

## ***Выбор параметров дренажа и их соотношение с практикой орошения***

**В.А. Духовный, Х.И. Якубов, П.Д. Умаров**

Специфическая роль дренажа на орошаемых землях в засушливых условиях отличается от роли дренажа в зоне переувлажнения. Если последний отвечает только за борьбу с заболачиванием и предотвращением затопления паводковыми водами сельскохозяйственных и других земель, то дренаж в аридной зоне имеет еще две другие важные особенности. Первая описана в западной научной литературе [59, 60] - это борьба с засолением и создание базиса плодородия без промывного режима орошения земель. Вторая особенность характерна лишь для водно-дефицитных условий и направлена на создание оптимального мелиоративного режима почвогрунтов. Эта особенность получила широкое распространение в советской мелиоративной науке [62, 63]. Однако, по нашему мнению, значимость достигаемой при этом экономии оросительной воды осталась далеко от внимания зарубежных исследователей. Отмеченные особенности аридной зоны вызваны простой причиной: высокое испарение и слабая естественная дренированность, приводящая к подъему уровня грунтовых вод при орошении, и как следствие - подтяжку солей из глубины в зону аэрации. Количество соленакопления и степень увеличения засоления почв зависит от минерализации грунтовых вод, интенсивности капиллярного подъема влаги из грунтовых вод, что в свою очередь зависит от механического состава почвогрунтов, определяющего высоту и интенсивность этого капиллярного подъема. Важнейший показатель эффективности работы дренажа - это глубина снижения грунтовых вод, которая определяется глубиной укладки дренажа, параметрами дренажной линии и междреннего расстояния. Все эти показатели необходимо рассматривать в привязке к их площадному расположению на поле.

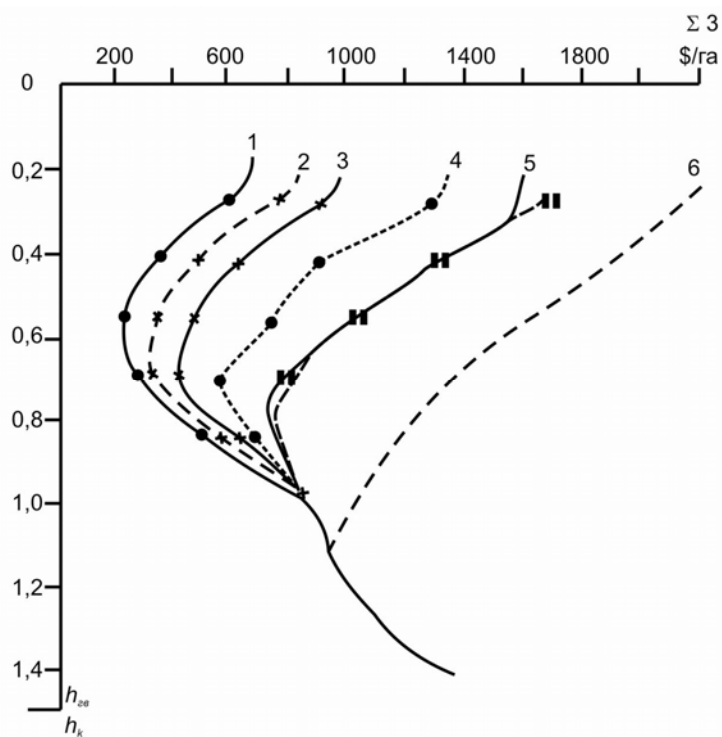
Расчет параметров дренажа для условий засушливой зоны в интересах экономичного расходования воды и управления сбалансированным отведением солей, не допуская при этом соленакопления в почвогрунтах и в то же время, сохраняя содержание полезных элементов в почве, основывается на выборе оптимального мелиоративного режима [6, 63]. Этому вопросу посвящено достаточно много научных и практических работ. Суть этого подхода сводится к обеспечению условий, при которых средний по площади уровень грунтовых вод оптимально обеспечивает капиллярное поднятие влаги при различных величинах минерализации грунтовых вод (таблица 4.7). На рис. 4.18 показано, что минимизация выноса солей и удельных расходов воды при этом, как показали расчеты [6], соответствуют и оптимальным финансовым затратам, имея в виду величину приведенных затрат на 1 гектар орошения. В этой же работе приведена сводка анализа влияния оптимального режима орошение-дренаж на урожайность хлопчатника (рис. 4.19) по данным шести опытных станций Всесоюзного научно-исследовательского института хлопководства (СоюзНИХИ). Из рисунка 4.19 видно, что при оптимальном мелиоративном режиме наблюдается и максимальная устойчивость высоких урожаев.

Таблица 4.7.

Соотношение минерализации грунтовых вод с зависимостью относительной глубины грунтовых вод при оптимальном мелиоративном режиме

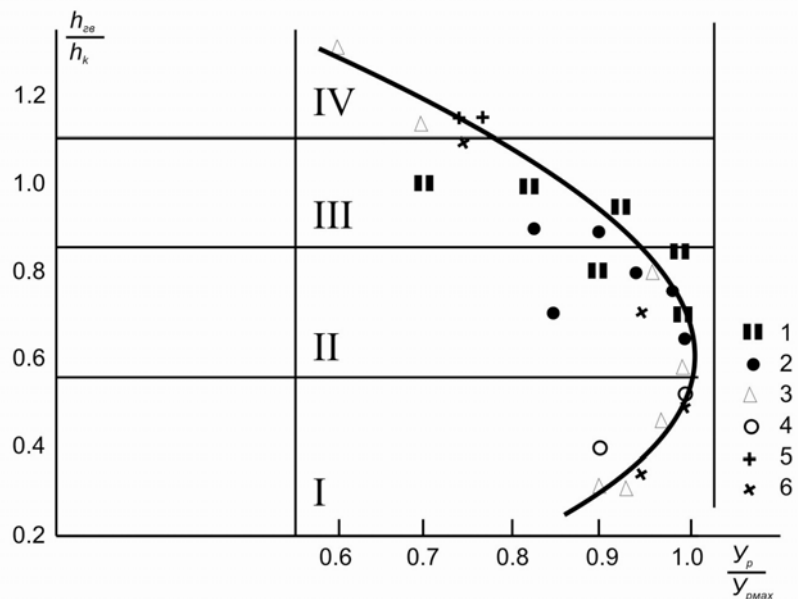
Минерализация грунтовых вод	$\frac{h_{г.вод}}{h_k}$	Вынос солей, тонн с гектара
1 г/л	0,5	1-2
2-3 г/л	0,6	3-7
5-7 г/л	0,9	5-10
>10-15 г/л	1,2	10-15

где:  $h_k$  - максимальная высота капиллярного поднятия;  
 $H_{г.вод}$  - средняя за вегетацию глубина ГВ.



**Рис. 4.18. Оптимизация мелиоративного режима по сумме приведенных затрат с учетом воды и урожая:**

1: C = 1 г/л; 2: C = 2 г/л; 3: C = 3 г/л; 4: C = 5 - 7 г/л; 6: C = > 10 - 15 г/л.



**Рис. 4.19. Влияние относительного уровня грунтовых вод и мелиоративного режима на урожайность хлопчатника**

Режимы почвообразования:

I - гидроморфный; II - полугидроморфный; III - полуавтоморфный; IV - автоморфный.

Опытные станции СоюзНИХИ:

1 - Пахтаарал; 2 - Бухара; 3 - Голодная степь; 4 - Федченко; 5 - Аккавак; 6 - Хорезм.

Максимум урожая, как видно из рисунка 4.19, соответствует диапазону отношения среднего за вегетацию уровня грунтовых вод к высоте капиллярного поднятия 0,50 - 0,75. Следует отметить, что урожай зависит не только от оптимальной глубины грунтовых вод, но и от минерализации этих вод. Фактически действующий на дренаж напор грунтовых вод зависит от типа обсыпки и фильтрующего материала, параметров трубы, метода строительства и естественной напорности подземных вод. Как правило, активная глубина дренажа меньше глубины его укладки при различных условиях до 30 - 100 см - за счет учета гидравлических потерь. В случае промывки земель или их полива затоплением, когда расходы воды внутри дрен резко увеличиваются и они работают полным сечением, активная глубина дренажа также снижается.

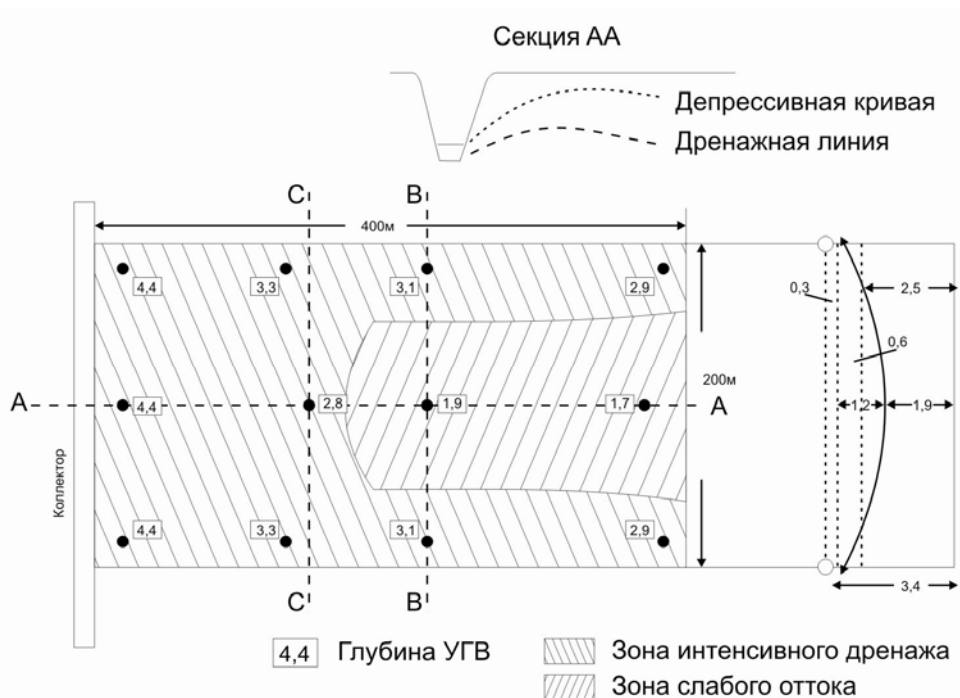
Надо иметь в виду, что расчетные схемы дренажа по различным формулам в нашей и зарубежной практике своим конечным результатом определяют величину междреннего расстояния. Обычно эту осредненную для поля величину сложно получить. Поэтому для оценки реальной ситуации на поле необходимо разбить его на фрагменты и рассчитать несколько проектных сечений, чтобы оценить среднюю глубину грунтовых вод на поле. При этом необходимо учитывать еще и влияние глубины коллектора, который создает депрессионную кривую уровня грунтовых вод (УГВ) вдоль направления дрен (рис. 4.20).

В практике строительства и эксплуатации дренажа в Центральной Азии были получены интересные результаты:

- в Голодной степи на лессовых высоко-капиллярных грунтах с  $h_k = 3,0$  м и более глубина грунтовых вод средняя за вегетацию должна быть при минерализации грунтовых вод 5 - 8 г/л в пределах 2,7 м, стало быть, глубина дренажа должна быть около 3,0 - 3,5 м; (Эти результаты были подкреплены всей практикой новой зоны Голодной степи, где устойчивое опреснение земель было достигнуто при расходах воды брутто 9,5 - 10,5  $\text{тм}^3/\text{г}$ )
- в низовьях рек, в частности, в Хорезме на слоистых грунтах с мощной песчаной прослойкой с  $h_k = 1,6$  м глубина грунтовых вод средняя за вегетацию должна быть при

минерализации грунтовых вод 3 - 5 г/л в пределах 1,1 м, а глубина дренажа должна быть около 1,5 - 2,0 м

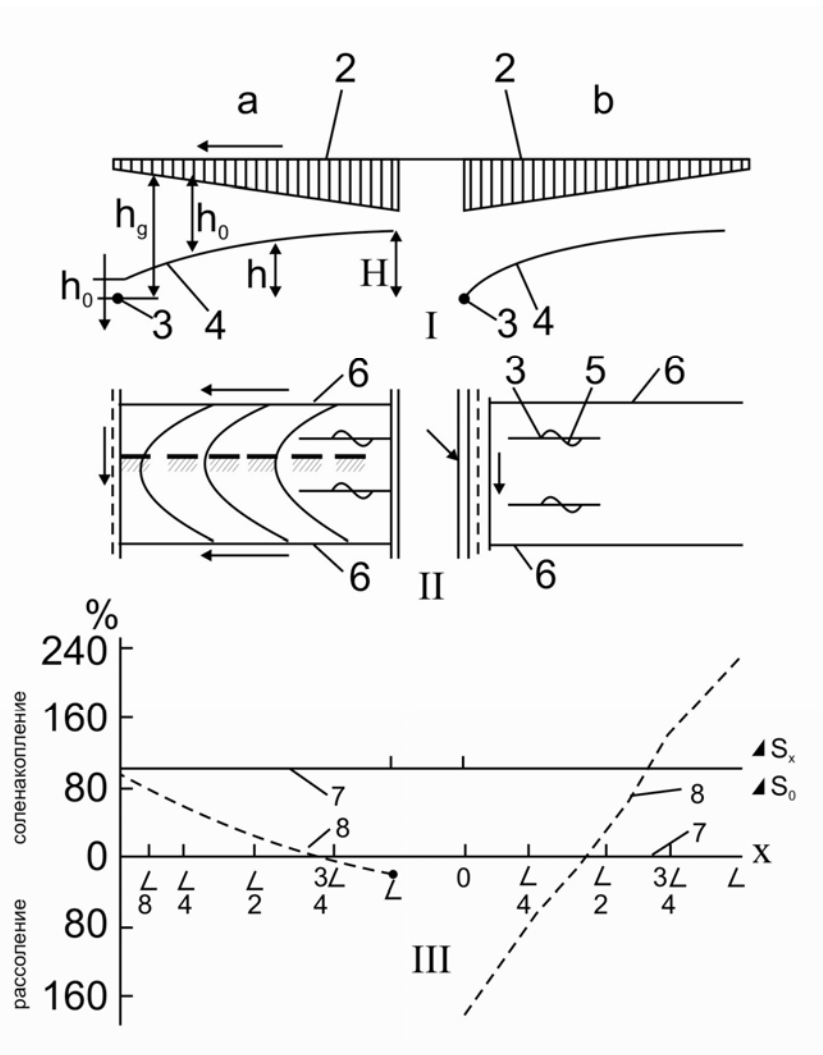
- полевые наблюдения в песчаных грунтах с  $h_k = 0,5$  м (опытное хозяйство САНИИРИ в Хорезме) показали, что глубина дренажа в 1,5 м создавала автоморфный режим и потребность частых поливов.



**Рис. 4.20. Разница УГВ на хорошо спланированных землях в условиях обеспечения проектной вододачи**

Таким образом, мелкий или глубокий дренаж - понятие относительное, зависящее от свойств почвогрунтов, типов дренажа и минерализации грунтовых вод. Учетом этих особенностей объясняется успех дренажа в Египте на грунтах песчаной дельты Нила. В Индии и Пакистане также исследовалась работа дренажа, но надо иметь в виду, что на большой территории дренажных проектов в этих странах количество осадков в период муссонов создает интенсивный промывной режим. В то же время, сошлемся на дренажный опыт в Ираке (личная переписка В.А. Духовного с Хулболсом), где на фоне мелкого дренажа глубиной 1,2 м с междреньем 25 м массива Даджилах получен опреснительный режим лишь при заборах воды за сезон в размере 16 - 17 тыс. м<sup>3</sup>/га.

Проиллюстрируем для лучшего понимания детали данного процесса. Рассмотрим для примера сочетание поперечной схемы полива с нерегулируемой подачей с головы борозды с поперечной схемой дренирования горизонтальным дренажем. Принимая для расчета наиболее выгодную полосу АВ по оси междренья, рассмотрим для нее распределение воздействующих элементов солевого баланса зоны аэрации и его распределение по длине полосы АВ от коллектора к лотку - из которого осуществлялся полив (рис. 4.21).



**Рис. 4.21** Обеспеченность рассоляющего эффекта при различном сочетании направления поверхностного полива и дренажа:

а - при совпадающем направлении; б - при встречном направлении.  
I - разрез; II - план; III - кривая соленаккопления.

1 - лоток; 2 - эпюра инфильтрации; 3 - коллектор; 4 - кривая депрессии;  
5 - направление полива; 6 - дренаж; 7 - среднее расчетное соленаккопление в зависимости от взаимодействия дренажа и инфильтрации; 8 - распределение соленаккопления в зависимости от взаимодействия дренажа и инфильтрации.

Здесь в условиях наиболее распространенной схемы расположения дрен вдоль поливного участка длиной 400 метров при расчетной глубине 3,5 метра и междуренье 200 метров мы рассмотрели степень обеспеченности рассоляющего эффекта при минерализации грунтовых вод до 8 г/л и соответственно оросительной воды 1 г/л. Полив осуществляется по длинным бороздам, направление которых совпадает с уклоном дренажа. Как видно на рис. 4.21а уменьшение интенсивности инфильтрации от головы дрены, совпадает с глубиной грунтовых вод. Учитывая, что глубина грунтовых вод возле лотка наименьшая, скорости конвективного перемещения солей здесь будут минимальными, но они будут компенсироваться большой величиной эпюры инфильтрации. К устью дрены, где глубина грунтовых вод максимальна, эпюра инфильтрации снижается до нуля. В результате достигается обеспеченность рассоления по полю не менее 90 %.

При противоположной схеме, когда полив идет от устья дрены к его голове, интенсивность инфильтрации на 50 % площади не создает нужных скоростей конвективного солепереноса, в

результате чего эта территория будет не промыта и промывные нормы здесь должны быть увеличены до 1,8 раза!!!

Не менее важное значение для поддержания равномерности увлажнения и инфильтрации на поле имеет, как было показано в работе [5], продолжительность поливов и степень покрытия дренируемой площади одновременными поливами. Формирование значительного инфильтрационного бугра грунтовых вод не происходит при длительности поливов 12 - 24 суток, при растягивании поливов и одновременно большом коэффициенте одновременно поливаемых площадей на дренируемой территории (более 0,5), что провоцирует подъем уровня грунтовых вод на 0,5 - 1 м против расчетного и создает дополнительную нагрузку на дренаж (дренажный модуль увеличивается в 2 раза) и, кроме того, выносятся полезные соли и питательные вещества.

С этой точки зрения введение водооборота, контроль за организацией полива по суточному графику, рекомендуемому НИЦ МКВК [24] с продолжительностью менее суток, рассредоточение поливов способствует более равномерному увлажнению, равномерному рассолению и как результат повышению плодородия земель. Большое внимание этим вопросам должно уделяться и во внедряемых НИЦ МКВК паспортах поля и схемах полива.

### ***Организация мелиоративных эксплуатационных работ***

Мелиоративное благополучие зависит от многих факторов, определенных природными условиями массива орошения, схемой водоподачи и схемой водоотведения. Устойчивость работы этих территорий и одновременно мелиоративной системы находятся в руках различных организаций и даже иногда различных ведомств. Добиться высоких урожаев при минимальных затратах воды, обеспечить равномерность и орошения и мелиоративного воздействия можно только при слаженной работе всех звеньев, от которых зависит и водоподача и водоотведение (рис. 4.22).

Даже раньше в условиях административного управления водоподачей и дренажом также было нелегко добиться этой увязки, интеграции. В советское время все затраты на поддержание коллекторно-дренажных систем практически лежали на плечах государственных водохозяйственных организаций и осуществлялись ими под контролем Областных гидрогеолого-мелиоративных экспедиций (ОГМЭ). Теперь же эта задача еще более усложнилась по многим причинам. Но нужно искать формы и методы интеграции и условий работы.

После перехода к независимости практически все государства Центральной Азии сильно ослабили организацию работ по эксплуатации дренажных систем и, особенно, внутрихозяйственных дрен и коллекторов. Республика Узбекистан поддерживает в удовлетворительном состоянии межхозяйственные и магистральные коллекторы, хотя также сократила объем работ по эксплуатации внутрихозяйственной дренажной сети. В связи с этим, за последние 15-летие повсеместно резко снизилась работоспособность дренажных систем. В сочетании с дефицитом водных ресурсов для проведения промывок засоленных почв это привело к реставрации засоления. Этот процесс до настоящего времени не стабилизировался и он продолжает усиливаться: в Узбекистане около 60 % орошаемых земель охвачено засолением, в Южном Казахстане 70 %, а в Туркменистане более 80 %.

С реструктуризацией совхозов и колхозов и организацией фермерских хозяйств проблема эксплуатации КДС, находящихся на их территории еще больше осложнилась. Не будем останавливаться на оросительной сети, на особенностях её работы, ибо эти вопросы подробно рассматривались в других разделах. Остановимся на вопросах управления дренажом, мелиоративными сооружениями и отводом воды и солей от орошаемых земель.

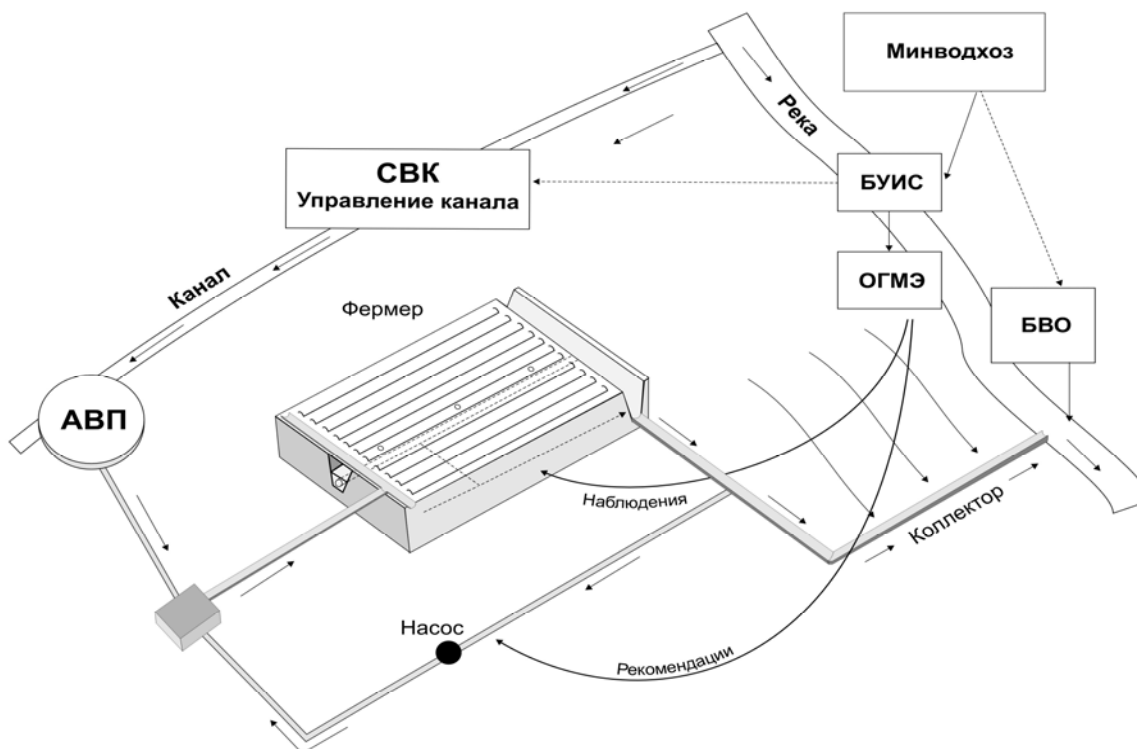


Рис. 4.22. Схема создания мелиоративного благополучия земель

Мелиоративное благополучие земель складывается из нескольких принципиальных факторов:

- своевременного увлажнения почв в зависимости от потребности растений путём подачи воды на поле и распределения влаги;
- недопущения засоления почв выше допустимых пределов;
- недопущения подтопления корнеобитаемой зоны растений также сверх определённых величин в зависимости от почвенных особенностей и типа культуры;
- соблюдения ровности почвенного покрова по своему составу для поддержания равномерного развития растений и поверхности поля для недопущения переувлажнения и затопления при поливе низинных и недоувлажнения возвышенных участков.

Учитывая определённые технические и аграрные тонкости в характере засоления, в строении почв и грунтов фермеру вовсе не обязательно знать методы их определения, но очень важно, чтобы партнёры фермеров: АВП, мелиоративная служба области или бассейнового управления в виде ОГМЭ систематически снабжали его нужными данными и одновременно выполняли свою долю обязанностей в этом мелиоративном комплексе. От чего зависит выполнение каждого из этих требований, что и кто должен делать для обеспечения этих мелиоративных условий, без которых невозможно получение высоких урожаев?

#### Водообеспечение поля и растений зависит от:

- исправного состояния внутри фермерской сети - фермер;
- подача заявки на год, сезон и корректировка их в зависимости от состава культур и на основе плана водопользования, утверждённого АВП в соответствии с имеющимися нормативами и лимитами ВХО - АВП;
- хорошей подготовки поля и качественного распределения воды в хозяйстве - фермер;

- наличия водомера в голове водовыпуска на фермерское поле - фермер;
- исправное состояние подводящей сети к хозяйству - АВП при участии фермера:
- обеспечение устойчивого управления подачей и распределения воды в своей сети - АВП;
- обеспечение равномерной, стабильной и устойчивой водоподачи каналам АВП в соответствии с их планом и согласованными откорректированными заявками - ВХО;
- своевременная оплата услуг АВП - фермер.

**Отсутствие засоления в хозяйстве сверх допустимых пределов обеспечивается:**

- проведением солевой съёмки и предоставлением фермеру рекомендаций по нормам промывок с возможностью использовать на промывку коллекторно-дренажной воды - ОГМЭ за счёт бюджета (или по решению АВП и фермеров более детальные рекомендации за счёт фермеров);
- последующим раз в год опробование с корректировкой карт засоления силами ОГМЭ;
- строительством необходимого дренажа при недостатке дренированности за счёт государства через ВХО под контролем ОГМЭ;
- содержанием и ремонтом дренажа и коллекторов на своей территории с соответствующим ежегодным детальным обследованием, ежедекадным текущим обходом - фермер;
- поддержанием межхозяйственного дренажа на нужной глубине, при соответствующем проведении профилактических и внеочередных ремонтов коллекторов и дрен - АВП;
- осуществлением по договору с АВП очистки и ремонта коллекторов и дрен - ВХО под контролем ОГМЭ;
- обеспечением отвода воды самотёком или насосными агрегатами от территории АВП для обеспечения необходимой глубины грунтовых вод на территории АВП - ВХО при участии ОГМЭ за счёт бюджета;
- эксплуатацией скважин вертикального дренажа производится силами специализированных организаций УНС или ОГМЭ за счёт бюджета в случае перехватывающего дренажа или с долевым участием фермеров для площадного регулирования;
- обеспечением подачи необходимого количества воды на промывку - АВП и ВХО.

**Обеспечение необходимого уровня грунтовых вод достигается путём:**

- построения карты глубин залегания грунтовых вод для хозяйства и определения зон недопустимых уровней с выработкой мероприятий по устранению этих недостатков - ОГМЭ;
- далее повторяются все позиции предыдущего пункта в той же последовательности и при тех же исполнителях.

**Создание ровного фона плодородия требует:**

- оценки текущего состояния полей хозяйства путём проведения дистанционных и наземных определений консультативными или специализированными службами по договору с хозяйствами;
- проведения длинбазовой или лазерной планировки за счёт фермеров или кредитов или спонсоров;
- улучшения состава почв путём добавок, рыхления, землевания и пескования - фермер

Поле - является сферой и областью ответственности фермерского хозяйства. Фермеры следят на нем за состоянием дренажной сети и коллекторов, за недопущением сбросов в них



оросительных вод, размывов, разрушений. Фермеры осуществляют очистку коллекторов, промывку самотеком дренажных труб, окашивание растительности на своей территории. Они не допускают установку перемычек на коллекторах, подпоров и т.д. (за исключением случаев, когда это требуется по регламенту управления мелиоративным состоянием земель). Фермеры обязаны своевременно готовить поля под промывку и поливы и осуществлять их во время и строго в определенный период времени. Если имеется возможность использовать без ущерба коллекторно-дренажные воды, фермеры по разрешению гидрогеолого-мелиоративной экспедиции (ОГМЭ) и по рекомендациям осуществляют подпитку оросительной сети этими водами.

*Коллекторно-дренажная сеть на территории АВП* - является сферой ответственности АВП с позиции сохранности, поддержания в рабочем состоянии и заключения договоров на ремонт и техническое обслуживание, осуществления замеров коллекторно-дренажного стока на своей территории, привлечения фермеров к общим работам по «хошару» на коллекторно-дренажной сети. С участием фермеров АВП планируют и размещают (а иногда централизованно осуществляют) подачу дренажных вод на орошение. Однако, АВП само не может осуществить все эти работы на своей территории. Часть работ должны выполнять специализированные организации - ОГМЭ. Во-первых, для этого нужны средства, во-вторых, нужна техника или подрядчик, который может выполнить эти работы по договору. С другой стороны, нельзя превращать очистку коллекторов, дрен, их ремонт и промывку просто в подрядное мероприятие.