем достигал 1 м (см. поливы по М-1 с 31/V по 4/VI и с 3/VIII по 10/VIII). На рис. 8 представлено отдельно влияние первого полива по М-1. Осенью, когда общий уровень грунтовых вод понижается и поливы вызывают большую разность в высотах уровня грунтовых вод поливаемого и неполиваемого участков, влияние этих поливов сказывается и на большем расстоянии. Так, полив той же площади по М-1, произведенный

с 16/IX по 23/IX и создавший разность в высотах уровней грунтовых вод поливаемого и неполиваемого участков величиной в 1,4 м, отразился на колодце 17 (т. е. на расстоянии 137 м от площади полива), приостановив падение уровня воды в нем на 20-дневный срок. Наконец, полив граничащей с перелогам площади по М-9, который вызвал на поливаемом участке подъем уровня грунтовых вод на 2 м, в первые сутки отразился на площадях, отдаленных на 100 м, на вторые же сутки это расстояние достигло 200 м, в то время как на самом политом участке уровень грунтовых вод успел уже после полива понизиться на 30 см.

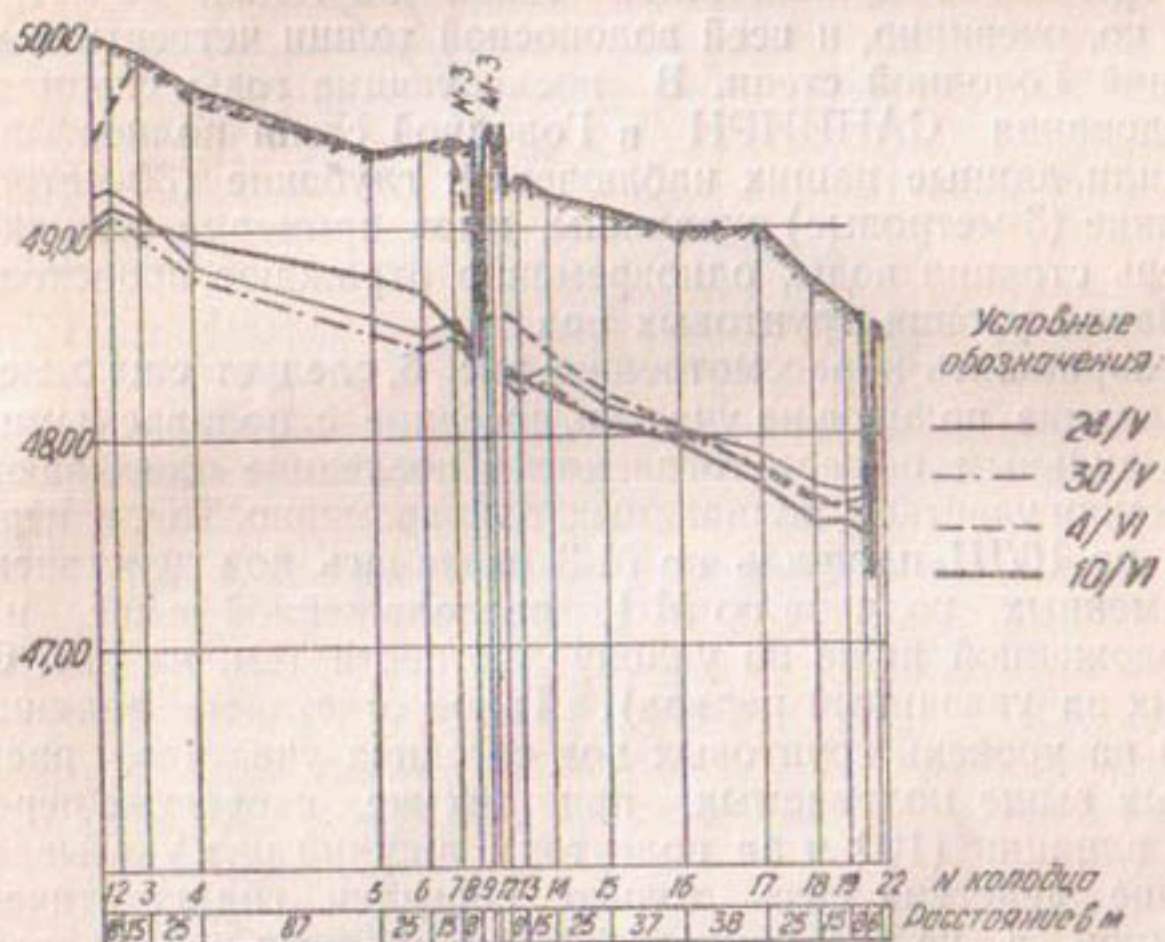


Рис. 8. Влияние полива на уровень грунтовых вод соседнего участка.

Эти наблюдения позволили несколько уточнить и развить выведенные ранее положения. Так, относительно влияния поливов на уровень грунтовых вод соседних с орошаемыми участков (рис. 9) было установлено, что дальность распространения этого влияния зависит от разности в высотах уровней грунтовых вод, создаваемой каждым отдельным поливом: при разности в 1 м влияние поливов распространяется на 100—120 м, а при разности в 2 м — на 200—240 м, т. е. депрессионная кривая, формирующаяся от политого участка к участкам, в данный момент неполитым, имеет средний уклон, примерно равный 0,01.

В 1931 г. в Золотой Орде нами были возобновлены наблюдения за режимом уровня грунтовых вод в глубокой (69-метровой) скважине, служившей для испытания вертикального дренажа, и в мелких (3—4-метровых) скважинах, расходящихся лучами от глубокой. Данные этих наблюдений показали, что при примерно одинаковых уровнях в глубокой и мелких скважинах колебания уровня в глубокой скважине происходили совершенно одинаково и одновременно с мелкими. Такое согласованное действие скважин не нарушалось и при резких подъемах уровня грунтовых вод на соседних участках. Поведением глубокой скважины ярко подтвердилось предположение о внутренней гидравлической связи не только 69-метрового слоя, но, очевидно, и всей водоносной толщи четвертичных отложений Голодной степи. В последующие годы специальные исследования САНИИРИ в Голодной степи полностью подтвердили данные наших наблюдений: глубокие (30-метровые) и мелкие (3-метровые) скважины, имея примерно одинаковый уровень стояния воды, одновременно отражают происходящие колебания уровня грунтовых вод.

Возвращаясь к рассмотрению рис. 6, следует еще отметить, что влияние поливов на участки, соседние с поливаемыми, особенно сильным бывает тогда, когда последние оказываются в окружении участков, поливаемых одновременно. Так, в период с 10/III по 16/III площадь по М-3 оказалась под действием одновременных поливов по М-1, расположенной выше, и М-5, расположенной ниже по уклону местности (см. на рис. 6 пик кривых за указанный период). Такое отчетливое влияние поливов на уровень грунтовых вод соседних участков, расположенных выше поливаемых, при тех же скоростях передачи этого влияния (100 м за полсутки), лишний раз указывает на наличие действия здесь только передачи гидростатического давления, а не растекания фильтрационных вод в стороны. На рис. 7 влияние (в чистом виде) такого полива площади по М-9 на площадь по М-7 распространяется на расстояние 104 м (по колодцу № 39) в периоды с 9/VII по 19/VII и с 24/VII по 3/IX-29 г.

На рис. 10 показано влияние одного весеннего дождя на уровень грунтовых вод дренированного участка. Такое четкое отражение влияния дождей на уровне грунтовых вод улавливается только ранней весной, когда грунтовые воды стоят высоко и почва насыщена влагой до степени полевой влагоемкости. С апреля дожди уже не отражаются на уровне грунтовых вод, расходуясь полностью на насыщение почвы. По кривым подъема уровня грунтовых вод видно, что дрены успевают срабатывать пики грунтовых вод только в ближайших к ним колодцах.

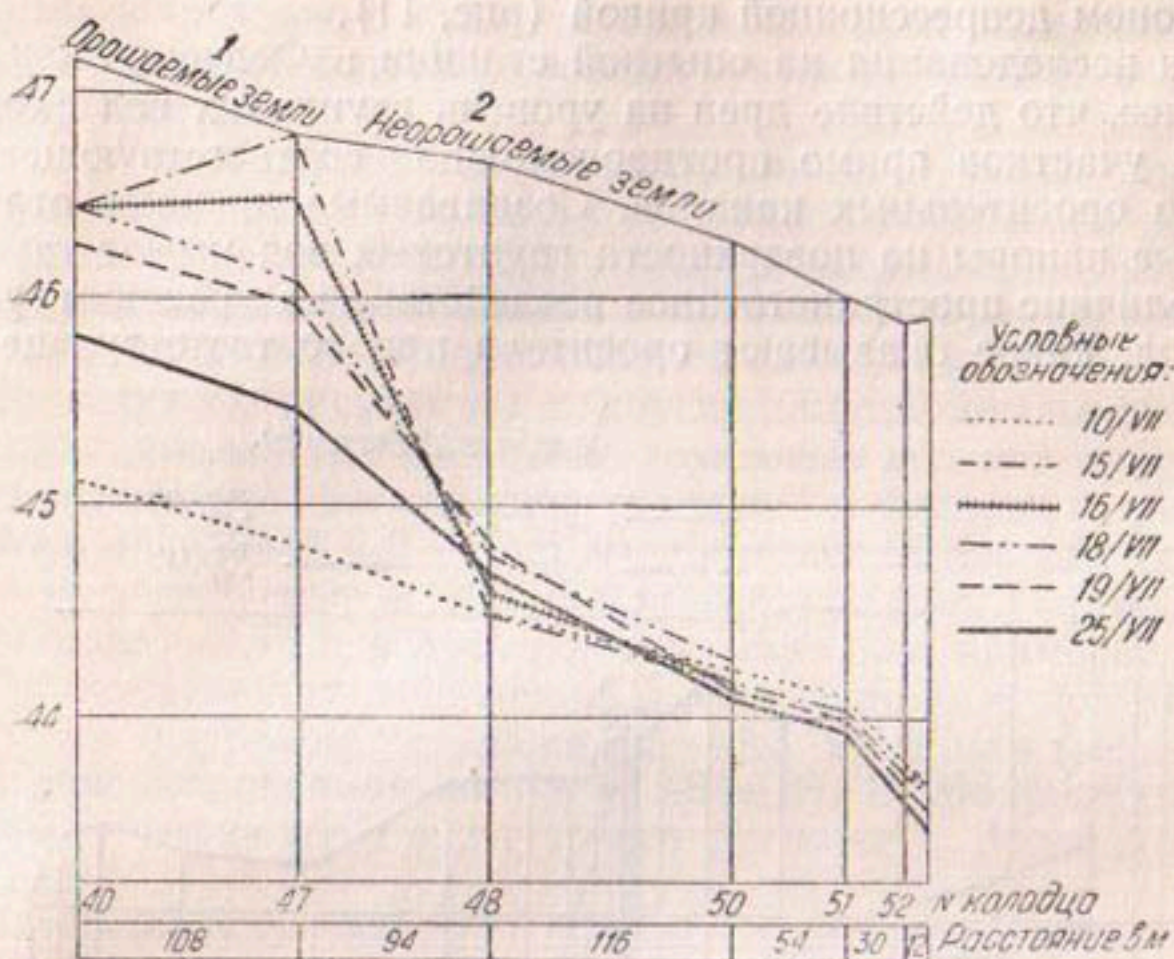


Рис. 9. Влияние полива на уровень грунтовых вод соседнего участка.

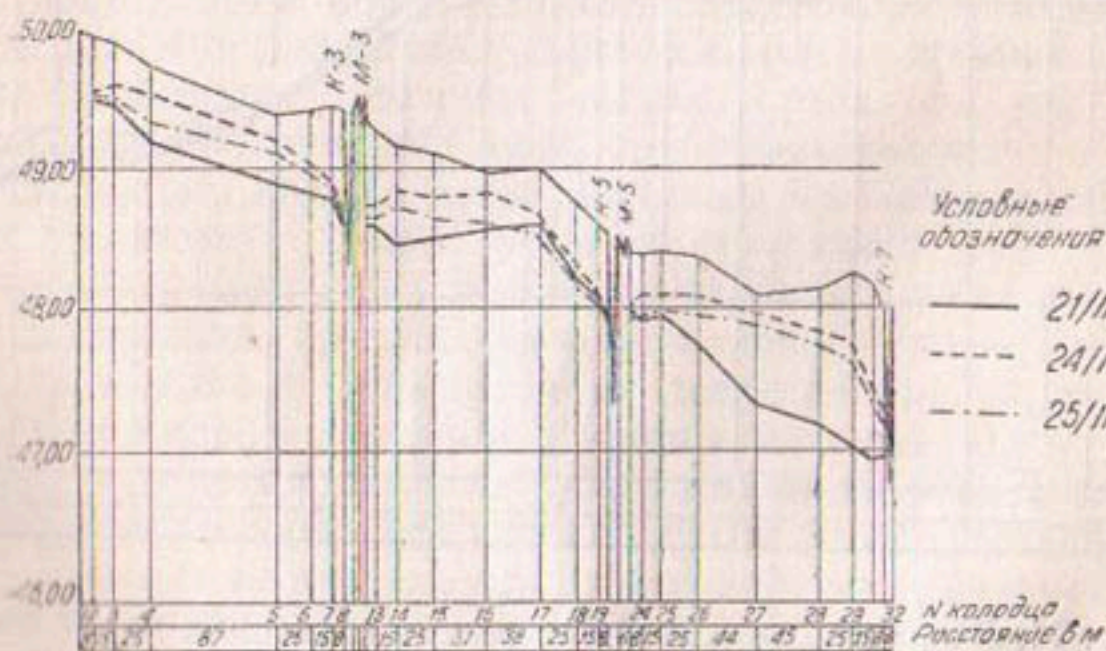


Рис. 10. Влияние дождя на уровень грунтовых вод.

Пуск воды по оросителям оказывает такое же влияние на грунтовые воды прилегающей полосы, как и поливы с тем же пространственным действием, и, следовательно, с тем же средним уклоном депрессионной кривой (рис. 11).

Наши исследования на опытной станции в Федченко показали далее, что действие дрен на уровень грунтовых вод окружающих участков прямо противоположно соответствующему действию оросительных каналов. Создаваемые дренами отрицательные напоры на поверхности грунтовых вод имеют такое же по величине пространственное воздействие на уровень грунтовых вод, какое оказывают оросители при соответствующем

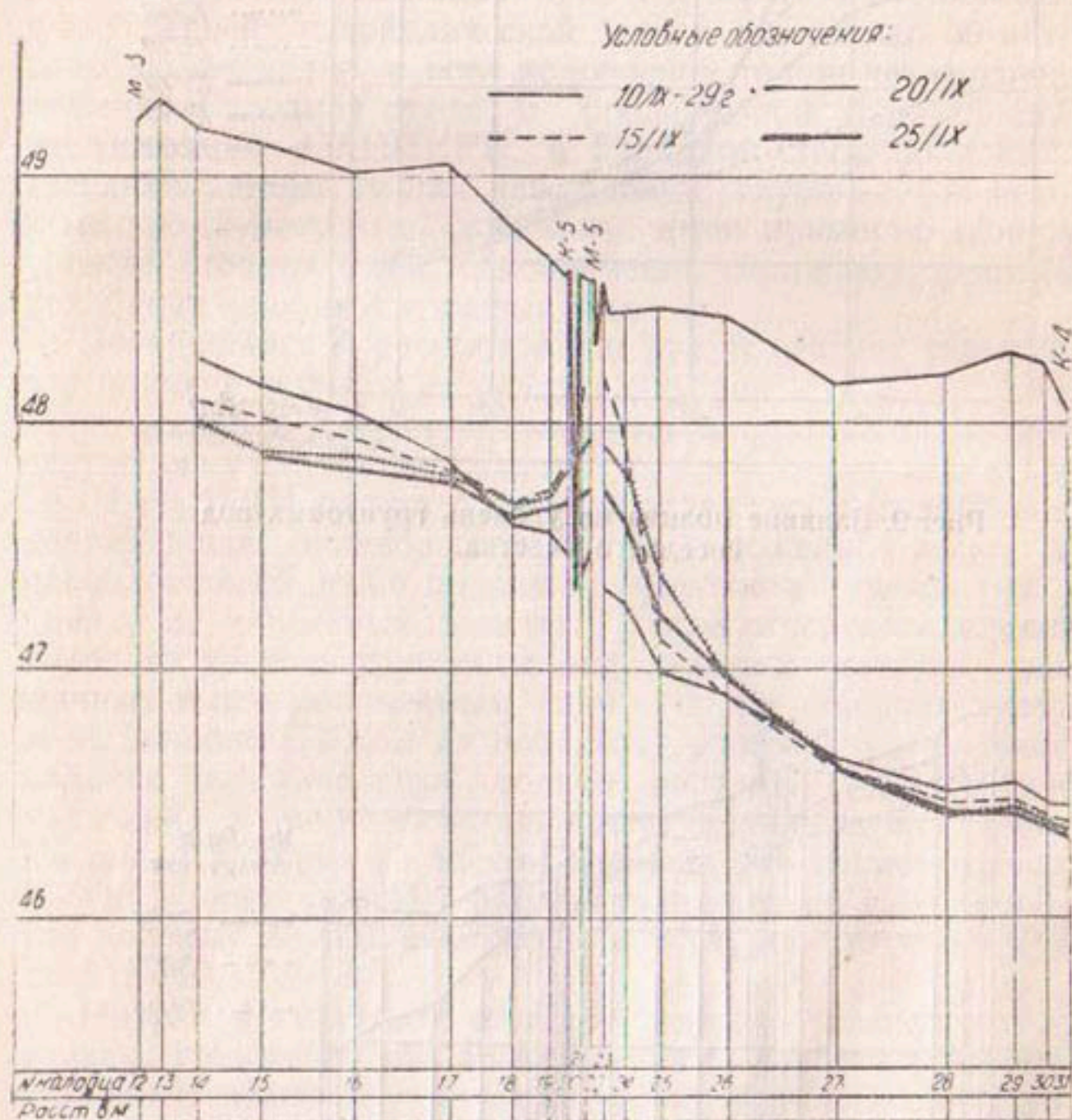


Рис. 11. Влияние оросителей на уровень грунтовых вод.

положительном напоре. Депрессионные кривые уровня грунтовых вод, создаваемые дренами, являются зеркальным отражением депрессионных кривых, создаваемых оросителями (см.

рис. 12, 13 и 14). Рис. 14 демонстрирует дальнейший спад грунтовых вод; здесь дрены уже почти не оказывают влияния на уровень грунтовых вод, в то время как пуск воды по оросителю М-9 вызвал подъем уровня грунтовых вод вдоль прилегающей полосы.

Рис. 15 иллюстрируется вредное влияние пуска воды по мелкому, глубиной 0,8 м, зауру, в смысле повышения уровня грунтовых вод в прилегающей полосе, и весьма полезное дренажное действие такого заура в сухом состоянии на уровень грунтовых вод, даже и опустившийся на глубину 2,5 м.

Приведенные рисунки и ряд других данных показывают, что максимальное понижение уровня грунтовых вод под действием испытывавшегося на опытной станции в Федченко мелкого дренажа (глубиной 1,2 — 1,5 м) достигает 20 см, как среднее по всему междренью в 200 м при наблюдаемом отрицательном напоре в 0,75 и в 2 м от дрены. Такая же примерно величина максимального понижения уровня грунтовых вод отмечена и на глубоком дренаже (2 — 2,5 м) с междреньями в 300 м при создаваемом напоре в 1,8 м. Н. В. Макридин определил эту величину для глубокого дренажа в Золотой Орде в 25 см.

Интенсивность действия дренажа и его пространственное распространение, как видно из приведенного материала, зависят от того отрицательного напора, который создается в каждый данный момент дренами и, в свою очередь, зависит от высоты общего уровня грунтовых вод в данный период. Чем выше последний, тем больший отрицательный напор создают дрены, действуя на более далекое расстояние и имея больший дебит. Формирование депрессионных кривых в междреньях происходит в течение одних суток (см. рис. 16), и дальнейшие изменения в уровне грунтовых вод идут с одинаковой скоростью как на дренированных, так и на недренированных участках, — кривые уровня грунтовых вод падают параллельно самим себе, несколько сгущаясь лишь у дрен.

Следовательно, дренаж ускоряет падение уровня грунтовых вод лишь в момент формирования депрессионной кривой, а в дальнейшем скорость падения уровня грунтовых вод на дренированных и недренированных участках одинакова. Дренаж не изменяет годового режима уровня грунтовых вод, а подчиняется ему, изменяя интенсивность своего действия: возрастая при подъеме уровня грунтовых вод и затухая при его падении.

Описанные наблюдения за режимом уровня грунтовых вод на опытных станциях в Федченко и в Золотой Орде велись нами в комплексе с наблюдениями за солевым режимом грунтовых, дренажных и оросительных вод, а также за водным и солевым режимами почв. Данные этих наблюдений полностью

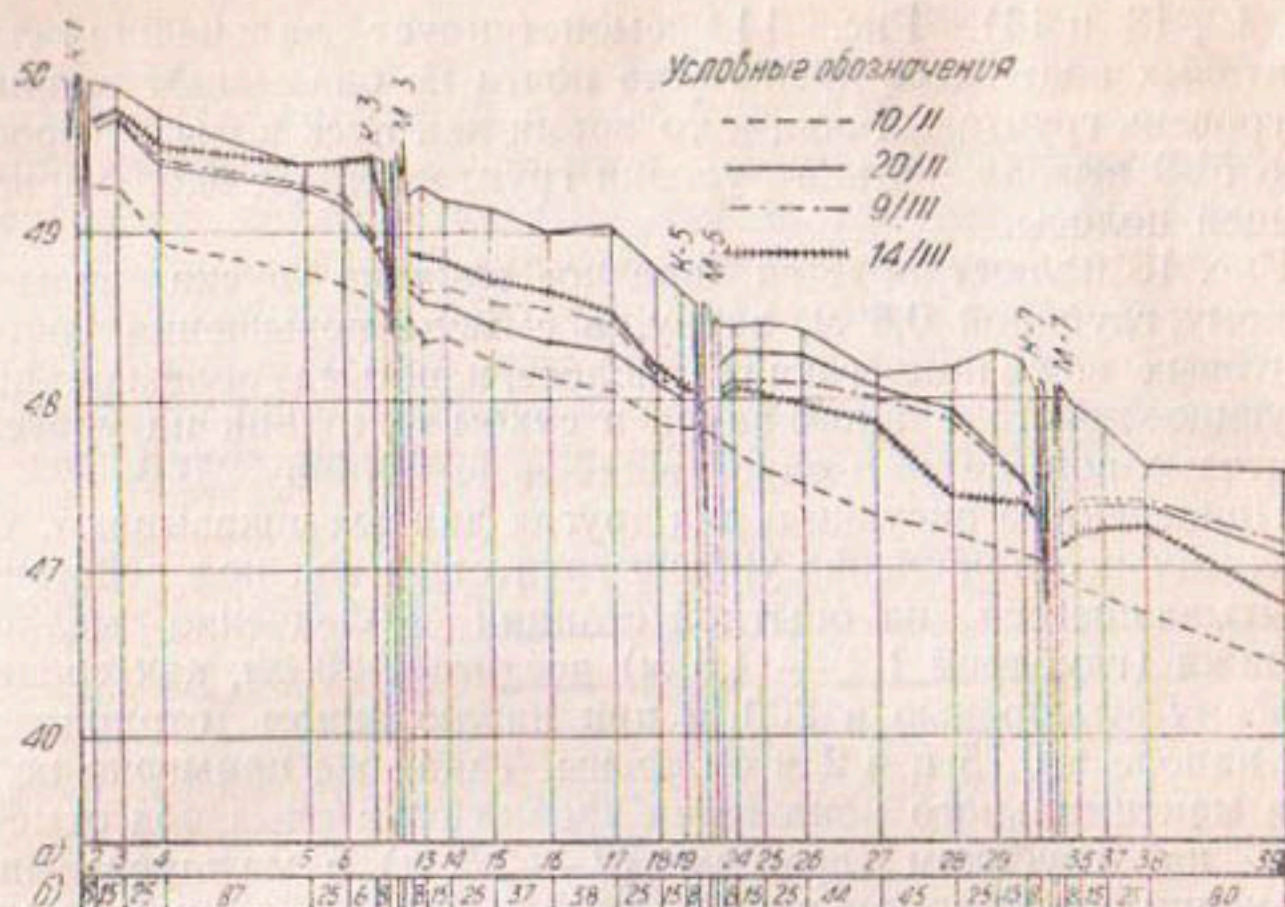


Рис. 12. Влияние дрен на уровень грунтовых вод; весенний подъем грунтовых вод.

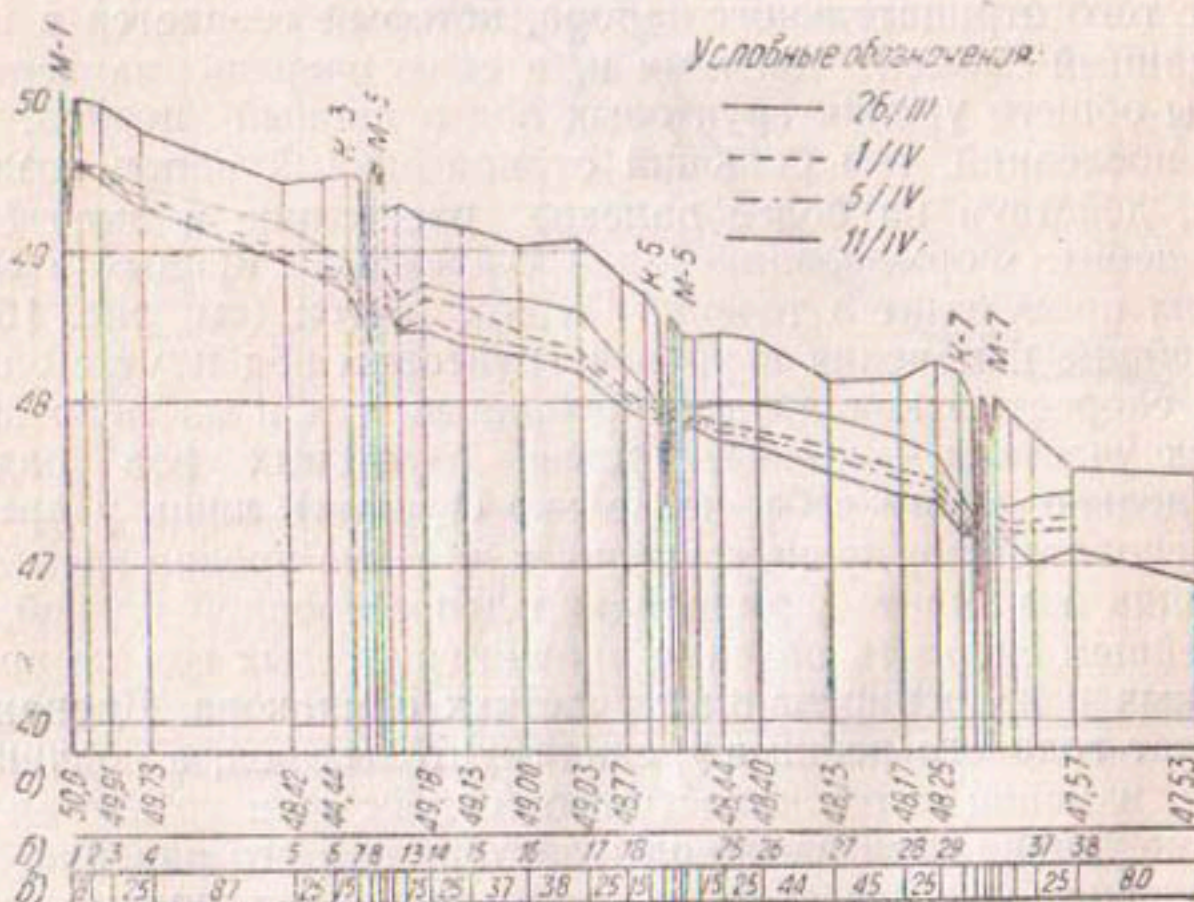


Рис. 13. Влияние дрен на уровень грунтовых вод; спад грунтовых вод.

подтверждают выводы, сделанные на основе изучения режима уровня грунтовых вод. На рис. 17, 18 и 19 приведены кривые солевого режима грунтовых вод на неорошаемой залежи, солончаковом пятне среди хлопкового поля и на самом хлопко-

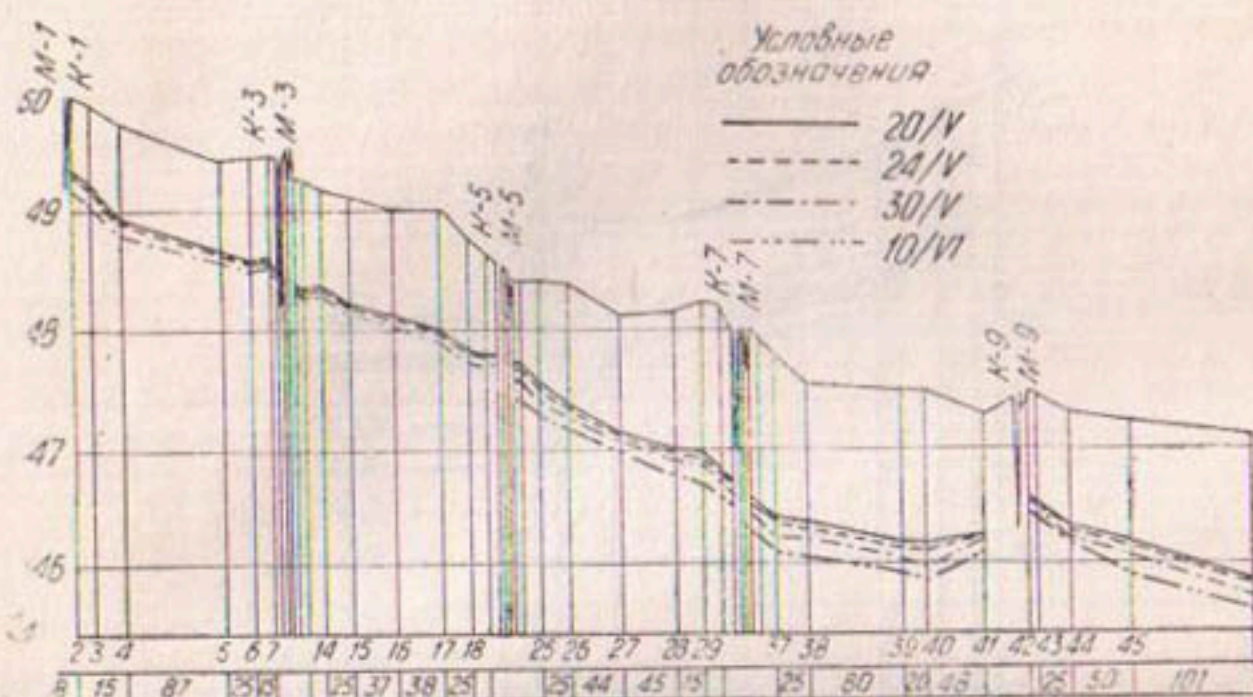


Рис. 14. Влияние дрен на уровень грунтовых вод; спад грунтовых вод.

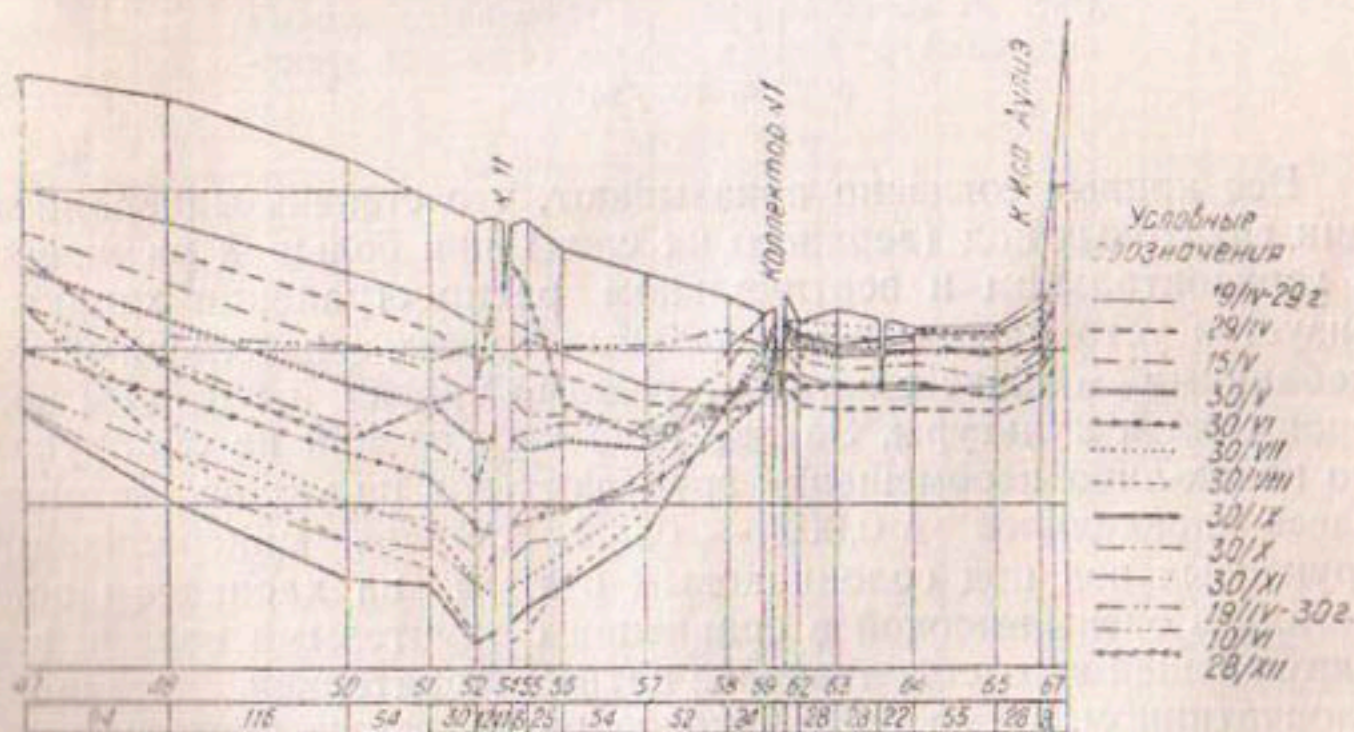


Рис. 15. Влияние сброса на уровень грунтовых вод.

вом поле, построенные по данным 15 наблюдательных пунктов (на станции Федченко), располагавшихся в различном расстоянии от дрен и оросителей (15 м и более). Пробы грун-

товых вод брались каждый раз из новых скважин, заложенных для взятия почвенных образцов по изучению водного и солевого режимов почв; при этом пробы всегда брались из верхнего полуметрового слоя водоносной толщи.

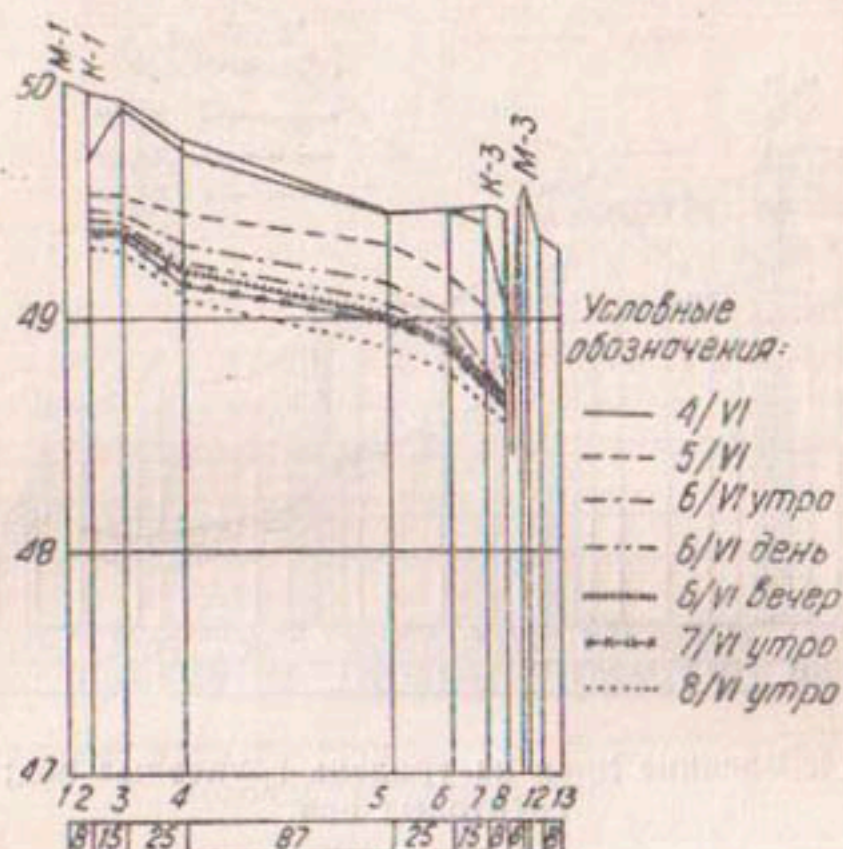


Рис. 16. Влияние дрен на уровень грунтовых вод; спад грунтовых вод после полива дренированного участка.

Все кривые согласно показывают, что степень минерализации грунтовых вод (верхнего их слоя) при больших различиях в горизонтальном и вертикальном распространении характеризуется устойчивостью в отдельных точках с небольшими колебаниями в зависимости от режима уровня грунтовых вод, орошения и культуры. За два года наблюдений не обнаружено каких-либо перемещений грунтовых вод по уклону, который здесь определялся в 0,002 — 0,003, степень минерализации грунтовых вод под солончаковым пятном на хлопковом поле осталась очень высокой в сравнении с грунтовыми водами под окружавшей это солончаковое пятно территорией, засеянной хлопчатником. Само солончаковое пятно также несколько не передвинулось и сохранило свою форму неизменной в течение двух лет, несмотря на поливы и пропашки, производимые на нем одновременно со всем полем. Не изменилась также степень минерализации грунтовых вод вблизи оросителей и дрен, где уклон депрессионной кривой, как указано выше, определяется в 0,01.

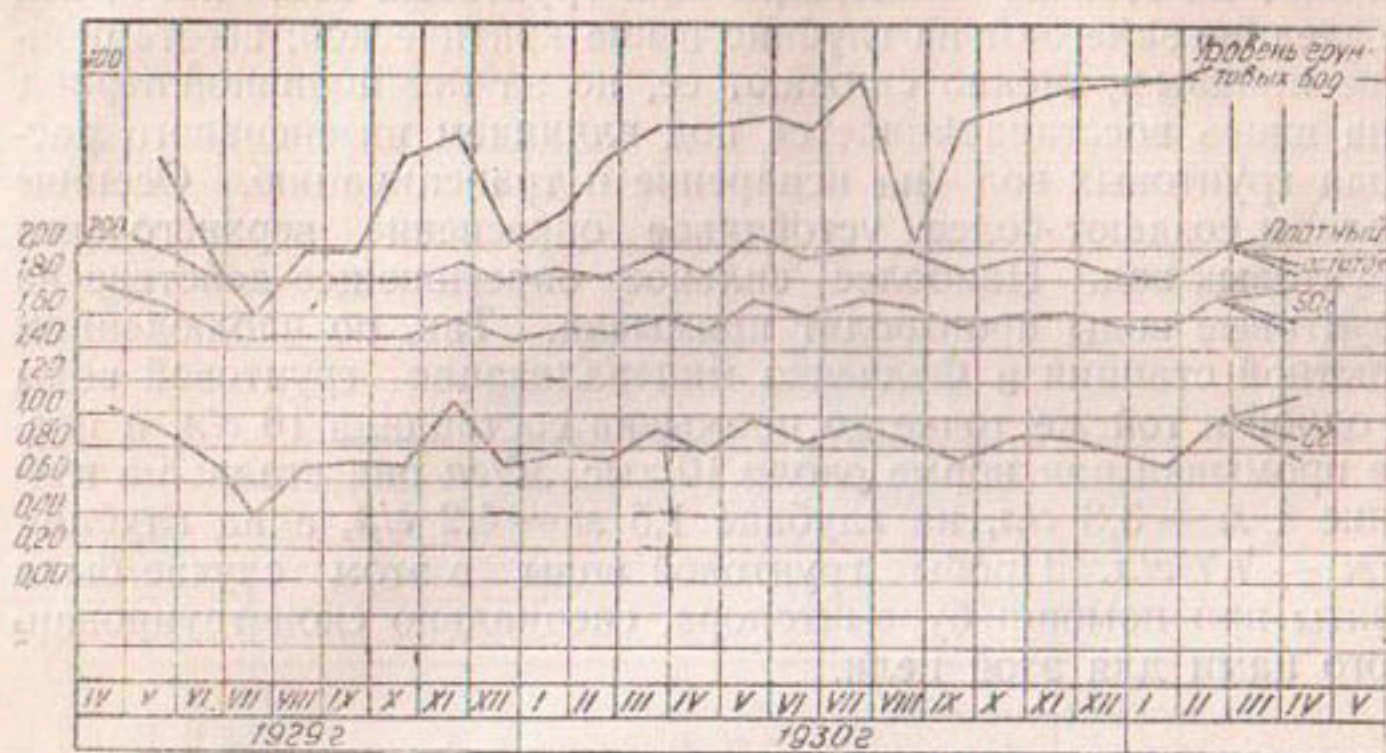


Рис. 17. Солевой режим грунтовых вод на неорошаемой залежи.

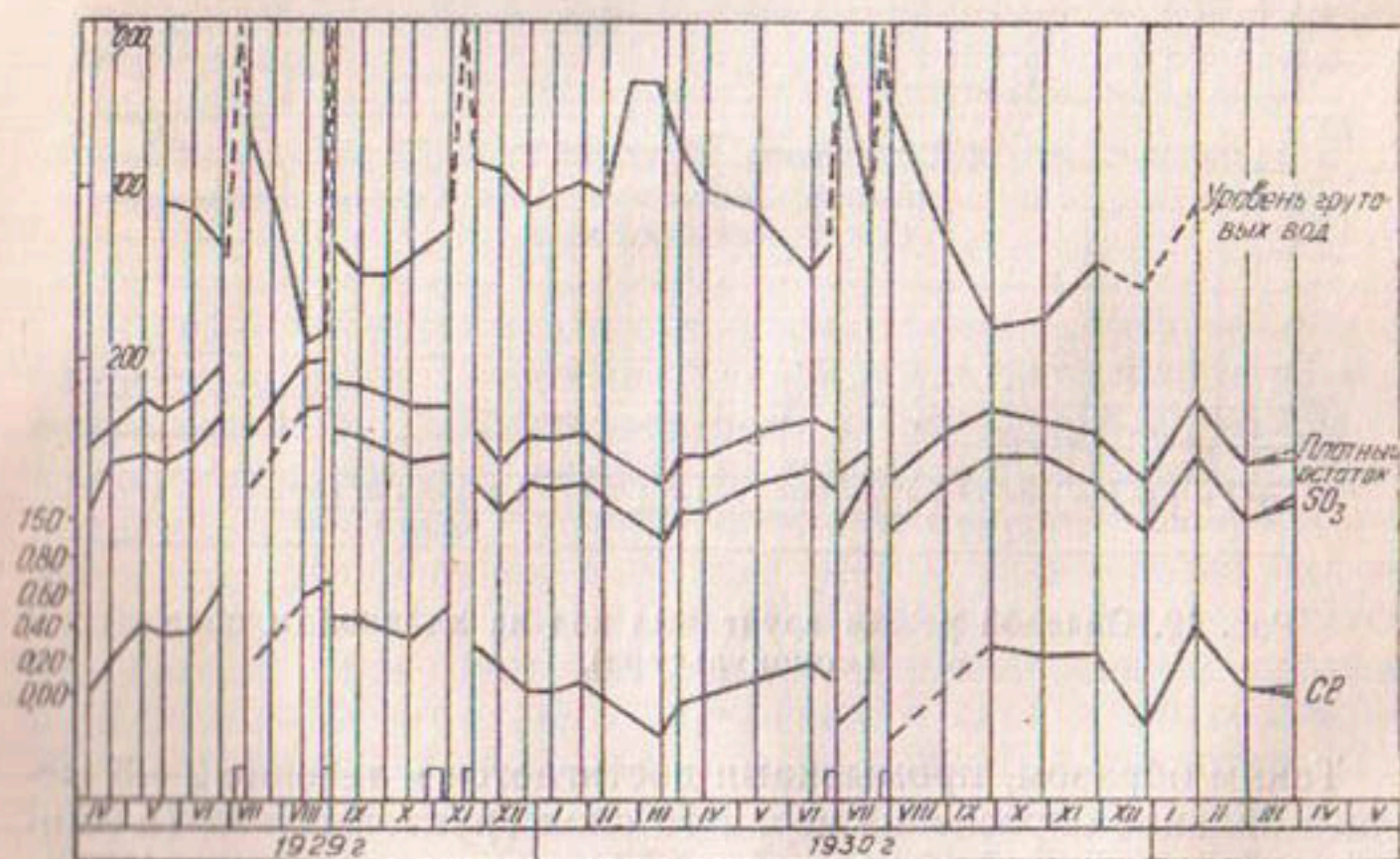


Рис. 18. Солевой режим грунтовых вод на солончаковом пятне, орошаемом и обрабатываемом.

Эти же кривые показывают, что орошение и культура слабо влияют на степень минерализации грунтовых вод, когда эти последние залегают на глубине выше критической; вегетационные поливы временно снижают ее, но за межполивной период она вновь восстанавливается под влиянием интенсивного расхода грунтовых вод на испарение и транспирацию. Осенние поливы создают более устойчивое опреснение верхнего слоя грунтовых вод. Наиболее сильное опресняющее действие на грунтовые воды производят промывки. Так, по наблюдениям опытной станции в Федченко минерализация грунтовой воды в одной и той же точке до промывки составляла 16 г/л, а после промывки при норме около 10 тыс. м³/га она стала: на глубине 1 м — 3,8 г/л, на глубине 1,5 м — 4,2 г/л, а на глубине 2 м — 7,7 г/л. Пробы грунтовой воды в этом случае были взяты при помощи бура-штопора, специально сконструированного нами для этой цели.

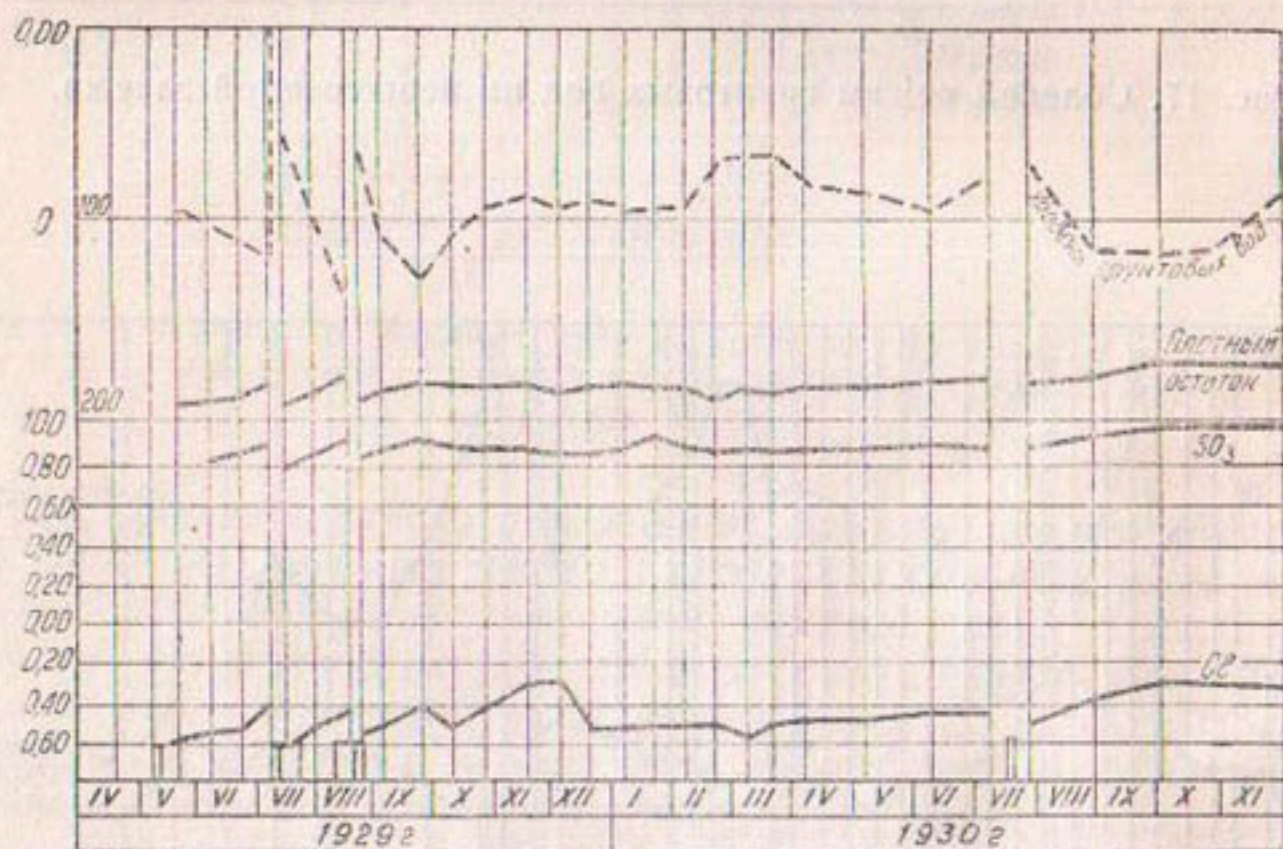


Рис. 19. Солевой режим грунтовых вод на хлопковом поле (монокультура).

Таким образом, промывками достигается в течение 2—3 месяцев сильное опреснение верхнего слоя грунтовых вод (в данном случае верхний метровый слой опресняется в 4 раза), тогда как степень минерализации дренажных вод за это время почти не изменилась, колеблясь в пределах от 2 до 3 г/л по плотному остатку и лишь периодами достигая 6 г/л. Отсутствие взаимосвязи между солевым режимом верхнего слоя грун-

товых вод на дренированном участке и солевым режимом дренажных вод в прилегающих к нему дренах видно из результатов многолетних наблюдений на опытной станции в Золотой Орде (см. рис. 20).

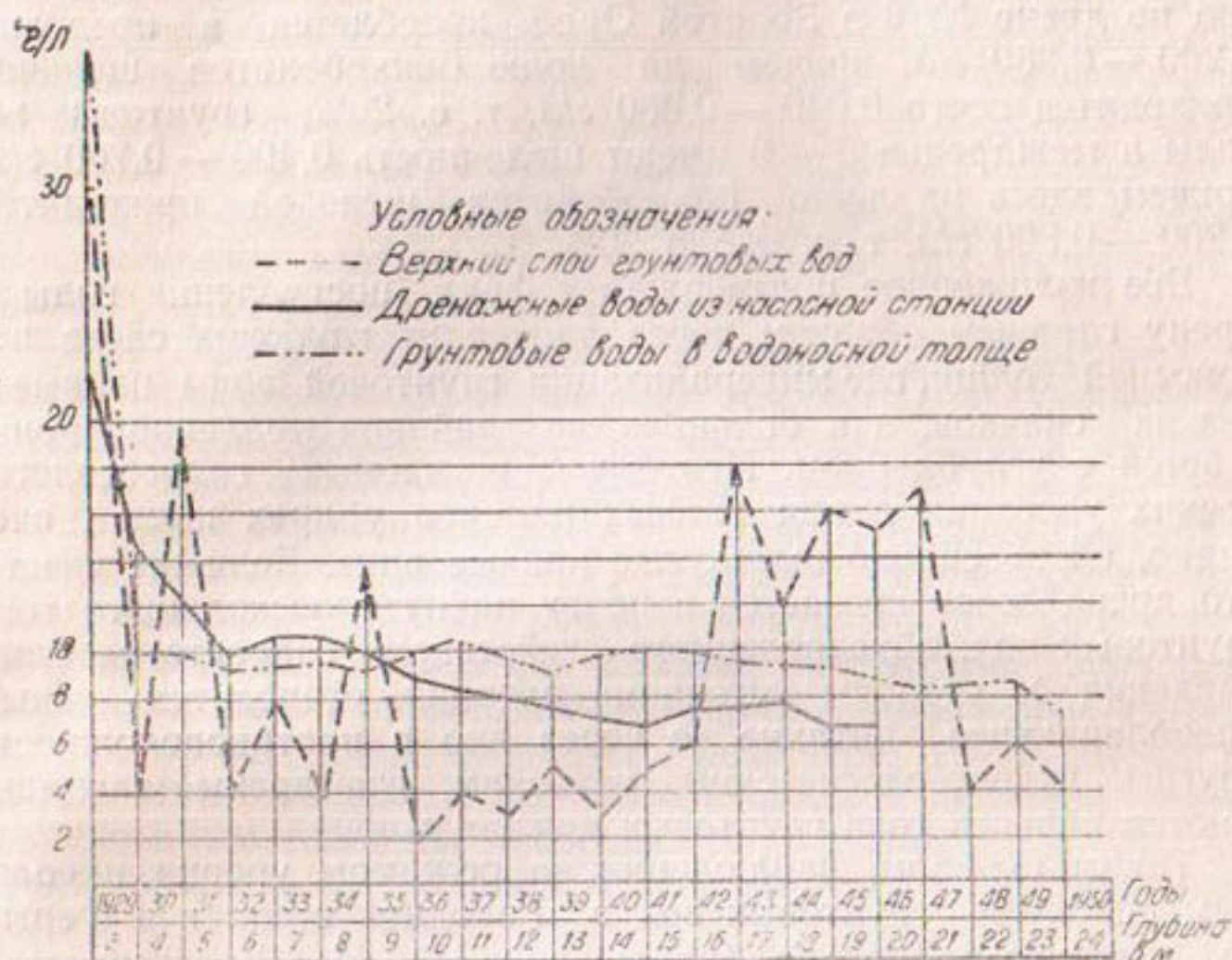


Рис. 20. Солевой режим верхнего слоя грунтовых и дренажных вод; изменение степени минерализации грунтовых вод с углублением в водоносную толщу.

Кривая солевого режима дренажных вод отличается устойчивостью и весьма медленно падает после начального резкого снижения минерализации в первый год действия дренажа. По своему характеру она похожа на кривую изменения минерализации грунтовых вод с углублением в водоносный слой, которая вначале, с углублением в первые метры, также резко падает, а затем снижается очень медленно. Кривая же солевого режима верхнего слоя грунтовых вод имеет резкие пики, связанные с расхождением верхнего опресненного слоя и поступлением минерализованных грунтовых вод из нижних горизонтов. Эти пики снимаются последующим применением промывок и высокой агротехники. Следовательно, солевой режим грунтовых вод на культурных полях может поддерживаться (и в практике передовых колхозов поддерживается) на низкой степени минерализации. Солевой же режим дренажных вод подобному воздействию не поддается.

К этому нужно еще добавить, что многолетние наблюдения за щелочностью дренажных и грунтовых вод на дренированных участках установили несхожесть их как по качественным, так и по количественным показателям: щелочность дренажных вод по дрене № 6 в Золотой Орде колеблется в пределах 0,200 — 0,280 г/л, причем на долю бикарбонатов щелочей приходится всего 0,040 — 0,080 г/л, т. е. 20%; грунтовые же воды в междуренье 5 — 6 имеют щелочность 0,400 — 0,700 г/л, причем здесь на долю бикарбонатов щелочей приходится 0,200 — 0,300 г/л, т. е. около 50%.

Все изложенное подтверждает факт поступления воды в дрена главным образом через дно ее из глубоких слоев водоносной толщи, где минерализация грунтовой воды не имеет резких скачков, а в большинстве районов медленно понижается с углублением. Поэтому в изучаемых гидрогеологических условиях линии равных напоров у дрен имеют, очевидно, очень сильно вытянутые кривые вниз. Если же учесть, что дрена здесь врежется в почву на пути восходящего тока грунтовых вод, обусловленного действием гидростатического давления со стороны источника питания, становится ясным преобладающее питание ее через дно в противоположность другим гидрогеологическим условиям, где дрена закладываются поперек тока грунтовых вод по уклону.

Таким образом, наблюдения за режимом уровня и солевым режимом грунтовых вод в Голодной степи и в Фергане, а также в Хорезме (наблюдения Б. М. Георгиевского), согласованно подтверждают особые гидрогеологические условия большинства орошаемых оазисов Средней Азии. Движение грунтовых вод по уклону в верхних слоях водоносной толщи происходит здесь настолько медленно, что теряет свое практическое значение и уступает место преобладающему вертикальному перемещению масс грунтовой воды под действием гидростатического давления. Гидрогеологи называют эту область областью «вертикального водообмена» или «соленакпления» (М. М. Крылов). Действительно, если принять средний уклон депрессионной кривой для лёссовидных суглинков равным 0,01, а коэффициент фильтрации — равным 0,005 мм/сек (по М. М. Крылову), то для горизонтального передвижения воды к дрене на расстояние 100 м потребуется около 30 лет. Формирование же депрессионной кривой на этом расстоянии происходит, как указано выше, в 1 сутки за счет вертикального перемещения грунтовой воды под действием гидростатического давления фильтрационных вод.

Высказанные положения развиваются нами уже в течение более 20 лет; они приняты уже практикой и признаны

рядом исследователей. Так, А. Н. Костяков (30) в третьем издании своего труда «Основы мелиорации» внес существенную поправку к прежнему взгляду на дренаж, сформулировав работу его следующим образом: «Как известно, вода поступает в дрены прежде всего под влиянием гидростатического давления грунтовых вод. Поэтому дрены начинают действовать только после того, как уровень грунтовых вод поднимается выше уровня заложения дрен. До тех пор, пока грунтовые воды стоят ниже уровня дрен, все просачивающиеся в глубокие слои почвы оросительные воды будут идти на насыщение влагоемкости почвогрунта и постепенный подъем уровня грунтовых вод» (стр. 307).

В 1935 г., выступив в печати по вопросу о травопольной системе земледелия на орошаемых землях, В. Р. Вильямс в категорической форме осудил сторонников взгляда на дренаж как меру, могущую удалять соли из почвы. Таким образом, взгляды Вильямса и наши на дренаж и движение воды в почве, вообще расходящиеся, в данном случае совпадают.

В последнее время появились в печати две противоположных концепции: концепция полного отрицания дренажа (В. А. Шаумян) и концепция сплошного дренирования орошаемых земель, подверженных засолению (В. А. Ковда). Авторы этих концепций не использовали в должной мере описанные исследования последних двух десятков лет. Мы не останавливаемся на подробном разборе этих концепций, так как они опубликованы.

Отметим, что излагаемая ниже система мероприятий по коренной мелиорации засоленных почв построена на основе описанных нами исследований.

V. КОМПЛЕКС МЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПОЧВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Рассматривая каждый физико-географический ландшафт, как сложное образование, в котором все факторы и вызываемые ими явления находятся в постоянной взаимосвязи и взаимозависимости, дифференцированный комплекс мелиоративных мероприятий по управлению почвенными процессами необходимо осуществлять полностью и одновременно на всей осваиваемой территории. Это первое условие для успешного освоения земель, ибо несоблюдение одного какого-либо компонента снизит, а в отдельных случаях может и свести на нет эффективность остальных компонентов комплекса; несоблюдение всего комплекса мероприятий в одной части осваиваемой территории будет снижать его эффективность в другой, где он осуществляется полностью.

Мелиоративные мероприятия нами разделяются на «мероприятия общеобязательные», осуществляемые на всей осваиваемой территории, и «мероприятия специальные», необходимые в отдельных частях ее, где мероприятия первого рода оказываются недостаточными, чтобы управлять почвенными процессами.

В основу комплекса общеобязательных мелиоративных мероприятий кладется травопольная система земледелия по В. Р. Вильямсу как средство регулирования хода не только почвенных процессов, но и процессов среды, в которой развиваются почвы, т. е. всего ландшафта. Учитывая чрезвычайную сложность и разнообразие природных факторов и явлений, составляющих ландшафт, агро-мелиоративное районирование предусматривает дифференциацию травопольной системы земледелия в целях максимального использования природных условий и повышения производительности труда в сельскохозяйственном производстве. Эта дифференциация травопольной системы земледелия мыслится в следующем виде.

По выделенным ландшафтам намечается перечень сельскохозяйственных культур и сортов, рациональных для возделывания и соответствующих плановому госзаданию. Внутри каждого ландшафта по агро-мелиоративным районам определяется с учетом природных условий наиболее рациональный состав культур из указанного перечня. По этому же принципу намечаются схемы севооборотов.

Так, в области предгорных равнин районы каменистых маломощных почв рациональнее отводить под садово-виноградные насаждения. Районы этой же области с эродированными мелкоземистыми почвами, в условиях сильно расчлененного рельефа, также следует отводить под садово-виноградные насаждения с террасированием рельефа. В первом районе целесообразно освоение земель садово-виноградными и особенно виноградными насаждениями не потому, что эти почвы для них являются лучшими, а потому, что сады и особенно виноградники легче приживаются на таких почвах и требуют меньше труда и средств, чем полевые технические культуры. Под садами и виноградниками почвы эти постепенно будут колюматироваться и повышать свое плодородие.

Районы предгорных равнин с относительно спокойным рельефом отводятся под ведущие в данном месте технические культуры, причем севообороты дифференцируются в зависимости от потенциального плодородия почв. На легких по механическому составу и маломощных почвах, а также на эродированных почвах местных крутых склонов вводятся севообороты с высшим (относительно) насыщением травами и наименьшим ротационным периодом, с целью скорейшего

восстановления органического вещества почвы и ее структуры, быстро утрачиваемых при ведении пропашных культур; на мощных разностях неэродированных почв среднего и тяжелого механического состава вводятся севообороты со средним и низким насыщением травами. Это относительное насыщение севооборотов травами определяется из госзадания по каждому административному району.

Возделывание риса способом постоянного или периодического затопления чеков по всей области предгорных равнин не рационально, ибо оросительная норма этой культуры в условиях совершенной естественной дренированности территории превышает 100 тыс. м³/га.

Область сазовых равнин, характеризующаяся высокопроизводительными луговыми и болотно-луговыми почвами, которые не подвержены засолению легкорастворимыми солями, можно интенсивно использовать под технические культуры с низким насыщением севооборотов травами.

Садоводство и виноградарство в этой области находят неблагоприятные для себя условия, выражающиеся в высоком стоянии грунтовых вод вообще и особенно в резком колебании их уровня в многолетнем режиме. Рис, хотя и находит здесь свои оптимальные условия, не должен, однако, получать распространение совместно с техническими культурами, так как в сильной мере препятствует осушению этой области.

В следующих двух областях схемы севооборотов дифференцируются в зависимости от степени подверженности почв засолению: на почвах, подверженных засолению в интенсивных темпах (в районах, слабо обеспеченных местным оттоком грунтовых вод), вводятся севообороты, относительно высоко насыщенные травами, а на почвах, подверженных засолению в ослабленных темпах, — севообороты, относительно низко насыщенные травами. В речных долинах этих областей, на нижних террасах, рис находит оптимальные условия и может иметь широкое распространение. В остальных районах распространение его должно быть весьма ограничено, потому что эта культура связана с большим водопотреблением и ведет к резкому подъему уровня грунтовых вод.

Во всех случаях возделывание риса с постоянным или периодическим затоплением (не нагорный рис) может быть допустимо лишь на крупных массивах в хвостовых частях ирригационных систем, межколхозного пользования или специализированных колхозов, обеспеченных отводом дренажных и сбросных вод по самостоятельной, а не общей с массивами технических культур сети каналов.

При выборе схем рисово-травопольных севооборотов следует стремиться к возможно меньшему дроблению полей севооборотов с тем, чтобы уменьшить фронт подтопления травяных полей со стороны рисовых.

Мы не останавливаемся здесь на конкретных схемах севооборотов по той причине, что они входят в агротехнический комплекс и разрабатываются вместе с планом освоения земель на основе агрономелиоративного районирования. Но мы полагаем, что наиболее перспективными окажутся севообороты с двухлетним и однолетним стоянием трав, позволяющие сильно укорачивать ротационный период, а следовательно, и срок возвращения трав на каждое поле. Интенсифицировать же рост и развитие трав с тем, чтобы получать от них трехлетний эффект в два года, является не столь сложной задачей, особенно при осеннем сроке их посева.

Общеизвестное значение травосмесей и даже одной люцерны, как восстановителей плодородия почв, не только в отношении накопления органического вещества в почве и придания ей прочной структуры, но и в отношении эффективного снижения солонцеватости почв, можно считать установленным работами опытных станций Средней Азии.

Поэтому, не останавливаясь подробно на этом вопросе, приведем лишь неопубликованные еще данные исследований



Рис. 21. Изменение щелочности почвы—солончака на Шурузякском массиве в Голодной степи под влиянием промывки и последующей 4-летней культуры люцерны и хлопчатника (в % NaHCO_3 от веса абсолютно сухой почвы).

о воздействии люцерны на некоторые физические свойства и состав щелочности почвы, полученные Е. И. Федоровой на Центральной солончаковой станции в Золотой орде.

Приведенные два рисунка (рис. 21 и 22) из названной работы показывают изменение порозности почвы и ее щелоч-

ности под воздействием четырехлетней культуры люцерны и хлопчатника. За исходное состояние почвы принята целина на соседнем участке, представляющая собой солончак с покровом кошачьей лапки (*Aeluropys littoralis*). Освоение этого солончака после промывки культурой люцерны и хлопчатника в течение четырех лет вызвало на обоих фонах уплотнение почвы, т. е. уменьшение общей порозности, при этом под хлопчатником в большей степени, чем под люцерной. Мало того, это уплотнение почвы под люцерной в подпахотном слое произошло за счет снижения капиллярной порозности, а некапиллярная даже возросла, в то время как под хлопчатником оба вида порозности снизились по всему профилю.



Рис. 22. Изменение порозности почвы—солончака на Шурузакском массиве в Голодной степи под влиянием промывок и последующей 4-летней культуры люцерны и хлопчатника (в % от объема).

Уплотнение подпахотного слоя почвы под хлопчатником с изменением соотношения капиллярной и некапиллярной порозностей в отрицательную сторону есть начало образования известного в практике уплотненного подпахотного слоя почвы, вредно отражающегося на развитии корневой системы хлопчатника.

Щелочность почвы также претерпела существенно различные изменения на рассматриваемых фонах. Общая щелочность в обоих случаях снизилась, но под люцерной это снижение произошло за счет щелочности от натрия, а под хлопчатником — за счет щелочности от кальция. Последний является стражем структурного состояния почвы, натрий же — показатель бесструктурного ее состояния. Этим подтверждается положение В. Р. Вильямса о том, что многолетние бобовые являются поставщиками в верхние горизонты почвы кальция, создающего прочность ее структуры. В данном случае, в условиях карбонатных почв, люцерна интенсивной жизнедеятельности

тельностью своей корневой системы активизирует кальций карбоната.

Травопольная система земледелия по учению В. Р. Вильямса предусматривает, как известно, помимо травопольных севооборотов и системы обработок, создание лесных и полезащитных насаждений, рекомендованных еще В. В. Докучаевым. Агромелиоративное районирование служит основой и для проектировки таких насаждений в смысле подбора древесных пород, соответствующих прогнозируемым природным условиям.

В орошаемом земледелии Средней Азии полезащитные древесные насаждения должны сыграть большую роль в деле преобразования природы и, в частности, в деле улучшения климата. Частые «гармсили» (крайне сухие горячие ветры летом, вызывающие опадение бутонов и завязей у хлопчатника или так называемый «запал» у колосовых, и вообще резко нарушающие физиологические процессы в растениях, а также иссушающие почву и тем усиливающие процесс ее засоления) в значительной мере будут обезврежены созданием полезащитных полос на всей орошаемой территории и ветрозащитных лесных насаждений — по границам оазисов.

Древесные насаждения, выращиваемые вдоль оросительных каналов, будут транспирировать значительную долю фильтрационных вод, являющихся основным источником питания грунтовых вод орошаемых площадей, и тем умерять их подъем.

В настоящее время ни один оазис и даже район в Средней Азии не имеет еще организованной системы ветрозащитных лесных и полезащитных полос, и эффективность их еще не изучена. Между тем это мероприятие в комплексе травопольной системы земледелия и высокой техники орошения не только изменит внешнюю среду почвенных процессов и развития растений в полезную сторону, но и во многих случаях предотвратит необходимость осушительных мелиораций (дренажа).

1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ И АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

На фоне травопольной системы земледелия на всей орошаемой территории необходимо осуществление следующих общеобязательных эксплуатационных и агротехнических мероприятий, направленных на повышение коэффициента полезного использования оросительной воды при поддержании оптимального для растений водно-воздушного режима почв.

1. Разработка и осуществление планов водопользования по колхозам и планов водораспределения по системам, как

на вегетационный, так и невегетационный периоды. Для этого необходимы:

а) разработка дифференцированного комплекса мелиоративных мероприятий, включающего и дифференцированный режим орошения сельскохозяйственных культур, как это изложено в методе агромелиоративного районирования зон орошения;

б) армирование оросительной сети регулирующими сооружениями инженерного типа и организация необходимого количества гидрометрических постов для непрерывного учета воды по сети.

2. Осуществление водоборота внутри колхозов, для чего в них должна быть проведена соответствующая организация территории и разбивка полей севооборотов в увязке с ирригационной сетью.

3. Переустройство старой ирригационной сети применительно к существующим крупным коллективным хозяйствам и требованиям новой системы орошения, с ликвидацией многоголовья для колхозных выделов.

4. Осуществление мероприятий по снижению фильтрации из каналов и организация надлежащего ухода за древесными насаждениями вдоль ирригационной сети.

5. Осуществление новой системы орошения с применением поливных норм, не превышающих дефицита влаги к полевой влагоемкости корнеобитаемого слоя почвы; для чего необходимы:

а) планировка поливных карт под один общий уклон;

б) применение бороздкового полива со строгой дифференциацией размеров поливных струй в зависимости от уклона и динамики коэффициента впитывания почвы в период вегетации.

6. Осуществление всей системы обработок и системы удобрений по учению В. Р. Вильямса с учетом уточнений, сделанных на опытных станциях Средней Азии. В частности необходимо учитывать следующее:

а) в зависимости от типа почв и агротехнического фона по полям севооборотов должна быть осуществлена дифференцированная система удобрений, разработанная опытными станциями Средней Азии;

б) зябь в ландшафтах пустынь и полупустынь, т. е. в подавляющем большинстве орошаемых районов Средней Азии, должна быть в отличие от степной зоны Европейской части Союза заборонена осенью же в целях более полного сохранения влаги в почве к весеннему посевному периоду; исключением из этого общего положения являются местности с круты-

ми уклонами, подверженные эрозии почв, а также заболоченные массивы;

в) в сухие годы непосредственно до и после посева хлопчатника необходимо применение катков типа тяжелых звездчатых борон в целях подтяжки влаги к горизонту заделки семян; это мероприятие часто позволяет избегать подпитывающих поливов;

г) в целях предупреждения образования корки после весенних дождей на полях, потерявших прочность структуры, необходимо производить боронование полей как до появления всходов хлопчатника, так и после него; наблюдения показывают, что весенний дождь в 10 — 12 мм вызывает образование корки на старопашках; после осуществления травопольной системы земледелия это мероприятие, очевидно, будет требоваться лишь на части площади;

д) в сжатые сроки периода спелости почвы необходима пропашка междурядий после каждого полива в целях восстановления рыхлого состояния ее, нарушаемого поливами;

е) на люцерниках второго и третьего года необходимо производить ранневесеннее сжигание стерни с последующим дискованием и боронованием в два следа боронами зиг-заг.

2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ НА ОТДЕЛЬНЫХ ЧАСТЯХ ТЕРРИТОРИИ

Осуществление изложенного выше комплекса общеобязательных мероприятий эксплуатационного и агротехнического порядка является на фоне травопольной системы земледелия необходимым условием эффективности специальных мелиоративных мероприятий, потребных для отдельных частей территории. Вне этого комплекса дифференцированная система специальных мелиоративных мероприятий, определяемая в процессе изложенного агро-мелиоративного районирования, не может дать ожидаемого эффекта.

Специальные мелиоративные мероприятия, согласно разработанному агро-мелиоративному районированию, сводятся к изложенным ниже.

Выборка камней с поля. В предгорных равнинах выделяются районы с маломощными каменистыми почвами, требующими выборки камней в течение ряда лет, по мере извлечения их плугом при вспашках. Это мероприятие является коренной мелиорацией каменистых малоплодородных почв, постепенно увеличивающей мощность мелкоземистого слоя над галечниковыми отложениями до 0,5 м и более. Нарастание мелкоземистого слоя здесь происходит (еще в очень медленных, правда, темпах) и за счет ирригационных наносов при

орошении. В условиях травопольной системы земледелия полуметровый слой почвы уже приобретает высокое плодородие.

К о л ь м а т а ж. На оголенных участках галечников той же области требуется предварительное кольматирование их путем ежегодного напуска в паводки больших количеств воды, содержащей высокий процент взвешенных наносов. Это — мероприятие еще более длительного характера, чем первое, но также ведущее к постепенному накоплению мелкоземистого слоя почвы над галечником. Длительность этой операции обязывает одновременно с кольматажем осваивать галечники под сады и виноградники путем предварительной подсыпки мелкозема в посадочные лунки.

Противоэрозионные мероприятия. В этой же первой области выделяется еще ряд районов с мощной толщей мелкоземистых отложений, преимущественно лёссовидных, но характеризующихся крутыми уклонами, (более 0,01) и, часто, расчлененным рельефом. Развитие почв в этих условиях сопровождается эрозионным процессом, препятствующим нормальному ходу почвообразовательных процессов и образованию плодородия почв.

В зависимости от интенсивности проявления эрозии, почвы могут почти полностью утратить плодородие. Поэтому освоение таких земель под орошаемое хозяйство, при котором эрозия может усиливаться, требует применения на фоне травопольной системы земледелия противоэрозионных мероприятий, сводящихся к следующим основным:

- а) увеличение травяного клина в севообороте;
- б) вспашка поперек уклона;
- в) осуществление техники полива, исключая применение размывающих поливных струй и др. (6, 7, 48).

Существующая практика орошения на таких землях нередко сопровождается усилением эрозии почв и резким снижением их плодородия, а также образованием глубоких оврагов. Наряду с этим в местной практике можно встретить весьма высокую технику полива на очень крутых склонах — до 0,1. Так, в Кассансайском районе Наманганской области бригадой почвоведов Средазгипроводхлопка был зарегистрирован следующий способ полива на площадях с уклонами, превышающими 0,05.

По вспаханному поперек уклона и забороненному полю производится посев пшеницы, и вслед за посевом, до прорастания семян, нарезаются омачом борозды примерно по горизонталям рельефа, на расстоянии 70—80 см друг от друга. После этого в течение последующих 1—2 дней, т. е. также до прорастания семян, производится объединение борозд при помощи кетменя, как это делается на джояках, и весь участок пред-

ставляется разбитым на полосы шириной 5 — 6 м с ниспадающими по уклону джояками. Борта этих борозд, благодаря сдвигу к ним семян при нарезке борозд и оправлении их кетменем, закрепляются загущенными всходами пшеницы. Ок-арык, идущий по верхней борозде, как и все борозды, почти не имеет уклона; он хорошо оправлен и несколько расширен. Вода из него распределяется по всем бороздам, зигзагообразно спускающимся по уклону; размер струи не превышает 0,5 — 0,7 л/сек. Вода из ок-арыка, устремляясь в борозду под большим уклоном, тут же, не успев развить соответствующей скорости, гасится в своем стремлении горизонтальной бороздой, где она может стекать по кривой спада. Это повторяется каждый раз при переходе воды из верхней борозды в нижнюю, и в результате она спокойно течет по бороздам сверху вниз, насыщая почву и не размывая ее.

Другой способ полива на крутых склонах, зарегистрированный нами в окрестностях Ташкента, состоит в следующем.

Вслед за посевом люцерны или пшеницы нарезаются омачом неглубокие борозды под углом к горизонталям примерно в 30° , на расстоянии 1 — 1,5 м. Борта этих борозд также ок-арываются закрепленными загущенным стоянием растений благодаря нарезке борозд до прорастания семян и сдвигу их к бортам борозд. Вода, выпускаемая в мелкие борозды из ок-арыка, идущего вверху по горизонтали, переполняя их, стекает по поверхности полутораметровой полосы неразмывающей струей и улавливается в следующей борозде. Таким образом, получается полив «напуском по бороздам».

Поливы хлопчатника и других пропашных культур на площадях с подобными крутыми уклонами всегда ведутся по наибольшему уклону со строгим регулированием размера струи воды, направляемой в борозду. Это, очевидно, диктуется тем, что на крутых склонах ок-арыки, несущие размывающие струи, должны идти по наименьшим уклонам, тогда поливные борозды могут быть расположены или перпендикулярно к горизонталям или под некоторым углом к ним. Строгое регулирование струи, идущей в борозду, необходимо в том и другом случае. Борозды, направленные перпендикулярно к горизонталям, короче, а потому требуют меньшего числа ок-арыков на поливной карте, что, помимо сокращения потерь полезной площади, в значительной мере упрощает и производство поливов.

Нередко в предгорных равнинах встречаются реликтовые засоленные почвы, представленные чаще солончаковатыми в той или иной степени сероземами, и орошение их сопровождается иногда проявлением солонцеватости в их нижних горизонтах. Такие почвы требуют внесения органических удобре-

ний с последующей промывкой и введения на одну-две ротации севооборота с высоким насыщением травами, что явится для них в данных гидрогеологических условиях коренной мелиорацией.

Описанными видами специальных мелиораций ограничиваются в основном мелиорации, необходимые в некоторых частях предгорных равнин. Большая же часть площади этой области не требует на фоне травопольной системы земледелия специальных мелиораций и является в этом отношении лучшим земельным фондом орошаемой зоны.

3. СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ

В систему мелиоративных мероприятий по предупреждению засоления почв входят, прежде всего, описанные выше общеобязательные эксплуатационные и агротехнические мероприятия, имеющие громадное значение в водном балансе орошаемой территории, а следовательно — в подавлении процессов заболачивания и засоления почв. В практике орошаемого земледелия в Средней Азии имеется немало примеров, когда в условиях солончаковых равнин одними агротехническими и эксплуатационными мероприятиями удавалось понизить уровень грунтовых вод, поднятый избыточным орошением на 1 — 2 м и больше. Это наблюдалось в агромелиоративных районах с удовлетворительным местным оттоком грунтовых вод, в то время как дренаж глубиной 2—2,5 м с междреньями в 200 — 300 м, проводившийся там же, в среднем понижал уровень грунтовых вод всего на 25 см (Золотая орда, Федченко и др.).

Примеры резкого понижения уровня грунтовых вод на орошаемых землях можно привести из практики орошения Голодной степи. Так, в 1919 — 1921 гг. грунтовые воды в орошаемой части Голодной степи под влиянием избыточного орошения залегали близко к земной поверхности, а в 1927 г., после осуществления жесткого режима водопотребления, уровень их понизился до глубины 2 — 3 м от поверхности. В 1938 г., при дальнейшем упорядочении водопотребления на староорошаемых землях, он понизился еще больше и на 66% этой площади грунтовые воды залегали на глубине 3 — 5 м (данные Управления Голодностепеской оросительной системы). В последующие годы под влиянием избыточного орошения наблюдался новый их подъем.

Учитывая эти опыты, можно думать, что вводимые в настоящее время в широких масштабах травопольная система земледелия и новая система орошения настолько понизят в

ряде районов уровень грунтовых вод, что снимут необходимость в дренаже.

Процесс засоления почв и интенсивность проявления его обуславливаются глубиной залегания и степенью минерализации грунтовых вод, а также капиллярными свойствами почвы. Эти природные факторы в свою очередь зависят от высоты агротехнического уровня орошаемого хозяйства. Причиной высокого залегания минерализованных грунтовых вод в одних случаях являются природные факторы — совокупность гидрогеологических условий (сазовые и сазово-солончаковые равнины), в других случаях — факторы ирригационно-хозяйственные — нарушение водного баланса территории фильтрационными водами оросительной сети и орошаемых полей (солончаковые равнины).

В соответствии с изложенным система мелиоративных мероприятий по предупреждению засоления и заболачивания почв дифференцируется по выделенным агро-мелиоративным областям и районам. На сазовых и сазово-солончаковых равнинах, где высокий горизонт грунтовых вод вызывается главным образом природными факторами, доминирующее значение в системе мелиораций имеет дренаж, на солончаковых же равнинах важнейшими оказываются эксплуатационные и агротехнические мероприятия с отклонениями для районов с крайне плохими условиями местного оттока грунтовых вод (агро-мелиоративные районы: 13, 18, 20, 21, 22, 23; см. табл. 2).

Специальные мелиоративные мероприятия по предупреждению засоления почв в условиях осуществления описанных общеобязательных мероприятий сводятся к следующим:

а) на почвах, подверженных засолению в слабых темпах, т. е. на сазовых равнинах с карбонатными (пресными) грунтовыми водами на глубине менее 1 м, на сазово-солончаковых равнинах со слабо минерализованными, преимущественно сульфатными грунтовыми водами на глубине 1 — 2 м и на солончаковых равнинах со слабо минерализованными хлоридно-сульфатными грунтовыми водами на глубине 2 — 3 м необходимо в течение всего вегетационного периода поддерживать повышенную влажность почвы (не ниже 70 — 80% от полевой влагоемкости) путем учащения поливов. При этом в соответствии со снижением дефицита влаги к полевой влагоемкости необходимо снижение поливных норм. Этот режим орошения в солончаковых равнинах должен сопровождаться применением периодических осенних поливов при поливной норме 1 тыс. м³/га на легких почвах и 1,5 тыс. м³/га — на тяжелых. Указанная поливная норма рациональна для ландшафтов эфемеровых пустынь и полупустынь со светлыми и типичными

сероземами; для ландшафтов же пустынь она увеличивается соответственно до 1,5 и 2 тыс. m^3/ga ;

б) на почвах, подверженных засолению в интенсивных темпах, т. е. на сазово-солончаковых и солончаковых равнинах с залеганием грунтовых вод соответственно на глубине около 1 и 1 — 2 м, тот же принцип орошения должен сочетаться с ежегодными осенними поливами в целях опреснения верхнего слоя грунтовых вод;

в) повсеместно не должны допускаться поливы при повышенных поливных нормах, приводящие к затоплению орошаемой территории, и промывки засоленных пятен в вегетационный период с применением так называемого «комбинированного» способа полива: мероприятия эти вызывают общий подъем уровня грунтовых вод и усиление засоления почв. Только бороздковый полив позволяет достигать равномерного увлажнения почвы при умеренных поливных нормах, рассчитанных по дефициту влаги к полевой влагоемкости. В случае необходимости применения особенно малых поливных норм при первых поливах на почвах, подверженных интенсивному засолению, следует прибегать к поливам через борозду. Комбинированный способ полива может дать положительный эффект лишь в условиях относительно глубокого залегания грунтовых вод (на глубине около 4 м), какое имеет место на повышенных элементах рельефа.

Описанные специальные мелиоративные мероприятия в комплексе с общеобязательными позволяют подавлять процесс засоления почв и получать высокие урожаи на землях, подверженных засолению.

Помимо описанных, к специальным мелиоративным мероприятиям относятся еще промывки и дренаж. Промывки служат прямой мерой борьбы с засолением почв и применяются для удаления солей из почвы. Все другие меры удаления солей из почвы: смывание солей в дрены, сгребание их с поверхности — не достигают цели. Наконец, дренаж применяется в тех случаях, когда описанный комплекс общеобязательных мелиоративных мероприятий оказывается недостаточным, чтобы удерживать грунтовые воды на желаемой глубине.

Осенние или, как они еще называются, «профилактические», «предупредительные» поливы производятся осенью перед зяблевой вспашкой. Значение их состоит в том, что, увлажняя почву до ее полевой влагоемкости по всему профилю до грунтовых вод, они создают условия для реализации нисходящего тока влаги в течение всего зимне-весеннего периода за счет атмосферных осадков и конденсации паров воды из воздуха и водоносного слоя в верхних охлажденных горизонтах почвы. На участках, не получивших предупредительных поли

вов, вся влага, поступающая указанным путем, в большей своей части полностью расходуется на увлажнение почвы до степени ее полевой влагоемкости, не вызывая нисходящего тока (данные о влиянии на уровень грунтовых вод отдельного дождя в 29 мм см. на рис. 10).

Наблюдения, проведенные на Голодностепской и Ферганской опытных станциях, показали, что процесс конденсации в верхних горизонтах почвы паров воды, поступающих от грунтовых вод в периоды резких понижений температур на поверхности почвы, бывает исключительно энергичным, не только останавливая естественный подъем уровня грунтовых вод, но и временно направляя кривую его вниз. При этом на участках, не получивших осеннего полива, кривая подъема уровня грунтовых вод, направленная в этот период вниз, в дальнейшем продолжает свой подъем на сниженных отметках, в то время как на участках, увлажненных с осени, она после излома достигает своих отметок достаточно быстро. Это говорит за то, что в первом случае вся конденсационная влага была израсходована на смачивание почвы, во втором же случае она нисходящим током вернулась к грунтовым водам (Федоров, 64, 66).

Из данных наблюдений ясно, что даже в ландшафтах пустынь, где выпадает ничтожное количество осадков, в самих грунтовых водах происходит перемещение солей вглубь благодаря испарению грунтовых вод и затем возвращению их в почву в капельно-жидком состоянии в виде конденсационной пресной воды при условии, если почва с осени была увлажнена по всему профилю до степени ее полевой влагоемкости.

Рекомендация учащенных поливов на почвах, подверженных сезонному засолению, имеет следующее обоснование. На сазовых равнинах, в условиях близкого залегания пресных (карбонатных) грунтовых вод, режим орошения сельскохозяйственных культур строится с учетом максимального расходования грунтовых вод на транспирацию. На почвах же, подверженных сезонному засолению, под которыми опресненная подушка грунтовых вод служит защитой от скрытых под ней минерализованных вод, при построении режима орошения должен учитываться возможно меньший расход на транспирацию. Для достижения последней цели необходимо в течение всего вегетационного периода непрерывно поддерживать высокую влажность почвы в корнеобитаемом слое с помощью частых поливов при поливных нормах, соответствующих дефициту влаги к полевой влагоемкости. Поливы при нормах, превышающих дефицит к полевой влагоемкости, вызывают подъем уровня грунтовых вод, а вместе с ним — усиленный расход их на транспирацию и испарение.

Исследования водного и солевого режимов почв на опытных станциях в Федченко и Золотой орде (67) отчетливо показали, что большие поливные нормы в период вегетации приводят к значительному подъему уровня грунтовых вод, который падает до своего первоначального дополивного уровня в течение 10 — 20 дней (рис. 6, 7). За это время успевает израсходоваться не только поливная норма, но и частично грунтовые воды, вследствие чего за межполивные периоды, продолжительность которых при высоком уровне грунтовых вод достигает 20 — 25 дней, отмечается накопление солей в верхних горизонтах почвы (рис. 19).

Более детально этот вопрос освещен в материалах Вахшской почвенно-мелиоративной станции работами А. В. Николаева (21) и Н. А. Ногинной, работы эти детально разобраны В. А. Ковда (27).

В местной практике мастеров высоких урожаев учащенные поливы с малыми поливными нормами и применение поливов через борозду в начале вегетационного периода также приняты на почвах, подверженных интенсивному сезонному засолению.

Таким образом, необходимость поддерживать в корнеобитаемом слое повышенную влажность, не опуская ее за межполивные периоды ниже 70 — 80% от полевой влагоемкости, можно для указанных почв считать установленной. При осуществлении такого режима орошения в увлажняемом слое почвы устанавливается преобладающий нисходящий ток влаги, не допускающий расхода грунтовой воды в более или менее значительных количествах.

Описанный выше механизм промывки происходит в общих чертах одинаково как на дренированных (горизонтальным дренажем глубиной до 2,5 — 3 м), так и на недренированных участках. Образованный промывками бугор грунтовых вод, как показывают наблюдения, растекается в течение всей зимы и весны. В этот длительный послепромывной период растекание бугра происходит также прежде всего за счет распространения гидростатической волны, с выполаживанием депрессионной кривой и включением возрастающего пространства грунтового бассейна в орбиту влияния промывки. Это растекание происходит неизмеримо быстрее, чем боковое растекание воды по уклону. Если выполаживание депрессионной кривой с 0,01 до 0,001 в условиях Голодной степи происходит в течение нескольких месяцев, то движение воды в стороны по уклону на расстояние 100 м требует, как показано выше, десятков лет.

Таким образом, бугор грунтовых вод, созданный промывками, с прекращением последних растекается в основном за счет выполаживания депрессионной кривой с подъемом уровня грунтовых вод на отдаленных участках за счет испарения и, в значительно меньшей мере, за счет непосредственного растекания воды в стороны. Поэтому описанный химизм бугра грунтовых вод сохраняется и после промывок с нарушением его лишь в прилегающей к промываемому участку пяти-десятиметровой полосе. Отсюда следует, что промывка даже дренированного участка, если в результате дренажа уровень грунтовых вод не опускается ниже критического, не является коренной мерой против засоления почв в гидрогеологических условиях большинства наших оазисов. Соли, вымытые в глубь почвы промывками и прикрытые опресненным слоем грунтовых вод, вновь могут явиться источником засоления при несоблюдении описанных общеобязательных и специальных мелиоративных мероприятий.

Прежние и воскрешаемые в настоящее время представления о промывках и быстром передвижении солей из промываемого участка на соседние и обратно должны быть оставлены, как противоречащие всем экспериментальным данным. Описанный же механизм промывки в полной мере согласуется с данными многолетних наблюдений на опытных станциях Средней Азии.

В соответствии с описанным процессом рассоления почв при промывках, последние нужно производить осенью (сентябрь—ноябрь), по следующим обстоятельствам:

а) грунтовые воды в это время залегают наиболее глубоко, и соли вымываются, при той же промывной норме, на большую глубину;

б) высокая температура воды и нижних слоев почвы способствует лучшему растворению солей, особенно сульфатов;

в) расход воды на испарение в это время низкий;

г) после окончания промывки остается достаточно времени, чтобы поднятые промывками грунтовые воды успели опуститься и не препятствовали своевременному производству предпосевных полевых работ;

д) часто вызываемое промывками повышение щелочности почв от нормальных карбонатов к весне успевает восстановиться до нормального состояния (Федоров, 67).

Эффект промывки наиболее полно сохраняется, если после нее производится зяблевая вспашка с одновременной бороньбой.

В тех случаях, когда под промывку поступают засоленные почвы, потерявшие структуру и отличающиеся плохой водо-

проницаемостью, перед промывкой необходимо произвести вспашку, а в случае явно выраженной солонцеватости почв промывка проводится с предварительной заправкой навоза или другого органического удобрения.

Промывные нормы колеблются в широких пределах в зависимости от глубины залегания грунтовых вод, степени их минерализации и степени засоления почв, выражаясь в следующих цифрах: от 2 — 3 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$ до 6 — 8 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$ в сазово-солончаковых равнинах, характеризующихся низкой минерализацией грунтовых вод, до 18 — 20 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$ в солончаковых равнинах с преобладающими высоко минерализованными грунтовыми водами. Большие промывные нормы при близком залегании минерализованных грунтовых вод возможны лишь при наличии дренажа. Промывные нормы могут быть рассчитаны по формуле Л. П. Розова (56, 57) для солончаковых равнин.

При установлении промывных норм, а также и в других практических целях степень засоления почв предпочтительнее определять по растительному покрову, пользуясь разработанным нами методом (65). Помимо многочисленных отдельных апробаций метод этот прошел широкую производственную проверку в 1939 г. при комплексном обследовании переложных земель в Голодной степи.

Попутно отметим, что, пользуясь этим методом, автору удалось решить и ряд других практических задач, связанных с определением степени засоления почв при экспедиционных обследованиях. Так, при скоростном проектировании Большого Ферганского канала имени Сталина границы между гидрогеологическими районами или агрометеорологическими областями (сазовых и солончаковых равнин) уточнялись по растительному покрову.

При обследовании заболоченных депрессий по среднему течению Аму-дарьи и в Бухарском оазисе по растительному покрову определялся источник заболачивания: сбросные поверхностные или же выклинивающиеся грунтовые воды. В первом случае растительность показывает промытые почвы, во втором — сильно засоленные.

В Уш-тубе на р. Кара-тал при проектировании рисовых хозяйств был по растительному покрову определен средний уклон депрессионной кривой зеркала грунтовых вод, образуемой каналом на прилегающих неорошаемых землях. Здесь разная глубина залегания грунтовых вод в поперечнике к каналу обусловила разную степень засоления почв. Последующая инструментальная проверка формы депрессионных кривых подтвердила правильность сделанного определения.

4. СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО КОРЕННОЙ МЕЛИОРАЦИИ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ

Описанные специальные мелиоративные мероприятия рассчитаны только на снижение интенсивности проявления процесса засоления почв, а не на полную ликвидацию его. Такое подавление процесса засоления почв полумерами часто сопровождается вспышками засоления, а местами и заболачивания почв в орошаемых районах с выпадением культурных земель из хозяйственного оборота. Происходит это по той причине, что весь описанный выше комплекс общеобязательных мероприятий на практике не всегда осуществляется.

X съезд КП(б) Узбекистана поставил задачу полной ликвидации засоления и заболачивания почв в орошаемых районах республики. Для разрешения этой задачи необходимо в общем комплексе мелиоративных мероприятий предусмотреть такие технические средства, которые способны были бы в данных природных и ирригационно-хозяйственных условиях понизить и удерживать уровень грунтовых вод на глубине ниже критической. При наличии таких средств промывки засоленных почв примут характер коренных мелиораций, и засоление будет достигаться значительно легче и при меньших промывных нормах. При таком дренаже снимется необходимость в учащенных вегетационных и осенних «предупредительных» поливах, и, тем более, в периодических промывках, поскольку почвы при соблюдении общеобязательных мероприятий на фоне травопольной системы земледелия перейдут в разряд не подверженных засолению.

По имеющимся исследовательским данным, для современного агротехнического уровня передовых колхозов критическая глубина залегания грунтовых вод лежит в следующих пределах в зависимости от природных условий:

а) в сазовых равнинах—1,0 — 1,2 м на конусах выносов и около 1,5 м на нижних террасах;

б) в сазово-солончаковых равнинах — около 2 м на конусах выносов и около 2,5 м на нижних речных террасах;

в) в солончаковых равнинах — около 1 м на песчаных почвах, около 2 м на супесчаных и тяжело-глинистых почвах и около 3 м на пылевато-суглинистых однородных почвах.

В первых двух случаях критическая глубина залегания грунтовых вод приведена для почв, преобладающих в данных агро-мелиоративных областях, развитых на наносах, которые характерны для этих областей по механическому составу и сложению.

Снижение уровня грунтовых вод до глубины ниже критической, указанной выше, может быть достигнуто в большинстве наших колхозов и совхозов путем переустройства существующей и строительства новой коллекторной и дренажной сети следующих типов и размеров:

а) для сазовых равнин необходимы коллекторы по понижениям глубиной 2,5 м и, на очагах площадного выклинивания, горизонтальный дренаж глубиной 1,5 — 2 м с междренными расстояниями в 200 — 400 м. В этой области дренаж должен быть ошлюзован для регулирования нижнего уровня грунтовых вод и осуществления подпочвенного орошения;

б) для сазово-солончаковых равнин необходимы коллекторы по понижениям глубиной 3,5 м и, на широких депрессиях, дренажная сеть глубиной 3 — 3,5 м с междренными в 500 — 600 м; на нижних речных террасах при наличии дренирующих слоев на глубине до 5 — 6 м необходимы коллекторы глубиной 3,5 м при расстоянии между ними в 1—3 км;

в) для солончаковых равнин, на участках с относительно большими уклонами (более 0,0008 — 0,001), требуется горизонтальный дренаж глубиной более 5 — 6 м с междренными более 1—2 км (углубление дрен ведется размывом путем пуска больших количеств воды по предварительно построенным дренам глубиной 1,5 м, как это и осуществляется в настоящее время в Ферганской долине и отчасти в Бухарском оазисе); на участках с малыми уклонами требуется вертикальный дренаж, способный поддерживать грунтовые воды на глубине ниже критической.

Осуществление намечаемого переустройства существующей дренажной сети мыслится при максимальном использовании ее и усилении дренирующего действия вновь переустроенной сети, для чего необходимы:

а) закладка вспомогательных колодцев по дну дрен на трех участках сазовых и сазово-солончаковых равнин, где дрены не вскрывают дренирующих (галечниковых, гравийных) линз;

б) водопропускная способность дрен должна быть рассчитана так, чтобы наполнение их не превышало 0,2 — 0,3 м; в случаях, когда это трудно достижимо на коллекторах, необходимо строительство сбросов в ближайшие водоприемники для опорожнения коллекторов на отдельных участках, или, в условиях больших уклонов и пресных вод (в сазовых равнинах), подпорные сооружения для вывода воды в оросительную сеть, или, наконец, при малых уклонах, насосные установки для перекачки воды в оросительную сеть;

в) одновременно с этим следует уничтожить все самостоятельные подпоры в дренах и соорудить переключение питания

мелких оросителей, берущих начало из дрен у таких подпо-
ров, на общую оросительную сеть, устранив тем на будущее
время для колхозов потребность в устройстве перемычек в
дренах.

Усиленная таким образом в своем действии коллекторно-
дренажная сеть вызовет пересыхание существующей излишне
загущенной мелкой заурной сети, облегчив работы по укруп-
нению поливных участков и переход на новую систему оро-
шения.

Вводимые в настоящее время в широких масштабах травопо-
льная система земледелия и новая система орошения при
непрерывно повышающемся культурном уровне агротехники
орошаемого хозяйства, на фоне применения современных тех-
нических средств по понижению уровня грунтовых вод, по-
зволят полностью освободить орошаемое земледелие от всяких
стихийных явлений, в частности от засоления и заболачива-
ния почв, и направить почвенные процессы по пути непре-
рывного повышения плодородия почв.

5. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Рекомендуемый дифференцированный комплекс мелиоративных мероприятий содержит в себе, как необходимейшее звено, и режим орошения сельскохозяйственных культур. Последний является действенным средством регулирования водно-воздушного и солевого, а вместе с ними — питательного и микробиологического режимов почв, но лишь в увязке со всем комплексом агротехнических и мелиоративных мероприятий.

Режим орошения сельскохозяйственных культур строится в соответствии с потребностью каждого растения в воде в разные фазы развития, и дифференциация его вызывается необходимостью удовлетворения указанной потребности на различных почвах.

Почва является культурной средой, в которой растения развивают свою корневую систему и из которой черпают воду и пищу. Культурной она может быть лишь в структурном состоянии (микроагрегатном в наших пустынных и полупустынных ландшафтах), при котором элементы пищи и воды находятся в усвояемой для растений форме, а почвенные процессы идут в аэробных условиях. Поэтому водно-воздушный режим в культурной почве непрерывно поддерживается в рамках оптимума для развития растений и микробиологической жизни почвы. Наконец, культурная почва должна быть

избавлена от всяких стихийных процессов, ведущих к понижению плодородия почвы и угнетению растений.

Система мелиоративных мероприятий удерживает динамику почвенных процессов в определенных прогнозируемых рамках, в соответствии с которыми строится и режим орошения. Невыполнение какого-либо из компонентов этой системы выводит почвенные процессы из прогнозируемых рамок и вызывает необходимость изменения других компонентов, в частности режима орошения. Следовательно, дифференцированный режим орошения отвечает потребностям растений лишь при осуществлении всей системы мелиоративных мероприятий.

Дифференцированный режим орошения сельскохозяйственных культур строится не только по прогнозируемым почвенным процессам и водным свойствам почв, но и по особенностям ирригационно-хозяйственных условий в отдельных колхозах.

Все эти вопросы освещаются в описанном выше агромелиоративном районировании, которое, как неотъемлемую часть, содержит в себе гидромодульное районирование. Из изложенного по этому поводу (см. часть I настоящей работы) ясно, что существующий метод гидромодульного районирования, строящийся на статическом состоянии почвенного покрова, не может являться основой для дифференциации режима орошения сельскохозяйственных культур. Ибо нельзя регулировать водно-воздушный, солевой и питательный режим почв одним режимом орошения, не зная условий почвообразования и в отрыве от применяемой системы мелиоративных мероприятий.

Все разнообразие физических и, в частности, водных свойств почв, обуславливающее разницу в поливных нормах и количестве поливов для поддержания в почве оптимального водно-воздушного режима, объединяется нами в девять групп (гидромодульных районов), характеристика которых дана в табл. 8.

Гидромодульные районы выделяются путем объединения агромелиоративных участков в их прогнозируемом содержании по признаку идентичности водных свойств почвы и направленности почвенных процессов. Для почв, не подверженных засолению, нами выделено, как указано, девять гидромодульных районов. В целях охвата гидромодульным районированием почв, подверженных засолению, нами введены дополнительные гидромодульные районы, для которых предусматриваются учащенные вегетационные поливы и применение периодических или ежегодных осенних поливов в соответствии с описанными выше принципиальными установками.

III	а) 0,5—0,7 м б) более 0,7 м	—	0—60	2,65	1,55	42	12	19	45	29	69	1700	1100	600
		на глубине 3—5 м и глубже	0—100	2,70	1,65	39	8	13	33	20	51	2000	1300	700
			0—900	2,70	1,40	48	15	21	44	31	65	2300	1900	900
IV	сероземы и сероземно-луговые, легкосуглинистые и супесчаные мощные	на глубине 2—3 м	0—100	2,70	1,50	44	9	14	32	21	48	2100	1400	700
		—	0—80	2,65	1,40	47	15	21	45	34	72	2700	1700	1000
VI	сероземно-луговые и луговые, легкосуглинистые и супесчаные	на глубине 1—2 м	0—80	2,70	1,50	44	10	14	34	22	55	1800	1200	600
		—	0—70	2,65	1,40	47	16	22	47	37	77	2600	1600	1000
VIII	луговые и лугово-болотные, легкосуглинистые и супесчаные	на глубине около 1 м	0—50	2,65	1,40	47	10	14	30	31	66	1500	700	800
		—	0—50	2,65	1,30	51	17	22	43	43	84	2200	1100	1000
IX	те же почвы, но суглинистые и глинистые	—	0—50	2,65	1,30	51	17	22	43	43	84	2200	1100	1000

В области сазово-солончаковых равнин нами выделено, начиная с VI района, четыре дополнительных района с залеганием грунтовых вод на глубине ближе 2 м. Для районов этих, обозначенных, в отличие от основных, буквой «а» (VI-а, VII-а, VIII-а, IX-а), предусматривается режим орошения следующего содержания: для района VII-а — осенние профилактические поливы через один год, для района VI-а — эти же поливы ежегодно, без изменения вегетационного режима орошения, какой принят для соответствующих основных районов; для района IX-а — ежегодные профилактические поливы и увеличение числа вегетационных поливов на 1; в районе VIII-а, при ежегодных профилактических поливах, число вегетационных поливов увеличивается на 2. Увеличение числа поливов в районах, характеризующихся тяжелым механическим составом почв (VII-а и IX-а), по сравнению с районами, где наличествуют почвы легкого механического состава, необходимо ввиду более интенсивного капиллярного движения грунтовых вод в легких почвах.

В солончаковых равнинах выделено, начиная с III, семь дополнительных районов с залеганием грунтовых вод на глубине 3 м и выше, обозначенных буквой «б», с режимом орошения следующего содержания: III-б — профилактические поливы через три года без изменения вегетационного режима орошения; IV-б и V-б — профилактические поливы через два года и увеличение числа вегетационных поливов на 1; в остальных районах частота профилактических поливов такова же, как и в соответствующих районах, обозначенных буквой «а», но число вегетационных поливов увеличивается в следующем порядке: в VII-б — на 1, в VI-б — на два, в IX-б — на три в VIII-б — на четыре.

Нужно отметить, что такая дифференциация поливов, в зависимости от интенсивности проявления процесса засоления почв, необходима лишь для существующих и переходных ирригационно-хозяйственных условий, когда возможность процесса засоления еще допускается. Вместе с повышением техники орошаемого земледелия и применением описанного комплекса мероприятий по коренной мелиорации засоленных и заболоченных почв, надобность в этой дифференциации на культурных полях будет постепенно отпадать. Так, в первую очередь могут быть ликвидированы VIII и IX гидромодульные районы с очень близким залеганием грунтовых вод, препятствующих своевременной обработке почв весной и создающих неблагоприятный тепловой режим почвы для раннего развития хлопчатника и других культур.

С увеличением числа вегетационных поливов в дополнительных районах поливные нормы уменьшаются в соответст-

нии со снижением дефицита влаги к полевой влагоемкости: если на луговых почвах, не подверженных засолению, за межполивные периоды допускается снижение влажности до 65—60% от полевой влагоемкости, то на луговых же почвах, подверженных засолению, влажность не должна опускаться ниже 75—70%, как это указано выше. Эта разница во влажности почвы перед поливами на 5—10% от полевой влагоемкости снижает дефицит влаги или поливную норму на 130—260 м³/га, если принять полевую влагоемкость корнеобитаемого слоя почвы равной 2600 м³/га (табл. 8). Оросительная норма при этом увеличивается на 300—400 м³/га при каждом добавочном поливе.

Величина полевой влагоемкости почвы зависит от механического состава и характера свиты слоев, слагающих профиль почвы, окультуренности почвы, а также от глубины залегания грунтовых вод. Эта зависимость четко показана в работах А. Ф. Лебедева. Примером резкой разницы в величине полевой влагоемкости почв и состоянии влаги в них в зависимости от механического состава почвы и глубины залегания грунтовых вод могут служить данные полевых исследований в районе Киргизского хребта, приводимые на рис. 23.

Влажность почвы (соответствующая полевой влагоемкости супесчаного серозема) составляет всего 41% от порозности ее, т. е. влажность такой почвы после полива при наступлении равновесия влаги в увлажненном слое далеко не достигает оптимума (60—80% от порозности). В пылевато-суглинистом сероземе влажность почвы после полива едва достигает оптимума (60% от порозности), а в болотно-луговой глинистой почве она намного превосходит оптимум (85% от порозности). Поэтому для поддержания водно-воздушного режима почв, приближающегося в той или иной мере к оптимуму, на первой из почв необходимы поливы весьма учащенные при малых поливных нормах, на второй — значительно менее частые поливы при умеренных поливных нормах и, наконец, на третьей — редкие поливы при умеренных поливных нормах. Даже при таком направленном различии режима орошения нельзя добиться одинаковости водно-воздушного режима на трех рассматриваемых почвах: на первой отступления от оптимума всегда будут выражаться в недостатке влаги и избытке воздуха, на второй будет наблюдаться то же, но в меньшей степени, а в третьей, напротив, всегда в избытке будет вода, а не воздух.

Таким путем мы подходим к дифференциации режима орошения сельскохозяйственных культур на разных почвах для достижения оптимального для всех случаев водно-воз-

душного и солевого режима почв. Сам же режим орошения нами строится по следующим принципам.

Общая потребность растений в воде изучалась давно и в настоящее время имеется огромное количество данных по этому вопросу, выраженных в транспирационных коэффициентах. Последние, в зависимости от различных условий внешней среды, колеблются в весьма широких пределах, достигающих

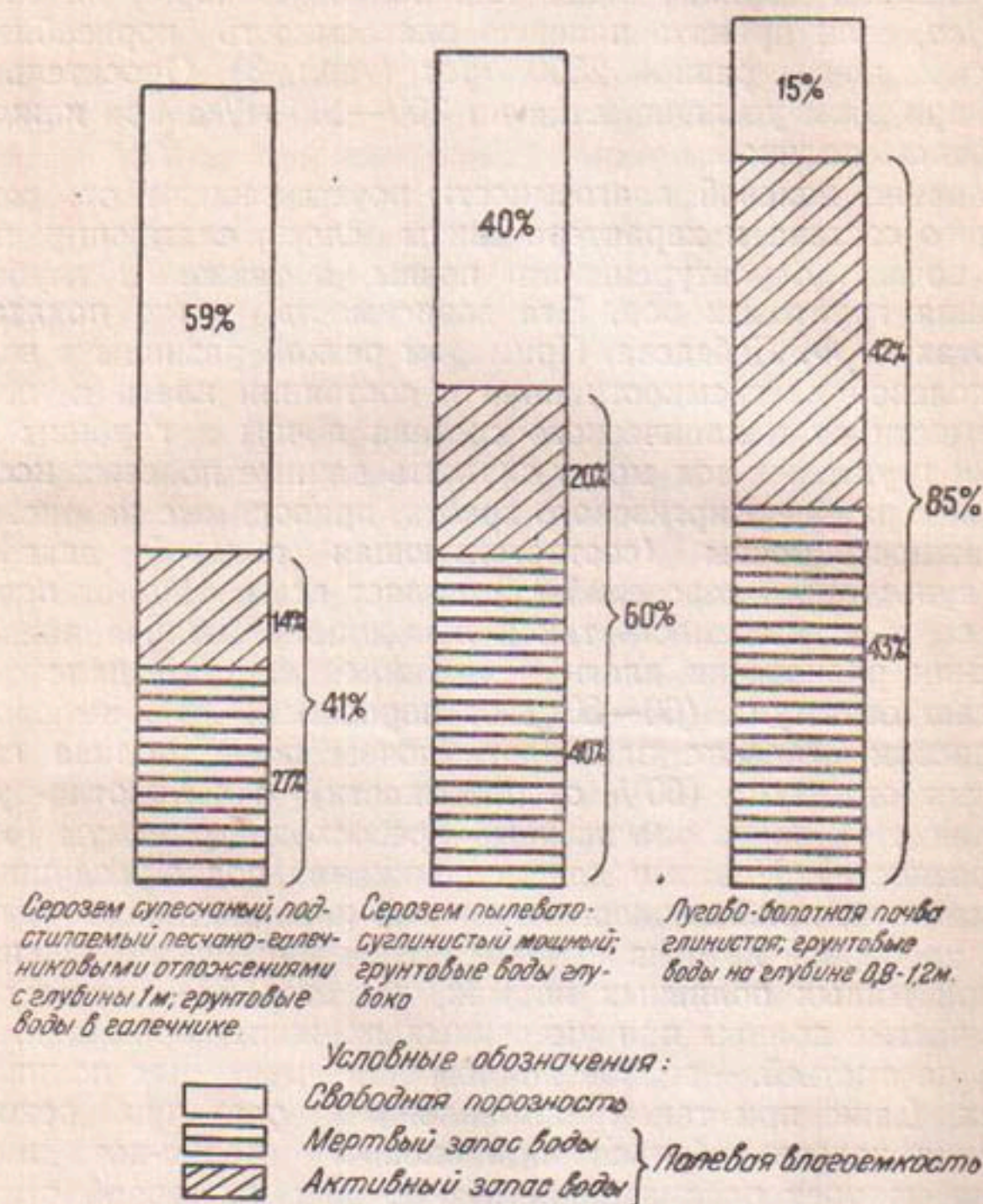


Рис. 23. Водные свойства орошаемых почв.

200—500—700‰ для одного растения и, как отмечает Вильямс, «совершенно не поддаются не только диалектической, но часто даже простой арифметической обработке» (9, стр. 387). Причина этого, повидимому, в том, что «наибольшая эффективность всякого фактора осуществляется только при полной обеспеченности растения всеми факторами» (там

же). Далее Вильямс указывает, что потребность растений в воде «зависит не только от вида и сорта растений, но и от условий их развития, которые еще не все и не всегда поддаются или подвергаются учету» (там же, стр. 391). Поэтому, чтобы подойти к определению оросительной нормы для какого-либо растения по величине его коэффициента транспирации, предстоит еще большая работа по изучению зависимости этого коэффициента от разнообразия сопутствующих природных и хозяйственных факторов. Пока попытки определения оросительной нормы по транспирационному коэффициенту, как это предлагает С. П. Рыжов (58) для хлопчатника по Ферганской долине, являются мало убедительными.

Таким образом, какой-либо твердой теоретической основы для расчета оросительной нормы мы пока не имеем, располагая лишь показателями, определяющими относительные ее величины в зависимости от разнообразных факторов внешней среды.

Достаточно обоснованно мы в настоящее время можем подходить лишь к расчету поливных норм и к распределению их во времени, оросительная же норма при этом определится, как сумма поливных. Для расчета поливной нормы нужно знать глубину корнеобитаемого (увлажняемого при поливе) слоя почвы, его полевую влагоемкость и допустимое иссушение его за межполивные периоды. Поливная норма рассчитывается каждый раз по дефициту влаги к полевой влагоемкости по следующей формуле (Л. П. Розова): $M = P - m + k$, где M — поливная норма в $m^3/га$, P — предельная влагоемкость увлажненного слоя в $m^3/га$, m — запас воды в увлажняемом слое почвы перед поливом в $m^3/га$, k — непроемчивые потери воды при производстве поливов.

Увлажненный слой почвы возрастает с весны к лету вместе с развитием корневой системы вглубь. Поэтому расчетный увлажняемый слой почвы под хлопчатником в мае и первой половине июня нами принимается не более 0,6 м на мощных сероземах. Для взрослых растений увлажняемый слой почвы нами дифференцируется в зависимости от свойств почв в следующих размерах (табл. 8):

а) на маломощных сероземах он ограничивается мощностью мелкоземистого слоя над подстилающими песчано-галечниковыми отложениями;

б) на мощных и влагоемких сероземах с глубоким залеганием грунтовых вод он принимается равным 0,8 — 1,0 м;

в) на луговых почвах он ограничивается слоем, ниже которого влажность почвы поддерживается на уровне полевой ее влагоемкости путем капиллярного подпитывания грунтовыми водами. Наблюдения за развитием корневой системы

хлопчатника, сахарной свеклы и люцерны, проведенные стационарными исследованиями Сазводпроиза и опытными станциями СоюзНИХИ, показывают, что в этих непрерывно увлажняемых и плохо аэрируемых горизонтах корневая система не развивается. В соответствии с изложенным увлажняемый слой на луговых почвах принимается равным:

100—80 см	на почвах с залеганием грунтовых вод на глубине	2—3 м;
70—80 см	" " "	1—2 м;
40—50 "	" " "	около 1 м;

При этом наибольшая мощность увлажняемого слоя принимается для легких почв, как менее влагоемких.¹

Для разработки режима орошения хлопчатника и других культур необходимо, помимо расчета поливных норм, правильное распределение поливов во времени, в соответствии с потребностями растений в разные фазы их развития. Разрешение этой задачи достигается путем получения экспериментальных кривых суммарного расхода влаги в увлажняемом слое почвы на высокоурожайных полях под хлопчатником и травами. Межполивные периоды в течение всего периода вегетации определяются по этим кривым. Сроки поливов при этом намечаются по физиологическим показателям: сосущей силе листьев, осмотическому давлению клеточного сока.

Многочисленными исследованиями опытных станций СоюзНИХИ и стационарными исследованиями Сазводпроиза относительно водного режима почв на высокоурожайных полях под хлопчатником и травами установлено, что допускаемый нижший предел влажности корнеобитаемого слоя почвы перед поливом далеко не одинаков на разных почвах. На легких по механическому составу сероземах, а также на почвах, подверженных засолению, он варьирует в пределах 75—80% от полевой влагоемкости, достигая 55—60% на высококормящих болотно-луговых почвах с залеганием грунтовых вод на глубине около 1 м.

Следует отметить, что в СоюзНИХИ развивается иная точка зрения на данный вопрос. Так, С. Н. Рыжов пишет: «Таким образом, можно сделать окончательный вывод, что влажность почвы перед поливом можно опускать не ниже 70% от полевой влагоемкости, независимо от плодородия фона, засоления почв и минерализации грунтовых вод» (58). Далее он подчеркивает, что «нижний предел влажности почв, составляющий 70% от полевой влагоемкости, представляет устойчивую величину, не зависящую от свойств почвы, величины урожая и фона» (там же, стр. 124).

¹ СоюзНИХИ принимает мощность увлажняемого слоя одинаковой для всех почв и равной 1 м (см. В. М. Легостаев, 35, и С. Н. Рыжов, 58).

Ошибочность этого вывода видна из рис. 23, ибо одинаковое (до 70% от полевой влагоемкости) иссушение супесчаного серозема и лугово-болотной почвы за межполивные периоды приведет к тому, что влажность первого перед поливом (29% от порозности) будет близка к мертвому запасу влаги в почве (27%), а влажность второй будет близка к оптимуму (60% от порозности). Вместе с тем этот вывод в корне противоречит практике передовых колхозов, выводам опытных станций, в частности Таджикской базы АН СССР, и учению В. Р. Вильямса о травопольной системе земледелия.

Скорость расхода влаги на транспирацию и испарение до указанных выше допустимых значений для разных почв зависит от сложного комплекса природных и ирригационно-хозяйственных факторов, для которого еще не найдены связующие уравнения. В этом направлении сделано немало попыток (И. А. Шаров, 71, Т. Н. Преображенский, 53), но результаты их пока не отвечают практическим требованиям, так как не учитывают всех факторов и динамичности этих последних. Поэтому мы и считаем, что получение кривых суммарного потребления воды является в настоящее время единственно правильным путем в определении сроков полива. Исследования в этом направлении должны вестись параллельно с наблюдениями за сосущей силой листьев с тем, чтобы найти хотя бы приближенную корреляцию между влажностью почвы и сосущей силой листьев при разной концентрации почвенного раствора. Нахождение такой корреляции для средних метеорологических условий вегетационного периода позволит судить с достаточной для практических целей точностью о размерах поливных норм в разные стадии развития растений.

Весь материал по анализу существующего опыта орошения в передовых колхозах и на опытных станциях в районах Средней Азии за последние годы сведен нами в табл. 9. Данные этой таблицы показывают, что при различных для разных почв допускаемых пределах иссушения за межполивные периоды (от 55 до 75% от полевой влагоемкости) влажность почвы перед поливом колеблется в узких рамках: 34—38% от ее порозности на легких разностях и 46—48% — на тяжелых; причем количество свободной влаги сверх насыщающей максимальную молекулярную влагоемкость составляет 100—200 м³/га.

Таким образом, дифференцированный подход к норме иссушения увлажняемого слоя почвы за межполивные периоды имеет смысл и практическое значение, ибо удерживает водно-воздушный режим почвы к концу межполивного периода в указанных узких рамках. Эти последние являются, очевидно, крайним оптимальным пределом для развития хлопчатника в

Таблица 9

Элементы расчета поливных норм

Характеристика почв	Заглатание грун- товых вод (в м)	Расчетный увлаж- няемый слой поч- вы (в см)	Максималь- ная молеку- лярная вла- га в емкости		Полевая влагоем- кость			Допускаемое по- нижение влажно- сти почвы				Расход влаг		Поливная норма (в м³/га)
			в % от объема	по коли- честву воды в м³/га	в % от объема	пороз- ности	в % от объема	полево- влагоем- кости	в % от объема	по ко- личе- ству воды в м³/га	в % от объема	по количе- ству воды в м³/га		
Сероземы а) средние и тяжелые, подстилаемые дрена- рующими отложениями с глубины 0,2—0,4 м б) легкие, подстилаемые дренирующими отло- жениями с глубины 0,4—0,6 м	в галеч- нике	30	17	500	31	66	930	70	22	47	700	9	200	300
	"	50	12	600	20	45	1000	75	15	34	800	5	300	400
Те же почвы, но подсти- лаемые дренирующими отложениями с глубины соответственно: а) 0,5—0,7 м б) больше 0,7 м	"	60	19	1100	29	69	1700	70	20	48	1200	9	500	600
	"	100	13	1300	20	51	2000	70	14	36	1400	6	600	700

Сероземы средние и тяжелые, мощные или подстилаемые дренирующими отложениями с глубины более 1 м	3—5 м и глубже	90	21	1900	31	65	2800	70	22	46	2000	9	800	900
Сероземно-луговые, легкие	2—3 м	100	14	1400	21	43	2100	70	15	34	1500	6	600	700
Сероземно-луговые, средние и тяжелые	"	80	21	1700	34	72	2700	65	22	47	1800	12	800	900
Луговые легкие	1—2	80	14	1100	22	55	1800	70	15	34	1200	7	600	700
Луговые, средние и тяжелые	"	70	22	1500	37	77	2600	60	22	47	1500	15	800	900
Болотно-луговые легкие	около 1 м	50	14	700	31	66	1500	60	18	38	900	13	700	800
Болотно-луговые, средние и тяжелые	"	50	22	1100	43	84	2200	55	24	47	1200	19	700	800

полевых условиях, так как соблюдение их обуславливает высокие урожаи, порядка 30—40 ц/га. Следовательно, выведенные нормы снижения влажности корнеобитаемого слоя почвы за межполивные периоды до 75—55% от полевой влагоемкости на разных по влагоемкости почвах могут быть приняты для расчета поливных норм в первом приближении. С получением новых данных, ожидаемых на основе ведущихся опытов определения сроков полива по сосущей силе листьев, эти нормы будут уточнены.

На почвах, подверженных засолению, в целях регулирования их солевого режима в течение всего вегетационного периода, до второй декады августа, поддерживается, как отмечено выше, повышенная влажность почвы (до 70—80% от полевой влагоемкости), что достигается путем учащения поливов и соответствующего снижения поливных норм.

В оросительных системах, имеющих критический период во время вегетации, режим орошения на влагоемких почвах, не подверженных засолению, строится на несколько иных принципах, предусматривающих:

а) необходимость создания запаса влаги в полутораметровом слое почвы во время паводков в источниках;

б) задержку первого полива до возможно более позднего срока с тем, чтобы корневая система успела развиться и охватила больший объем почвы; задержка эта, однако, не должна нанести ущерба общему развитию растений;

в) применение больших поливных норм, рассчитанных по дефициту влаги на полутораметровый слой почвы.

При таком режиме орошения недостаток воды в критический период системы в значительно меньшей степени отразится на развитии растений и получении высокого урожая.

А. Н. Костяков в последнем издании «Основ мелиорации» дает следующее уравнение, определяющее оросительную норму:

$$M = E - P_0 - \Delta W + E_0$$

где P_0 — количество осадков, поступающее в почву в течение вегетационного периода;

E — общее водопотребление — транспирация культуры;

E_0 — испарение с поверхности почвы за тот же период;

ΔW — внутренние запасы влаги в почве, используемые в течение этого же периода.

Проведя анализ большого материала — данных по получаемой урожайности и расходования воды на полях стахановцев и опытных учреждений, А. Н. Костяков установил связь между общим водопотреблением орошаемой культуры (хлопчатника, трав и колосовых для разных районов орошения), с одной стороны, и уровнем плодородия почв и урожайностью —

с другой. Так, при урожае хлопчатника в 30 ц/га коэффициент суммарного водопотребления ($E + E_n$) выражается в 180—150 м³/га на 1 ц урожая; при урожае в 40 и 50 ц/га коэффициент выражается соответственно в 140—120 и 110—90 м³/га на 1 ц урожая. При меньших урожаях коэффициент достигает 240 м³/га и выше.

Выведенные коэффициенты суммарного водопотребления обосновываются большим материалом существующего опыта орошения, а потому могут служить основой для проектирования оросительных норм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенное выше агромелиоративное районирование наносимое на карту того или иного масштаба в зависимости от детальности требуемой проработки, дает управляемый фон почвенных процессов, которые направлены в сторону ликвидации всех снижающих плодородие почв факторов

На такой управляемый фон на колхозных полях представляется возможным накладывать дифференцированные схемы севооборотов, системы удобрений и системы агротехнических приемов возделывания хлопчатника и других культур, обеспечивающие устойчивое, прогнозируемое повышение плодородия почв и урожайности возделываемых культур, что является необходимым условием ведения планового социалистического сельского хозяйства.

Дифференциация всего агротехнического комплекса на управляемом фоне развития почв, предусматриваемом в агромелиоративном районировании, мыслится следующим образом. Подобно гидромодульному районированию, агромелиоративные участки внутри областей и районов объединяются в группы. Почвы в этих последних по своим свойствам и направлению почвенных процессов, в данных ирригационно-хозяйственных условиях требуют одинакового режима орошения и единого агротехнического комплекса по устойчивому повышению плодородия почв и урожайности возделываемых культур. Такие группы агромелиоративных участков мы называем агротехническими районами. По ним и ведется дифференциация агротехнического комплекса и прогноз урожайности и темпов окультуривания почв.

Для примера выделения агротехнических районов приводим табл. 10, составленную по ведомости агромелиоративного районирования одной из областей. Как видно из таблицы, переходный этап освоения земель этой области потребовал выделения 12 агротехнических районов по каж-

Характеристика агротехнических районов

Номер агрометеоро- логического участка	В переходный период			В перспективе		
	почвы	номер гидро- модульного района	номер агро- технического района	почвы	номер гидро- модульного района	номер агро- технического района
7, 8, 33, 35	орошаемые темные луговые, не подверженные засолению	VII	I	орошаемые темные луговые, не подвер- женные засолению	VII	I
9, 36, 37	орошаемые болотно-луговые, под- верженные карбонатно-магниевому засолению	IX	VIII	"	"	"
13, 14, 16, 17 18, 18a, 39, 40, 41, 42, 43	орошаемые светлые луговые, под- верженные сульфатному засолению	VII-a	IX	орошаемые светлые луговые, не подвер- женные засолению	V	II
44, 44-a	орошаемые болотно-луговые, под- верженные сульфатному засолению	IX-a	X	"	"	"
6, 32	орошаемые светлые луговые, не подверженные засолению	V	II	"	"	"

12, 38	орошаемые светлые луговые, подверженные сульфатному засолению	V-a	VII	"	"	IV	"
19, 20	орошаемые сероземно-луговые, подверженные хлоридно-сульфатному засолению слабыми темпами	V-a	IV	орошаемые лугово-сероземные, не подверженные засолению	III	IV	"
21, 25-a, 22, 45, 46, 49	орошаемые луговые, подверженные хлоридно-сульфатному засолению	VII-б	XI	"	"	"	"
29, 47, 50, 51, 52	орошаемые болотно-луговые, подверженные хлоридно-сульфатному засолению	IX-б	XII	"	"	"	"
1, 2, 3, 5, 24, 25, 31	орошаемые сероземы мощные, не подверженные засолению	III	III	орошаемые сероземы, не подверженные засолению	III	III	"
4, 26, 27	орошаемые сероземы маломощные, не подверженные засолению	II	V	"	II	V	"
28, 29	орошаемые сероземы очень маломощные, не подверженные засолению	I	VI	"	I	VI	"

дому физико-географическому ландшафту, чтобы охватить все разнообразие условий почвообразования, создаваемых ирригационно-хозяйственными факторами переходного периода с его системой мелиоративных мероприятий. В перспективных же ирригационно-хозяйственных условиях, когда полностью будет осуществлена система мероприятий по коренной мелиорации земель, таких агротехнических районов потребуется всего лишь шесть в каждом ландшафте. Следует отметить, что внутри каждого агротехнического района предусматривается дифференциация агротехнического комплекса по полям севооборотов.

Разработка и детализация агротехнического комплекса на основе агро-мелиоративного районирования представляет собой большое самостоятельное исследование, требующее коллективного труда работников разных специальностей: агротехника, агроэкономиста, агрохимика, агрофизика, механизатора и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. А б о л и н Р. И., Основы естественно-исторического районирования советской Средней Азии, М., 1929.
2. А б о л и н Р. И., Б у н а к о в Е. В., П о п о в М. Г. и др., Физико-географические условия Средней Азии и их экономическое значение, Сб. „Растениеводство СССР“, т. 1, 1933.
3. А л и с о в З. П., Климатические области и районы СССР, М., 1947.
4. Б е р г Л. С., Географические зоны Советского Союза, Географгиз, 1947.
5. О н ж е, Основы климатологии, М., 1938.
6. Б о б к о Е. В., Эрозия как не учитываемая статья балансов питательных веществ в почве, „Почвоведение“, 3, 1943.
7. Б о г о м о л о в Д. В., О борьбе с эрозией, „Почвоведение“, 3, 1943.
8. В. В. Докучаев и география. 1846—1946. Сборник статей. К 100-летию со дня рождения, М., АН СССР, 1946.
9. В и л ь я м с В. Р., Почвоведение, М., 1936.
10. О н ж е, Травопольная система земледелия на орошаемых землях, Сельхозгиз, 1935.
11. В о л о б у е в В. Р., О почвенно-климатических закономерностях на территории СССР, „Почвоведение“, 1, 1946.
12. О н ж е, О почвенно-климатических ареалах, „Почвоведение“, 11, 1943.
13. О н ж е, Генетическая зависимость почвообразования и растительного покрова от климатических условий, Известия АН Азерб. ССР, 9, 1945.
14. Г е р а с и м о в И. П., О почвенно-климатических фациях равнины СССР и прилегающих стран, Труды Почвенного института им. Докучаева, ч. VIII, вып. 5, 1933.
15. Г р и г о р ь е в А. А., Некоторые итоги разработки новых идей в физической географии, Известия АН СССР, сер. географич. и геофизич., т. X, 1946.
16. О н ж е, Субарктика. АН СССР, М., 1946.

17. Д и м о Н. А., Отчет по почвенным исследованиям в районе восточной части Голодной степи Самаркандской области, СПб, 1910.
18. Д о к у ч а е в В. В., Учение о зонах природы, Географгиз, М., 1948.
19. За высокий урожай, Сб. НИХИ, Москва—Ташкент, 1932.
20. З а й ц е в Г. С., По поводу Мургабских опытов с поливами хлопчатника, „Вестник ирригации“, 7, 1924.
21. Засоление почв Вахшской долины и меры борьбы с ним, АН СССР, Вахшская почвенно-мелиоративная станция, М.—Л., 1939.
22. К а ч и н с к и й Н. А., О принципах построения почвенно-мелиоративной карты в целях ирригации, „Почвоведение“, 6, 1937.
23. К е п п е н В., Основы климатологии, М., 1938.
24. К о в д а В. А., Вопросы засоления и рассоления почв Каспийской низменности в связи с ее ирригацией, „Почвоведение“, 6, 1937.
25. О н ж е, Мелиоративное районирование и вторичное засоление почв Голодной степи, „Проблемы советского почвоведения“, Сб. АН СССР, М., 1941.
26. О н ж е, Классификация типов орошаемых оазисов и важнейшие мероприятия по борьбе с засолением и заболачиванием почв, Доклады АН СССР, т. XXIX, 2, 1945.
27. О н ж е, Происхождение и режим засоленных почв, АН СССР, 1947.
28. К о л о с к о в П. И., Агроклиматическое районирование Казахстана, I, Текст, АН КазССР, 1947.
29. К о р о в и н Е. П. и Р о з а н о в А. Н., Почвы и растительность Средней Азии как естественная производительная сила, Труды САГУ, сер. XII-а, вып. 17, 1938.
30. К о с т я к о в А. Н., Основы мелиорации, М., 1938.
31. К у р б а т о в Н. И., К изучению осолоненных земель Средней Азии, „Вестник ирригации“, 1, 1926.
32. Л е б е д е в А. Ф., Почвенные и грунтовые воды, М.—Л., 1930.
33. Л е г о с т а е в В. М., Гидроמודульное районирование хлопкового пояса Средней Азии и Южного Казахстана, Ташкент, 1935.
34. О н ж е, Факторы, определяющие размеры и режим орошения, НИХИ, Москва—Ташкент, 1932.
35. О н ж е, Мелиоративное районирование, Ташкент, 1950.
36. М а г н и ц к и й П. К., Агропочвенное районирование как метод планового изучения и использования почвы, „Почвоведение“, 5, 1941.
37. М а к р и д и н Н. В., Ирригация Заволжья, т. 1, 1936. Районирование области ирригации Заволжья по признаку потребности в специальных мелиорациях.
38. М а л ы г и н В. С., К вопросу о гидромодуле, „Вестник ирригации“ 7, 1927.
39. О н ж е, Устройство и работа закрытого дренажа на Зеравшанском опытном поле, 1916.
40. М и д д е н д о р ф А. Ф., Очерк Ферганской долины, СПб, 1882.
41. М у ж ч и н к и н Ф. Ф., Гидрогеологический очерк западной части Ферганской котловины, Ташкент, 1932.
42. Н а д е ж и н А. М., Опыт ирригационной номенклатуры и обозначений на картах почвенных образований пустынно-степной области Средней Азии, „Вестник ирригации“, 5, 1929.
43. Н е у с т р о е в С. С., Элемент географии почв, М., 1930.
44. Отчеты гидромодульной части за 1913—1915 гг., Отдел земельных улучшений, М., 1914, 1916, 1918.

45. Отчеты Андижанской сельскохозяйственной опытной станции за 1915 г., Андижан, 1915.
46. Отчеты Голодностепской сельскохозяйственной опытной станции за 1913—1914 гг., Ташкент, 1914, 1915.
47. Отчеты Туркестанской сельскохозяйственной опытной станции за 1913—1915 гг., Ташкент, 1913, 1914, 1915.
48. П а н к о в М. А. и А н т о ш и н а З. Н., Опыт почвенно эрозионных исследований в западных отрогах Чаткальского хребта, Ташкент, 1940.
49. П е р е с к о к о в М. Ф., Результаты опытов по орошению на Мургабской гидромодульной станции за 1915 и 1916 гг., „Вестник ирригации“, 7, 8, 9, 1923.
50. П е т р о в Б. Г. и К о н ь к о в В. С., К изучению грунтовых вод в Голодной степи, Ташкент, 1929.
51. П е т р о в М. П., Климатическое районирование Туркменистана, Известия Туркм. ФАН СССР, 1, 1946.
52. П р а с о л о в Л. И., О черноземе приазовских степей, „Почвоведение“, 1, 1916.
53. П р е о б р а ж е н с к и й Т. Н., Проектирование поливных режимов полевых культур, Сб. научных отчетов ВНИИГиМ за 1941—1942 гг., М., 1949.
54. Р о з а н о в А. Н., Почвенно-мелиоративное районирование Ферганской долины, „Проблемы советского почвоведения“, САН СССР, М., 1941.
55. Р о з о в Л. П., Первичная схема мелиоративной номенклатуры почв зон орошения, „Почвоведение“, 3, 1936.
56. О н ж е, Мелиоративное почвоведение, М., 1936.
57. О н ж е, Повышенные промывные нормы в условиях близкого залегания минерализованных грунтовых вод, „Советское хлопководство“, 9, 1936.
58. Р ы ж о в С. Н., Орошение хлопчатника в Ферганской долине АН УзССР, 1946.
59. Р ы ж о в С. Н. и С у ч к о в С. П., Принципы агропочвенного районирования орошаемых земель и дифференциация агротехнических мероприятий при культуре хлопчатника, „Почвоведение“, 3, 1951.
60. С е л ь а н и н о в Г. Т., Специализация сельскохозяйственных районов по климатическому признаку, Сб. „Растениеводство СССР“, т. 1, 1933.
61. С о к о л о в с к и й А. Н., Засоление почвы как одно из солепроявлений на земной поверхности, „Почвоведение“, 7—8, 1941.
62. С о л н ц е в Н. А., О морфологии природного географического ландшафта, „Вопросы географии“, Сб. 16, 1949.
63. Т и х о м и р о в Е., Введение к книге В. Кеппена „Основы климатологии“, М., 1938.
64. Ф е д о р о в Б. В., Влияние орошения, оросителей воды и водотводящей сети на режим грунтовых вод, „Засоленные земли Ферганы“, Сб. НИХИ, Ташкент, 1934.
65. О н ж е, Определение степени осолонения, почв по растительному покрову, НКЗ УзССР, Ташкент, 1930.
66. О н ж е, Зависимость режима грунтовых вод от орошения и вопросы мелиорации солончаков в условиях Голодной степи „Вестник ирригации“, 8, 1930.
67. Ф е д о р о в Б. В., Практические данные по освоению земель, „Засоленные земли Ферганы“, Сб. НИХИ, Ташкент, 1934.
68. О н ж е, Использование минерализованных вод на орошение, „Почвоведение“, 3, 1947.

69. Циммерман Р. и Молчанов Я., Климатическое районирование Средней Азии, Комиссия по районированию Средней Азии, кн. 3, 1926.
70. Шаров М. А., Иригация Заволжья, т. 1, Гидромодульное районирование Заволжья, 1936.
71. Он же, Методы эффективного орошения, „Социалистическое сельское хозяйство“, 5—6, 1943.
72. Шмидт М. А., Гидрогеологический очерк Китабо-Шахрисябзского района, Узподземвод, Ташкент, 1939.
73. Щукин И. С., Некоторые мысли о сущности и методике комплексного физико-географического районирования территории, „Вопросы географии“, Сб. 3, 1947.
74. Янишевский Н. А., Водные, земельные ресурсы и оросительная способность источников орошения Средней Азии, Ташкент, 1931.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Введение	3
<i>Часть первая</i>	
Краткий критический обзор работ по вопросам районирования Средней Азии в целях хозяйственного использования водоземельных ресурсов	7
I. Климатическое районирование	9
II. Почвенно-мелиоративное районирование	13
III. Гидрогеологическое районирование	18
IV. Гидромодульное районирование	20
V. Физико-географическое районирование	26
VI. Мелиоративное и агропочвенное районирование	33
<i>Часть вторая</i>	
Метод агромелиоративного районирования зон орошения	39
I. Теоретические предпосылки к методу агромелиоративного районирования и состав необходимых исследовательских материалов	40
II. Агромелиоративное районирование как детальное внутри-ландшафтное физико-географическое районирование	43
III. Примеры агромелиоративного районирования зон орошения на территории республик Средней Азии и Южного Казахстана	58
IV. Источники современного соленакпления и причины, вызывающие засоление почв	73
V. Комплекс мелиоративных мероприятий по управлению почвенными процессами	111
1. Эксплуатационные и агротехнические мероприятия	116
2. Специальные мероприятия, необходимые на отдельных частях территории	118
3. Система мероприятий по предупреждению засоления почв	121
4. Система мероприятий по коренной мелиорации засоленных почв	128
5. Принципы построения дифференцированного режима орошения сельскохозяйственных культур	130
Заключение	143

Ответственный редактор *С. А. Шувалов*
Редактор Издательства *И. А. Наймарк*
Технический редактор *З. И. Сорокина*
Корректор *Е. Д. Андреева*

Р05758. Подписано к печати 31/VIII-53 г. Бумага $60 \times 92\frac{1}{16}$ —5,62 бум. л
11,5 п. л. Изд. л. 11,5. Тираж 1000. Переплет 1 р. 25 к.

Типография Изд. АН УзССР, г. Ташкент, 1953 г. Зак. 412.