

ISSN 0131—1905

**МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА СССР**

**СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ
им. В. Д. ЖУРИНА (САНИИРИ)**

**КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
В МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ
КАЗАХСТАНА**

Сборник научных трудов

Ташкент — 1985

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА СССР

Среднеазиатский ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт ирригации
им. В. Д. Журина (САНИИРИ)

Казахский научно-исследовательский институт
водного хозяйства

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
В МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ
КАЗАХСТАНА

Сборник научных трудов

УДК 626.81:631.67(574)

В сборнике трудов КазНИИВХ освещаются вопросы повышения эффективности использования водных ресурсов и орошаемых земель путем совершенствования (реконструкции) оросительных систем, интенсификации орошаемого гектара, оптимальной технологии управления мелиоративными процессами, совершенствования использования поливной техники, оптимизации водораспределения на оросительных системах.

Сборник содержит практические предложения и рекомендации, которые могут быть использованы в практике проектирования, эксплуатации оросительных систем и освоения орошаемых земель.

Редакционная коллегия:

Духовный В.А. (отв.ред.САНИИРИ), Жулаев А.Ж. (отв.ред.КазНИИВХ),
Багапов Р.И. (зам.ред.КазНИИВХ), Кадиров А.А. (зам.ред.САНИИРИ),
Умаров У.У., Пулатов А.Г., Нурпейсова Р.З.

С

Среднеазиатский научно-исследовательский
институт ирригации им.В.Д.Журина
(САНИИРИ), 1985.

М. М. Мусеканов

инженер
(КазНИИВХ)

В. Н. Мухамеджанов
кандидат технических наук
(ДГНСи)

ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ
ПО ПОВЫШЕНИЮ ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ
(методологические аспекты)

В мелиоративной практике все еще отсутствует четкое толкование понятия реконструкции; в литературе можно встретить самые различные наименования мероприятий, носящих обычно реконструктивный характер. В широком смысле под реконструкцией оросительных систем следует понимать осуществляемую на основе использования достижений научно-технического прогресса совокупность мероприятий комплексного характера в целях повышения технического и организационного уровней производства и достижения, в конечном итоге, высоких народнохозяйственных результатов на орошаемой территории. А экономическая обоснованность комплексности реконструктивных мероприятий должна означать не столько полный охват возможного при этом набора работ, сколько выбор наиболее оптимального их состава в наиболее оптимальных объемах каждой из них.

Направления и варианты реконструкции зависят от поставленных целей и решаемых задач. Реконструкция оросительных систем преследует основную цель — повышение эффективности общественного производства на орошаемой территории. При этом решаются задачи экономического, социального и экологического характера.

Выбор основных направлений реконструкции оросительных систем должен производиться в зависимости от вида и величины эффектов, получаемых от их конкретной реализации. Например, видами эффекта экономического характера являются рост производительности труда и объемов производства продукции и снижение ее себестоимости. Они обеспечиваются путем повышения водообеспеченности и улучшения мелиоративного состояния и использования орошаемых земель и оросительной воды, а также совершенствования эксплуатации оросительных систем и организации трудовых процессов на орошаемых землях. Все они в совокупности приводят к повышению урожайности сельскохозяйственных культур, снижению затрат труда и издержек производства

на эксплуатацию оросительной системы, полив и на другие сельскохозяйственные работы.

Среди направлений мероприятий по техническому совершенствованию оросительных систем первостепенное значение для юга Казахстана имеет практически повсеместное повышение водообеспеченности существующих орошаемых земель. В республике ежегодно не поливается 10...15% орошаемых сельскохозяйственных угодий, что объясняется низкой водообеспеченностью оросительных систем.

Для повышения водообеспеченности поливных земель требуется проведение следующих мероприятий: совершенствование водозабора, реконструкция оросительной сети с оснащением ее необходимыми сооружениями и средствами водоучета и автоматики, внедрение прогрессивных способов и техники полива и отчасти капитальная планировка. Следует особо отметить, что указанные мероприятия становятся высокоэффективными только при определенном их сочетании в зависимости от складывающихся на орошаемой территории природно-климатических и производственных условий. В противном же случае эффективность данных мероприятий окажется недостаточно высокой.

Можно выделить следующие основные варианты сочетания мероприятий по повышению водообеспеченности существующих орошаемых земель в Южном Казахстане:

- I вариант – автоматизация и механизация полива + капитальная планировка на фоне мелиоративного благополучия орошаемых земель. В этом случае можно ожидать повышения урожайности сельскохозяйственных культур на 2...9%, КЗИ на 5...10% и экономии поливной воды на 5...20%; будут снижены и затраты труда и средств на полив;
- II вариант – автоматизация и механизация полива + капитальная планировка + реконструкция оросительной сети и сооружений на ней. Дополнительно к эффектам I варианта повышается КЗИ еще на 1...3%, экономия воды – на 5...15%, возможно также снижение затрат на эксплуатацию оросительной сети и сооружений;
- III вариант – совершенствование магистральных каналов и оросительной сети и сооружений на них + автоматизация и механизация полива + капитальная планировка – практически комплексные мероприятия при наличии

инженерных водозаборов или при заборе воды из водохранилищ;

IV вариант – совершенствование водозабора и регулирование местного стока + совершенствование магистральных каналов и оросительной сети и сооружений на них + автоматизация и механизация полива + капитальная планировка – вариант комплексных мероприятий по повышению водообеспеченности оросительных систем.

Высокая эффективность повышения водообеспеченности орошаемых земель очевидна из следующих примеров.

В Талды-Курганской области осуществлена реконструкция магистрального канала "Бабелян" с целью улучшения водообеспеченности подкомандных площадей. До реконструкции канал проходил в земляном русле, потери воды достигали 45...50%. В результате реконструкции было построено головное водозаборное сооружение, канал облицован железобетонными плитами, на нем дополнительно построено 26 гидротехнических сооружений. Благодаря этим мероприятиям повысилась надежность работы системы и водообеспеченность орошаемых площадей, появилась возможность ввести в сельскохозяйственный оборот новые земли (2,1 тыс. га), прибавка урожая сельскохозяйственных культур в среднем составила 25...40%.

В Джамбулской области только 18,6% оросительных каналов имеют противофильтрационную одежду, тогда как потребность в ней составляет не менее 70...90%. Капитально спланировано около 40% орошаемых земель при потребности до 90...95%. В перспективе развитие орошения в области, имея в виду рост площадей орошаемых земель, будет сдерживаться ограниченностью водных и трудовых ресурсов. В этих условиях основной резерв повышения продуктивности орошаемых земель – это широкое проведение работ по повышению водообеспеченности существующих оросительных систем.

В таких хозяйствах области, как "Трудовой пахарь", "Трудовик", "Победа" и другие, ежегодно и в значительных объемах проводятся работы по капитальной планировке, реконструкции оросительной сети, оснащению их гидротехническими сооружениями, регулированию местного стока, внедрению новой техники полива и т.д. Эффективность этих работ подтверждается высоким уровнем прибавки урожая сельскохозяйственных культур после реконструкции.

Расчеты по определению экономической эффективности капитальных вложений на реконструкцию оросительных систем показывают, что

они окупаются за счет прироста чистого дохода за 4...5 лет. К положительным моментам реконструкции следует отнести сравнительно непродолжительное "замораживание" капитальных вложений в период строительства (1,5...2 года) и небольшие сроки сельскохозяйственного освоения реконструированных участков (1...3 года), тогда как при новом строительстве они достигают нередко 10...15 и более лет (например, Благовещенский, Талуткульский массивы и др.).

Определение состава работ по повышению водообеспеченности оросительных систем должно производиться на основе установления их целесообразности, и, в первую очередь, экономической.

Состав работ по повышению водообеспеченности зависит, в первую очередь, от технического состояния оросительных систем и природной обстановки на орошаемой территории. Они должны быть соответствующим образом изучены, после чего могут быть намечены основные направления необходимых мероприятий. Именно на этом этапе будут сделаны выводы о целесообразности проведения той или иной совокупности мероприятий, т.е. будет определен круг подлежащих к рассмотрению вариантов. Выбор наиболее экономичного из них производится путем установления сравнительной их эффективности с последующим определением общей экономической эффективности по выбранному варианту.

Сравнительную экономическую эффективность можно определить методом приведенных затрат по следующему выражению:

$$Z_i = C_i + E_n K \longrightarrow \text{минимум} - \text{наиболее экономичный вариант, (I)}$$

где C_i - расчетные текущие затраты (издержки производства) по сравниваемым вариантам;

K_i - расчетные единовременные затраты (капитальные вложения) по сравниваемым вариантам;

E_n - нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности. В расчетах он принимается в пределах $E_n = 0,1 \dots 0,2$.

Одним из важнейших условий при сравнении вариантов является обеспечение их сопоставимости, т.е. получение расчетных значений входящих в формулу (I) показателей. Однако пока что отсутствуют четкие методологические установки по этим вопросам.

Как правило, варианты работ по повышению водообеспеченности отличаются друг от друга по времени и масштабам их реализации. В этих условиях обязателен учет фактора времени и объемов осуществления по каждому из рассматриваемых вариантов, т.е. очевидна не-

обходимость приведения их в сопоставимый вид по времени и конечному материальному эффекту.

Сопоставимость сравниваемых вариантов можно обеспечить по следующим выражениям:

а) по времени:

$$\bar{K}_i = \sum_{t=t_c}^{t_n} K_{it} B_t, \quad (2) \quad \bar{C}_i = \sum_{t=t_3}^{t_m} \Delta C_{it} B_t, \quad (3)$$

$$\bar{C\Pi}_i = \sum_{t=t_3}^{t_m} \Delta C\Pi_{it} B_t, \quad (4) \quad B_t = 1 / (1 + E_{np})^{t_5 - t}, \quad (5)$$

где $\bar{K}_i, \bar{C}_i, \bar{C\Pi}_i$ — соответственно, приведенные по времени капитальные вложения, издержки производства и стоимость продукции по i -му варианту;

K_{it} — капитальные вложения по i -му варианту в t -м году;

ΔC_{it} — прирост издержек производства i -го варианта, по сравнению с предыдущим годом, т.е.

$$\Delta C_{it} = C_{it} - C_{i(t-1)};$$

$\Delta C\Pi_{it}$ — то же, по стоимости продукции;

B_t — коэффициент приведения по времени для t -го года;

E_{np} — норматив учета фактора времени, принимается равным $E_{np} = 0,08$;

t — порядковый год;

t_c — год начала строительства (реконструкции);

t_n — год окончания строительства;

t_3 — год начала эксплуатации;

t_m — год выхода на проектную мощность, начиная с которого не будет изменения в издержках производства и стоимости продукции, т.е.

$$C_{it_m} = C_{i(t_m+1)} = C_{i(t_m+2)} = \dots;$$

t_5 — базисный (нулевой) год, к которому приводятся все рассматриваемые варианты. За базисный год рекомендуется принимать год начала эксплуатации или год выхода на проектную мощность по одному из рассматриваемых вариантов;

б) по материальному эффекту:

$$K_i = \frac{\bar{K}_i}{\bar{C\Pi}_i}, \quad (6) \quad C_i = \frac{\bar{C}_i}{\bar{C\Pi}_i}, \quad (7)$$

где K_i - расчетные капитальные вложения по i -му варианту;
 C_i - расчетные издержки производства по i -му варианту.

Общая экономическая эффективность устанавливается по формуле:

$$Э_0 = \frac{П_p}{K_p} \geq E_a, \quad (8)$$

где K_p - капитальные вложения по выбранному варианту водохозяйственных мероприятий по повышению водообеспеченности;

$П_p$ - эффект (чистый доход), полученный в результате проведения таких мероприятий;

$Э_0, E_a$ - соответственно фактический и нормативный коэффициенты общей экономической эффективности, принимается в пределах $E_a = 0,07 \dots 0,16$.

Таким образом, экономическое обоснование состава работ по повышению водообеспеченности орошаемых земель производится в следующей последовательности. На первом этапе рассматриваются варианты отдельного мероприятия, отличающиеся друг от друга по степени и глубине осуществления. На следующем - подлежат рассмотрению варианты различного сочетания оптимизированных по объемам (на первом этапе) работ.

Р.А.Кван

кандидат сельскохозяйственных наук

А.И.Околович

кандидат сельскохозяйственных наук

Г.Н.Яданов

кандидат технических наук
(КазНИИВХ)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ

По условиям увлажнения территории подразделяются на достаточно влажные, слабозасушливые, засушливые, полусухие районы, нуждающиеся в дополнительном увлажнении.

Интенсификация сельскохозяйственного производства на орошаемых землях должна идти в направлении лучшего использования потенциально возможного вегетационного периода, т.е. удлинения периода фотосинтезирующих посевов с одновременным повышением их продуктивности. Решение этой задачи возможно при условии применения комплекса агротехнических мероприятий, включающего в себя подбор высокопродуктивных культур и разработку схем севооборотов, основывающихся на интенсивном использовании поливного гектара во времени с применением поукосных, уплотняющих и других видов посевов, и создание оптимального водного режима, обеспечивающего получение максимального урожая.

Исследования, проведенные КазНИИВХ и другими научно-исследовательскими учреждениями (СибНИИСХ, СибНИИКормов, Курганский НИИЗХ и др.), показали, что для возделывания в условиях орошения вполне пригодны такие сельскохозяйственные культуры, как рапс, требующий для вызревания сумму температур $700 \dots 800^{\circ}\text{C}$, ячмень, овес, горох, рожь — $1400 \dots 1550^{\circ}\text{C}$, яровая пшеница, кукуруза на силос, подсолнечник, просо — $1750 \dots 1850^{\circ}\text{C}$, суданская трава, кормовая свекла, люцерна (3 укоса), среднеспелые сорта сои — $2400 \dots 2500^{\circ}$, сорго — 2800°C и др.

По данным ОмСХИ, ИПА СО АН СССР /1,2/, тепловые ресурсы на 90% способствуют созреванию мягких сортов пшеницы, твердые сорта обеспечены теплом на 75%. Позднеспелые сорта яровой пшеницы целесообразно возделывать лишь в южной лесостепи и степной зоне, а другие зерновые культуры — ячмень, овес, озимая рожь — во всех зонах. Даже раннеспелые сорта кукурузы в степной зоне имеют 75%-ную, а в лесостепной — 10% теплообеспеченность. Потребность в тепле таких культур, как подсолнечник, горох, гречиха, картофель, удовлетворяется на 90%. На юге территории может возделываться просо и сорго, потребность которых в тепле обеспечивается здесь до созревания на зерно. Наиболее продуктивными культурами, по данным СибНИИСХ, СибНИИКормов, Курганского НИИЗХ/3,4,5,6/, в слабозасушливой лесостепной зоне являются яровая пшеница, ячмень, овес, рожь, ранне- и среднеспелые сорта проса и кукурузы на силос, горох, подсолнечник на силос, смеси бобовых и зерновых культур, суданская трава, рапс, люцерна, клевер. В засушливой степ-

ной зоне к этим культурам добавляются кормовая свекла, редька масличная, кормовая капуста, мальва, топинсолнечник. В полусухой полупустынной зоне, наряду со всеми вышеперечисленными культурами, при орошении возможно возделывание более требовательных к теплу растений: сорго, соя и др.

Интенсивное использование орошаемых земель предполагает введение рациональной структуры посевных площадей, которая при оптимальных условиях увлажнения и наличии достаточных тепловых ресурсов способна обеспечить максимальный выход продукции. Установлено, что этому условию соответствует структура посевных площадей под кормовыми культурами, при которой до 50...60% площади отводится под многолетние травы (в основном бобовые), 20% - под силосные культуры, 10% - под однолетние травы, до 10...15% - под кормовые корнеплоды и др. культуры. За счет возделывания однолетних бобово-злаковых смесей и поукосных посевов до 30...35% орошаемой площади используется повторно.

На основании проведенных исследований СибНИИСХ, СибНИИКормов, Курганского НИИЗХ, Оренбургского СХИ разработаны принципиальные схемы севооборотов интенсивного типа, обеспечивающие за счет подбора и сочетания культур в звеньях максимальное использование тепловых ресурсов, а также оросительной воды и питательных веществ в почве. Принципиальное отличие разработанных схем севооборотов для орошаемых земель от севооборотов для богары заключается в отсутствии пара, беспокровном создании травостоя многолетних трав, широком внедрении промежуточных культур с целью получения полутора-двух урожаев в год.

В зерновом звене орошаемых севооборотов могут использоваться яровая пшеница, овес, ячмень, озимая рожь (на зеленый корм и фураж); в звене однолетних трав - смеси зерновых и зернобобовых культур (горох + овес, вика + овес), суданская трава, рапс, масличная редька, кормовая свекла; в звене многолетних трав - люцерна, люцерна + донник, донник в чистом виде, эспарцет; в звене силосных - кукуруза, подсолнечник, просо, сорго.

Климатические особенности вегетационного периода, а также биологические возможности возделываемых растений позволяют широко применять поукосные посевы многих кормовых культур. Так, в опытах ВНИИЗХ на орошаемых землях в основных посевах возделываются овес и ячмень, а в поукосных - рапс, горох, вика или смеси с ячменем и овсом. Расход тепла при посеве ячменя, овса и проса на зеленый корм составил соответственно 837, 1065 и 1216°C.

При поукосном возделывании ячменя по ячменю расход тепла для получения двух урожаев составил 1784°C , овса после ячменя – 1951°C , овса по овсу – 2170°C , ячменя по овсу – 2022°C , овса по просу – 2270°C и ячменя по просу – 2179°C . Такой подбор культур и уплотнение их во времени обеспечивает более полное использование ФАР в период вегетации.

Возделывание сельскохозяйственных культур, входящих в орошаемый севооборот, имеет определенные технологические особенности. Почти во всех разработанных схемах севооборотов ведущей культурой в звене многолетних трав является люцерна. Лучший способ посева люцерны в условиях орошения – беспокровный. Режим орошения люцерны должен учитывать ее высокие требования к влаге в начальный период развития и в период интенсивного роста. Установлено, что в течение вегетации люцерны необходимо поддерживать предположительный порог влажности на уровне 75...85% от НВ в активном слое почвы (60 см). В год посева проводится предпосевной полив, т.к. ввиду мелкосемянности посевного материала и небольшой глубины заделки семян верхний слой должен быть достаточно влажным, второй полив проводится во время отрастания. В последующие годы оптимальная влажность почвы должна создаваться во время отрастания после укоса и к началу бутонизации.

Зерновые колосовые культуры представляют овес, ячмень, озимая рожь. Все эти культуры, за редким исключением, возделываются с целью получения зеленого корма и высеваются, кроме озимой ржи, в смеси с зернобобовыми культурами.

Звено однолетних трав в основном состоит из бобово-злаковых смесей: вико-овсяных, горохо-овсяных. Посев овса без бобового компонента значительно снижает качество корма по содержанию переваримого протеина. Бобово-злаковые травосмеси являются неотъемлемой частью зеленого конвейера. При возделывании этих смесей в поукосных, пожнивных и промежуточных посевах в активном слое почвы, который составляет 0,4...0,5 м, необходимо поддерживать предположительную влажность почвы на уровне 70...80% от НВ.

Из силосных культур первостепенное значение имеет кукуруза. Она является одной из самых интенсивных культур по выходу кормовых единиц с гектара. При возделывании кукурузы на орошении очень часто применяются уплотняющие посевы. Уплотнение проводится злаково-бобовыми смесями, подсолнечником, соей.

При орошении кукурузы следует учитывать значительную глубину проникновения корней и требования к условиям влажности, по-

скольку она дает высокие урожаи и накапливает значительное количество сухого вещества. Наиболее высокие требования к воде предъявляет кукуруза за 7...8 дней до выбрасывания метелки и до конца цветения. Влажность почвы в это время необходимо поддерживать на уровне не ниже 70...80% от НВ. Урожай зеленой массы кукурузы при орошении, по данным СибНИИСХ, достигает 700 ц/га /3/.

В звене однолетних культур большой удельный вес имеют просовидные: суданская трава, сорго, мого, кормовые культуры, — которые, несмотря на свою засухоустойчивость, очень отзывчивы на орошение и могут давать до 300...400 ц зеленой массы с гектара. Наибольшее распространение из просовидных культур на орошаемых землях имеет суданская трава, для которой характерно быстрое отрастание после скашивания. Суданская трава по кормовым достоинствам лишь немногим уступает люцерне и используется на сено, силос, зеленый корм. Требования к условиям влажности у суданской травы высокие, предполивной порог влажности — не ниже 70% от НВ. Критический период по отношению к воде совпадает с фазой трубкования и выметывания соцветий.

Основной промежуточной культурой в орошаемых кормовых севооборотах является озимая рожь, способная давать три урожая за два года. Наиболее ценным качеством этой культуры является раннее отрастание и обеспечение животноводства зеленым кормом в третьей декаде мая, когда другие культуры и естественные пастбища не имеют к этому времени значительной массы. Скашивается озимая рожь не позднее начала выколашивания, создавая хорошие условия для последующих культур. На зеленый корм озимая рожь высевается после уборки силосных и однолетних трав: до 20 августа. После уборки озимой ржи поукосно высевают однолетние культуры (бобово-злаковые), просо, суданскую траву или без покрова многолетние травы. Исследованиями СибНИИЖ установлено, что наиболее эффективно возделывание озимой ржи с поукосными посевами вико-овсяных смесей с использованием на зеленую массу. В этом случае обеспечивается выход 90...100 кормовых единиц с гектара.

В качестве поукосных культур, обеспечивающих нужды животноводства в позднеосенний период в зеленом корме, широко используются крестоцветные культуры, и в первую очередь, рапс и редька масличная.

Самый большой выход кормовых единиц с орошаемого гектара (до 100 ц/га) дает кормовая свекла, которая размещается по лучшим предшественникам: озимой ржи, однолетним культурам на зеле-

ный корм, раннему пласту многолетних трав. Влажность почвы во время вегетации поддерживается на уровне 70% НВ.

Проведенные исследования показали высокую эффективность применения орошения. Установлена закономерность повышения урожая с увеличением водообеспеченности сельскохозяйственных культур. Так, в опытах Курганского НИИЗХ, КазНИИВХ, где изучались многолетние и однолетние кормовые культуры при режимах орошения, поддерживающих предполивной порог влажности на уровне 60...65, 70...75, 80...85% от НВ (таблица I), четко прослеживается тенденция увеличения урожая при повышении предполивного порога влажности. Поддержание предполивного порога влажности почвы на уровне 60...65% НВ дает прибавку урожая 5,4 ц/га, на уровне 70...75% НВ - 11,6 ц/га, на уровне 80...85% НВ - 31,8 ц/га.

Таблица I

Урожай сельскохозяйственных культур при различных режимах орошения, ц/га сухой массы (среднее за 1982...1983 гг.)

Культура	Контроль (без оро- шения)	Предполивной порог влажности, % от НВ		
		60...65	70...75	80...85
Злаково-бобовые смеси	46,7	52,1	58,3	78,5
Озимая рожь	40,6	56,1	62,0	70,6
Овес (зерно)	26,2	28,1	33,8	35,2
Пшеница (зерно)	14,5	19,5	24,8	29,5

Высокой отзывчивостью на орошение характеризуется и озимая рожь, возделываемая на зеленый корм. Урожай этой культуры в варианте без орошения составил 40,6 ц/га. При режиме орошения с предполивным порогом 60% от НВ получено 56,1 ц/га сухой массы. Повышение предполивного порога до 70% от НВ способствует увеличению урожая до 62,0 ц/га. Максимальный урожай в опыте (70,6 ц/га) получен при режиме орошения, поддерживающем влажность почвы не ниже 80% от НВ. В данном случае прибавка урожая составила 43,8%.

Эффективность орошения сельскохозяйственных культур в различных природно-климатических зонах подтверждается исследованиями всех институтов-соисполнителей.

По данным СибНИИСХ в среднем за три года (1981...1983 гг.) при режиме орошения, поддерживающем влажность почвы на уровне не

ниже 70% от НВ, получено 101,4 ц/га сухой массы гороха с овсом. Прибавка урожая от орошения (28,8 ц/га) на 39,6% превышает урожай этой смеси, полученный в условиях естественного увлажнения.

При посеве озимой риси с поукосными культурами продуктивность 1 га пашни составила в среднем за 3 года (1981...1983 гг.) 111 ц/га сухой массы. Прибавка урожая, по сравнению с неорошаемым гектаром, - 57,8 ц/га или 108%.

В таблице 2 приводятся данные по урожаям сельскохозяйственных культур, полученные в различных зонах.

Таблица 2

Урожай сельскохозяйственных культур в различных зонах

Возделываемая культура, смесь	Урожай сухой массы, ц/га		Прибавка урожая	
	при оро- шении	без ороше- ния	ц/га	%
Слабозасушливая лесостепная зона				
Злаково-бобовые смеси	101,4	72,6	28,8	39,6
Озимая рожь	111,1	53,3	57,8	108,4
Суданская трава	95,0	72,6	22,4	30,8
Кукуруза на силос (зеленая масса)	685,0	380,0	305,0	80,4
Яровая пшеница	53,6	26,2	27,4	104,5
Люцерна	106,8	87,2	19,6	22,4
Рапс	42,6	39,1	3,5	8,9
Засушливая степная зона				
Кукуруза на силос	583,0	210,0	373,0	177,0
Люцерна	113,1	33,2	79,9	240,6
Злаково-бобовая смесь	104,0	60,0	44,0	73,3
Яровая пшеница	27,6	14,3	13,3	93,0
Полусухая полупустынная зона				
Кукуруза на силос (зеленая масса)	450,0	38,0	412	1084,0
Яровая пшеница	19,8	3,0	16,8	560,0
Овес (зеленая масса)	125	35	90,0	251,0
Рапс (зеленая масса)	103,0	18,7	84,3	450,5

Несмотря на значительные колебания уровней урожайности сельскохозяйственных культур, которые получены при возделывании их на фоне оптимальных режимов орошения, установлено, что применение орошения является эффективным мероприятием, способствующим увеличению урожая возделываемых культур.

Все изучаемые культуры обеспечивают прибавки урожая, которые изменяются в очень широких диапазонах. Наибольший эффект получен в полупустынной зоне. При режиме орошения, поддерживающем оптимальную влажность почвы в течение всей вегетации, здесь получено зерна яровой пшеницы в 6 раз больше, чем в варианте без орошения.

Отмечена высокая эффективность возделывания люцерны на поливных землях. В лесостепной зоне прибавка урожая люцерны составляет 22,4% по отношению к контролю, а в степной зоне она увеличивается до 195...240%.

Прибавки урожаев у злаково-бобовых смесей составляют 28,8...44,0 ц/га, озимой ржи - 15...57,8 ц/га, кукурузы на силос - 168...412 ц/га зеленой массы, зерна пшеницы - 10,6...27 ц/га, люцерны - 7...80 ц/га.

Экономическая оценка результатов исследований по установлению эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в лесостепной зоне свидетельствует о том, что орошаемый гектар обеспечивает выход кормовых единиц порядка 58...89 центнеров при себестоимости I кормовой единицы 4,0...4,9 коп. и условном чистом доходе от 236,0 до 447,0 рублей с гектара в зависимости от типов севооборотов /7/. Установлено, что наиболее эффективны севообороты с посевами кормовой свеклы и многолетних трав. Возделывание озимой ржи с поукосными посевами злаково-бобовых смесей снижает себестоимость кормовой единицы до 2,6 коп.

Сравнительная экономическая оценка культур, выращиваемых на поливе в степной зоне, показала также высокий эффект орошаемых многолетних трав, однолетних культур при 1,5...2,0 урожаях в год, а также крестоцветных культур.

В зависимости от культуры и сочетания культур сбор кормопroteinовых единиц с I га изменяется в пределах 40...114 ц, себестоимость I кормопroteinовой единицы составляет 3,0...5,0 коп, условный чистый доход колеблется от 246,3 до 814,5 руб/га.

Экономически выгодным является и выращивание на поливе в степной зоне высококачественного товарного и семенного зерна яровой

пшеницы. По данным Сибирского НИИ сельского хозяйства, при производстве сильного товарного зерна пшеницы, даже с минимальной (30%) надбавкой за качество, условный чистый доход составляет 460...490 руб. с гектара.

ЛИТЕРАТУРА

1. М е з е н ц е в, В.С. Режимы влагообеспеченности и условия гидромелиорации степного края. - М.: Колос, 1974.
2. А з ь м у к а Т.И., В о р о н и н а Л.В., Г у л я е в а О.С. Тепловые условия, их возможные изменения при гидромелиорациях. - В кн.: Особенности мелиорации земель Западной Сибири. Новосибирск, 1979.
3. Временные рекомендации по эффективному использованию орошаемых земель в хозяйствах Омской области. - Омск: 1979.
4. Л я х А.А. Продуктивность кормовых культур в Западной Сибири в условиях орошения. - В сб.: Программирование урожайности кормовых культур при орошении. Научно-технический бюллетень. Новосибирск, 1982.
5. Б о р о в с к и й В.М. и др. Перспективы орошения в Среднем регионе СССР. - А-Ата: 1978.
6. Ц ы м б а л е н к о И.Н. Прогнозирование урожайности по ресурсам климата и оптимизация управляемых факторов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, Москва.
7. К и р и л л о в В.Л. Экономическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях в лесостепной зоне Новосибирской области. - Научно-технический бюллетень, 1982, № 35.

В.А.Жарков
инженер
Ю.Д.Жуйко
инженер
(КазНИИВХ)

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ ЯБЛОНЕВОГО САДА В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРИЙ ЮГА КАЗАХСТАНА

В условиях предгорий юга Казахстана получение высоких урожаев плодовых культур возможно только при орошении.

Недостаточная влагообеспеченность в период вегетации приводит к преждевременному старению плодовых деревьев, снижению фотосинтетической активности листьев, сокращению продуктивного периода и жизни растений. В связи с этим плодовые деревья плодоносят нерегулярно, не образуют достаточных запасов пластических веществ и зимой могут повреждаться морозами. Вместе с тем необходимо отметить, что излишнее увлажнение корнеобитаемого слоя почвы в плодовых садах также нежелательно, так как это связано с нарушением оптимального водовоздушного режима почвы /1,2,3,4/.

Поэтому в орошаемом садоводстве особенно важно поддержание водного режима почвы в оптимальных для конкретных почво-грунтов пределах, для которых многолетние плодовые растения приспособливают свою корневую систему /5/.

Исследованиями установлено, что на почвах тяжелого механического состава лучший рост и плодоношение плодовых культур обеспечивается при поддержании влажности в корнеобитаемом слое почвы от 70 до 85% от наименьшей влагоемкости (НВ) /3,4,5,6/.

Оптимальное водообеспечение плодового сада в течение вегетации во многом зависит от применяемых способов и техники полива. Наиболее распространенным способом полива плодовых насаждений является поверхностный. Как показывает практика орошаемого садоводства, осуществление поверхностного орошения в условиях предгорий

приводит к значительным затратам ручного труда, потерям оросительной воды на сброс и инфильтрацию, возникновению водной эрозии почв.

Наиболее совершенной техникой полива плодовых насаждений в условиях предгорий в настоящее время является дождевание, капельное, мелкодисперсное и подпочвенное орошение. Одним из прогрессивных приемов дождевания является синхронное импульсное дождевание. Проведенными в предгорных районах юга Казахстана исследованиями КазНИИ водного хозяйства выявлено положительное влияние импульсного дождевания на рост и развитие яблонь [7].

С целью установления значения оптимальной влажности корнеобитаемого слоя почвы и соответствующего водопотребления яблоневого сада на опытно-производственном участке импульсного дождевания плодovinсовхоза им. Джамбула Джамбулской области, занятом яблонями сорта Голден Делишес на подвое М9 посадки 1973 г., в 1978...1980 гг. были приняты следующие варианты опыта, из условия поддержания влажности почвы в течение вегетации на уровне:

I вариант - 70...75% НВ,

II вариант - 80...85% НВ,

III вариант - 90...95% НВ.

За контроль был принят II вариант. На всех вариантах опыта принимались единая агротехника возделывания сада.

Почвы объекта исследований представлены сероземами обыкновенными. По результатам механического состава почвогрунты опытного участка идентичны и представлены тяжелыми суглинками и легкими глинами. Объемная масса метрового слоя почвы - $1,48 \text{ г/см}^3$ и полуметрового - $1,43 \text{ г/см}^3$. Плотность твердой фазы метрового слоя почвы - $2,46 \text{ г/см}^3$ и полуметрового - $2,42 \text{ г/см}^3$. Средняя величина наименьшей влагоемкости метрового слоя составляет 22,2% и полуметрового - 25,4% к массе сухой почвы. Почвы слабоводопроницаемы, не засолены. Грунтовые воды в течение вегетационного периода за годы исследований залегали ниже 5 м и не оказывали влияния на водный режим корнеобитаемого слоя почвы.

По данным метеостанции Джамбул, за вегетационный период 1978г. сумма температур составила 3860°C , за 1979 и 1980 гг. соответственно 3820 и 3950°C . Сумма осадков за периоды вегетации яблоневого сада 1978...1980 гг. составила соответственно 214, 156 и 153 мм. Среднегодовое значение суммы осадков за вегетацию составляет 168 мм, суммы температур - 3720°C .

На опытном участке проводились наблюдения за динамикой влажности почвы, климатическими условиями, фенологией, урожайностью и др. Сроки и нормы полива определялись по данным замеров показаний испарямера ГТИ-3000 и корректировались расчетным методом по формуле А.Н.Костякова. Поливы не проводились в дни с достаточной водообеспеченностью, а также при скорости ветра более 5 м/с и в периоды проведения агротехнических мероприятий. Продолжительность внесения суточной поливной нормы регулировалась удельной водоподачей (частотой рабочих циклов дождевателей) и определялась по номограмме (рис. I), построенной для конкретных условий по параметрам дождевателей системы СИД по выражению:

$$t = \frac{m \cdot T \cdot \omega}{3,6 V},$$

- где t — продолжительность несения суточной поливной нормы, ч;
 m — суточная поливная норма, м³/га;
 T — продолжительность рабочего цикла импульсного дождевателя, с;
 ω — площадь обслуживания импульсным дождевателем, га;
 V — объем выброса импульсного дождевателя, л.

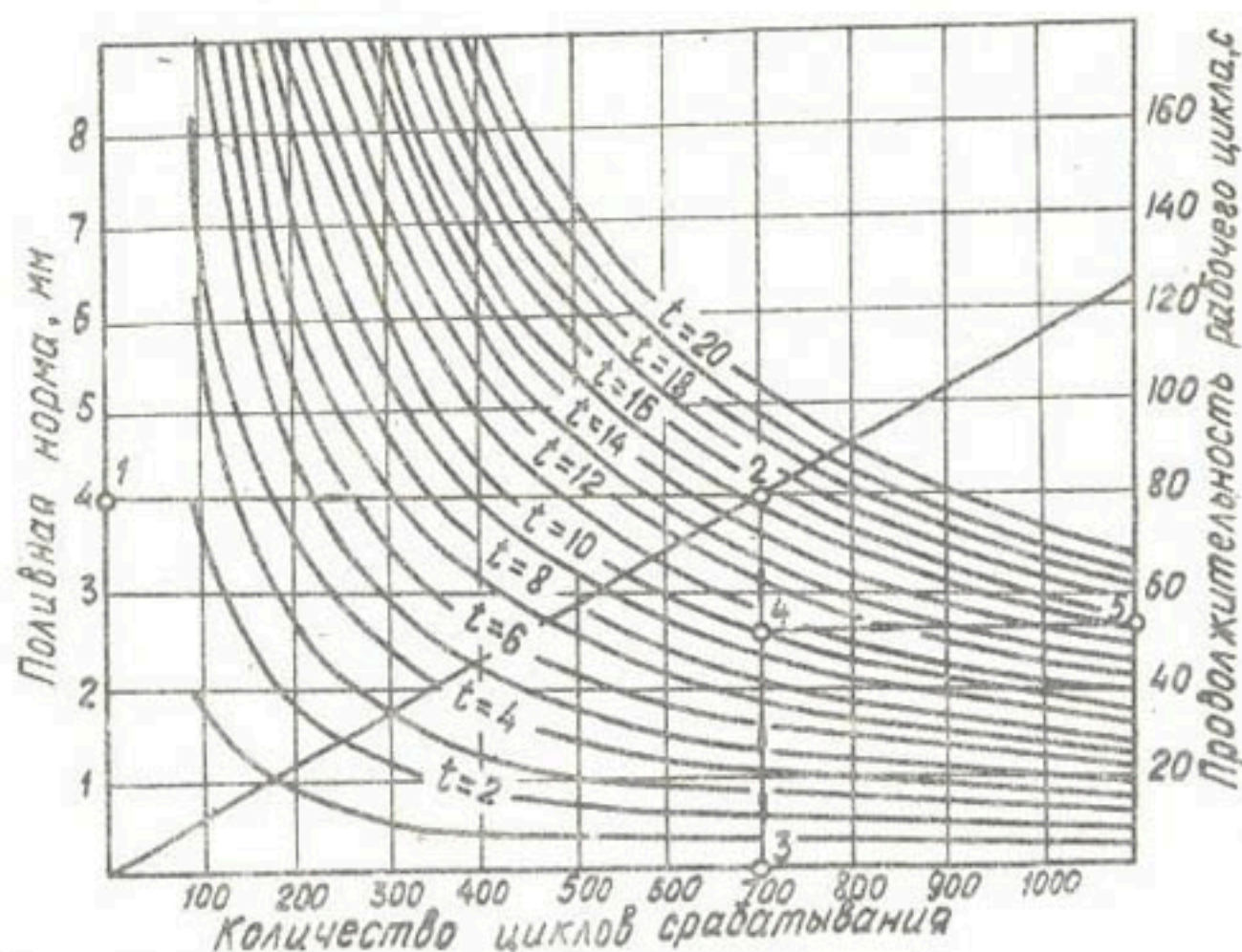


Рис. I. Номограмма для определения параметров режима работы системы СИД.

При проведении агротехнических мероприятий по химической борьбе с вредителями и болезнями, уборке плодов в связи с технологическими перерывами в поливах за годы исследований возникла необходимость в асинхронном импульсном дождевании (водоподача превышает среднесуточную величину водопотребления) для восполнения влагозапасов в почве до заданного значения влажности или для создания необходимых ее запасов на период прекращения работы системы.

Продолжительность работы системы импульсного дождевания в асинхронном режиме определялась по выражению:

$$t_{ac} = \frac{m_{ca} \cdot T_a}{m_{max} - m_c},$$

- где t_{ac} - продолжительность работы системы в асинхронном режиме, сут;
- T_a - продолжительность агротехнического перерыва, сут;
- m_{max} - максимальная суточная поливная норма (водоподача) системы, м³/га;
- m_{ca} - среднесуточная поливная норма при синхронном режиме работы системы за период агротехнического перерыва, м³/га;
- m_c - среднесуточная поливная норма при синхронном режиме работы системы до или после агротехнического перерыва, м³/га.

Поливная норма при асинхронном режиме работы системы импульсного дождевания определялась по зависимости:

$$m_{ac} = \frac{m_{ca}}{K}, \text{ м}^3/\text{га},$$

- где K - коэффициент, учитывающий агротехнические перерывы в работе системы, равный $\frac{t_{ac}}{t_{ac} + T}$.

Пример работы системы импульсного дождевания в синхронном и асинхронном режимах в совхозе им.Джамбула показан на рис.2.

За вегетационные периоды исследуемых лет количество поливов на вариантах изменялось от 80 до 102 в зависимости от поддерживаемого уровня влажности корнеобитаемого слоя почвы. Суточные поливные нормы составляли 13...150 м³/га. Отклонения от принятого уровня влажности на 5...15% НВ имели место в течение 5...10 дней до или после проведения агротехнических мероприятий, когда перед или после таких мероприятий для создания или восполнения влагозапасов в почве работа системы импульсного дождевания осуществлялась в

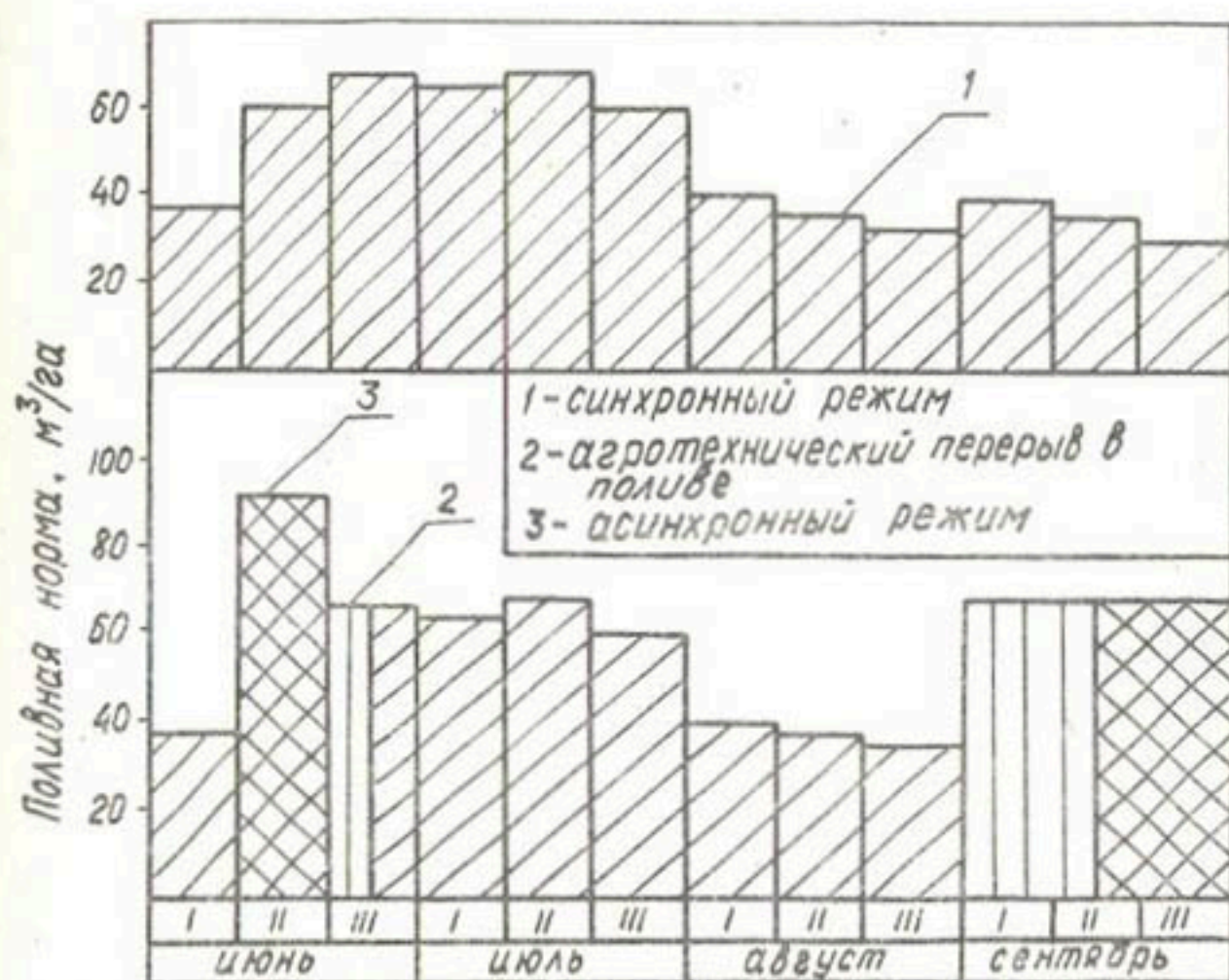


Рис. 2. График работы системы СИД в синхронном (а) и асинхронном (б) режимах в совхозе им. Джамбула для года средней водообеспеченности.

асинхронном режиме. Наблюдения за микроклиматом орошаемого поля показали, что относительная влажность воздуха на высоте I м в термически напряженный период (с 12 до 18 часов) на III варианте была на 2...5% выше, чем на контрольном варианте, а температура воздуха была меньше на 0,2...1,0°C. На I варианте, в сравнении с контрольным, относительная влажность была ниже на 3...8%, а температура воздуха соответственно выше на 0,2...1,6°C.

Наблюдения за динамикой теплового режима почвы показали, что максимальные изменения температуры происходили в слое 0...5 см. Температура почвы на I варианте была выше контрольных значений на 1,5...2,0°C, а на III варианте меньше на 0,2...2,0°C.

Результаты замеров прироста однолетних побегов показали, что прирост их увеличивался по мере возрастания уровня влажности почвы. Однако интенсивность роста побегов снижалась при повышении влажности почвы от 80...85% НВ до 90...95% НВ. Так прирост побегов на

I, II и III вариантах составил соответственно 35...41, 43...50 и 43...52 см.

Средняя величина суммарного водопотребления на первом варианте составила 6300 м³/га, на II и III вариантах соответственно 7400 и 8400 м³/га.

Наибольший урожай за годы исследований был получен на участке с уровнем влажности 80...85% НВ (135...170 ц/га). При поддержании влажности почвы в пределах 70...75% НВ урожайность снижалась до 105...125 ц/га, а при возрастании влажности почвы до 90...95% НВ отмечалась урожайность 140...150 ц/га.

Наименьший коэффициент водопотребления (44...53 м³/ц) получен на II варианте. На I и III вариантах коэффициент водопотребления увеличивался до 50...57 и 55...64 м³/ц.

Проведенные исследования показали, что наиболее благоприятные условия для роста и развития яблонь на почвах тяжелого механического состава наблюдаются при поддержании влажности почвы на уровне 80...85% НВ. Повышение влажности почвы до 90...95% НВ не приводит к повышению урожайности, а интенсивность роста деревьев снижается. Увеличение водообеспечения приводит к возрастанию водопотребления и неэффективному использованию поливной воды.

Снижение уровня влажности почвы до 70...75% НВ отрицательно сказывается на росте и развитии плодовых деревьев, приводит к снижению урожайности и увеличению коэффициента водопотребления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куренной Н.М. Основы интенсивного плодовоговодства. - М.: Колос, 1980. - 192 с.
2. Будаговский В.И. Культура слаборослых плодовых деревьев. - М.: Колос, 1976. - 304 с.
3. Верновский Э.А. и др. Плодоводство и виноградарство с основами интенсификации. - Киев: Вища школа, 1978. - 440 с.
4. Семаш Д.П. Орошение плодового сада. - Киев: Урожай, 1975. - 184 с.
5. Коломиец И.А. Преодоление периодичности у яблони. - Киев: Госсельхозиздат УССР, 1961. - 299 с.

6. Ц и в и н д о А.З. и др. Агротехника промышленного сада. - Алма-Ата: Кайнар, 1971. - 144 с.
7. Ж а р к о в В.А. Влияние импульсного дождевания на водный режим яблонь на слаборослых подвоях. - В кн.: Совершенствование оросительных систем и технология орошения сельскохозяйственных культур в Казахстане. Труды САНИИРИ. Ташкент, 1980, с.131-140.

Т.В.Нугаева
инженер
А.А.Пост
инженер
Б.Т.Чокайбаева
(КазНИИВХ)

ОПЫТ ОПЕРАТИВНОЙ КОРРЕКТИРОВКИ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АЛМА-АТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Октябрьским (1984 г.) Пленумом ЦК КПСС предусмотрено обеспечение в ближайшие годы высокой отдачи с орошаемых земель на основе улучшения мелиоративного состояния земель, внедрения программированного выращивания урожаев сельскохозяйственных культур.

Алма-Атинским комплексным отделом КазНИИВХ на основе результатов НИР прошлых лет разработана методика расчета влажности почвы и корректировки режима орошения для участков программированного выращивания культур по метеоданным. С помощью этой методики в вегетационный период 1984 года АКО КазНИИВХ еженедельно выдавал рекомендации по режиму орошения для каждого поливного участка, что дало возможность службе эксплуатации управлений оросительных систем более гибко проводить контроль хода поливов и регулировать водоподачу в соответствии с потребностью растений.

В результате разработки и сбора контрольно-технологических карт по учету технологии выращивания программированного урожая по 100 хозяйствам Алма-Атинской области получены сведения по условиям 500 поливных участков. Систематизация этих сведений проведена на картографической основе с учетом характерной особенности климатических условий области, заключающейся в вертикальной поясности предгорий.

В основу оперативного расчета влажности активного слоя почвы

и корректировки режимов орошения положена эмпирическая зависимость, предложенная Э.В.Гершуновым:

$$B_i = \frac{2(B_{ki} - B_{зав})(B_{i-1}C + \Gamma_i + m_i + A_i) - \ell_i(B_{i-1} - 2B_{зав})}{2C_i(B_{ki} - B_{зав}) + \ell_i}, \quad (I)$$

где

B_i - влажность почвы в конце i -того расчетного периода, % НВ;

i - номер периода. Обычно за расчетный период принимают декаду, следовательно, B_i - влажность почвы в конце декады;

B_{ki} - нижняя граница критически оптимальной влажности почвы, принимаемая в зависимости от суточного водопотребления: если $\ell_{vi} \leq 30,0$ м³/га, то $B_{ki} = 80\%$, если $30 < \ell_{vi} \leq 60$, то $B_{ki} = 90\%$, если $\ell_{vi} > 60$, то $B_{ki} = 100\%$;

$B_{зав}$ - влажность завядания, или влажность, при которой сосущая сила почвы и корневой системы уравновешивается, и растение устойчиво завядает.

$B_{зав} = (30...40)\%$ НВ;

B_{i-1} - влажность почвы в конце предыдущего расчетного периода, % НВ;

C - агрогидрологическая характеристика почвы в i -тый период (в зависимости от глубины активного влагообмена в этот период);

A - количество атмосферных осадков за декаду, м³/га;

Γ_i - величина используемых пресных грунтовых вод;

ℓ_i - водопотребление растений за декаду, м³/га, определяемое по формуле (2);

m_i - поливная норма полива, проведенного в расчетный период, м³/га.

Водопотребление растений определяется биоклиматическим методом по формуле

$$\ell_i = \frac{(25 + t_i)^2 (100 - a) K_m \cdot K_\delta \cdot T}{1695}, \quad (2)$$

где

t_i - среднесуточная температура воздуха за i -тый период;

a - среднесуточная относительная влажность воздуха;

K_m – микроклиматический коэффициент, вводимый в формулу. Если значения температуры и влажности воздуха принимают по данным метеостанции, то $K = 0,8 \dots 0,9$. Если температуру и влажность воздуха измеряют непосредственно на орошаемом поле, то $K = 1,0$;

K_b – биологический коэффициент, значения которого в зависимости от суммы активных температур на конец расчетного периода принимают из предыдущих работ КазНИИВХ;

T – длительность декады, суток.

Первоначально влажность почвы определяют по формуле (1) при . Если в этом случае влажность в конце периода окажется меньше оптимальной (70...80%), то назначают полив, определяют величину поливной нормы и ведут перерасчет влажности почвы с учетом полива. Величину поливной нормы определяют по формуле:

$$m_i = C_i (100 - B_{oi}) \text{ м}^3/\text{га}. \quad (3)$$

Срок полива в днях от начала периода:

$$n_i = \frac{C_i (B_{i-1} - B_{oi})}{\rho_i}, \quad (4)$$

Если $B_i > 100\%$, то для дальнейших расчетов принимают $B_i = 100\%$.

При расчете режима орошения по многолетним метеоданным заданной обеспеченности получают режим орошения для прогностической программы. Если используют текущие значения метеоданных, получают режим орошения для оперативно-текущей программы, по которой производят полив сельхозкультур в текущем году.

Проверку и корректировку режима орошения и хода полива проводят непосредственным измерением влажности почвы в поле. Перед началом поливов влажность почвы определяют в 5...7 точках поля, а в ходе поливов – перед фронтом полива в 3...4 точках. Хорошие результаты на незасоленных землях дает ускоренный метод В.Е. Кабаева.

Входящие в формулу (1) исходные данные зависят от климатического пояса, в котором расположен участок, ближайшей метеостанции, от глубины грунтовых вод, типа почвы и ее агрогидрогеологической характеристики.

Каждому из этих показателей присвоен индекс, что дает возможность участки с одинаковыми индексами объединять в группы, по которым ведется расчет и выдаются рекомендации. Индексы условий поля совместно с индексами, характеризующими его местонахождение, составляют шифр поля. Полный шифр поливного участка состоит из восьми двухзначных номеров.

I	2	3	4	5	6	7	8
00	00	00	00	00	00	00	00

Первый номер - индекс административного района: 01 - Балхашский район, 02 - Джамбулский, 03 - Илийский, 04 - Каскеленский, 05 - Кегенский, 06 - Куртинский, 07 - Нарынкольский, 08 - Талгарский, 09 - Уйгурский, 10 - Чиликский, 11 - Энбекши-Казахский район.

Второй номер - индекс хозяйства, соответствующий номеру хозяйства на сельскохозяйственной карте Алма-Атинской области М 1:50000 (Казгипрозем, 1981 г.).

Третий номер - индекс поля, соответствующий номеру на технологической карте.

Четвертый двухзначный номер - индекс культуры: 01 - соя, 02 - кукуруза на зерно, 03 - кукуруза на силос, 04 - многолетние травы, 05 - эспарцет, 06 - однолетние травы, 08 - табак, 09 - озимая пшеница, 10 - ячмень, 11 - рис, 12 - овощи.

Пятый номер - индекс климатического пояса: 01 - горный, 02 - предгорный, 03 - предгорно-степной, 04 - пустынно-степной, 05 - восточный горный, 06 - пустынный.

Шестой номер - индекс метеорологической станции, по данным которой ведется расчет: 01 - Алма-Ата (город), 02 - Алма-Ата (плодовая), 03 - Иссык, 04 - Аксенгер, 05 - Ассы, 06 - Подгорное, 07 - Чилик, 08 - Курты, 09 - Нарынкол, 10 - Айдарлы.

Седьмой номер - индекс глубины залегания грунтовых вод и степени их влияния на режим орошения, определяемой коэффициентом использования грунтовых вод:

01- K_r = 0; 02- K_r =0; 03- K_r =0,15; 04- K_r =0,20; 05- K_r =0,25;
06- K_r =0,35; 07- K_r =0,40; 08- K_r =0,55.

Восьмой номер - индекс агрогидрологической характеристики почв: 01- C =28,8; 02- C =31,0; 03- C =33,0; 04- C =34,0.

Ежедекадно в Казахском республиканском управлении по гидрометеорологии и контролю природной среды Алма-Атинский комплексный отдел получал декадный агрометеорологический бюллетень, из кото-

рого выписывались значения температуры воздуха, относительной влажности воздуха и суммы осадков по метеостанциям за прошедшую декаду.

Используя эти данные, по формуле (I) проводили расчет влажности почвы для каждой группы полей с одинаковыми индексами условий (последние 5 индексов шифра).

Расчет проводили на микрокалькуляторах БЗ-34 по программе. Расчет влажности почвы для одной группы данных занимает 15 с.

Все расчеты по области проводили 4 числа каждой декады, а 5 числа выдавали рекомендации по режиму орошения.

Применение технологии программированного выращивания культур, со своевременной корректировкой режима орошения и при действенном контроле за ходом выполнения работ, позволяет повысить урожайность культур на орошаемых землях и лучше использовать водные и трудовые ресурсы орошаемого земледелия.

Это подтверждают результаты первого года внедрения. Увеличение урожайности на программированных участках, по сравнению с урожайностью прошлых лет, составило: риса - на 6 ц/га, многолетних трав - на 10 ц/га, сои - на 5 ц/га.

Возможности метода программированного выращивания культур на орошаемых землях хорошо видны на примере базового хозяйства - Ордена Ленина совхоза „Алма-Атинский“. Годовой экономический эффект от внедрения технологии программированного выращивания культур составил 187,0 тыс. рублей.

Р.Н. Баранов
инженер

В.И. Жданова
инженер

А.И. Парамонов
кандидат сельскохозяйственных наук
(КазНИИВХ)

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НОРМ ВОДОПОТРЕБНОСТИ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

Нормы водопотребности в орошаемом земледелии являются основой как текущего, так и перспективного планирования водопользования. В каждом конкретном случае оценка водопотребности - это результат решения широкого круга вопросов, связанных с обоснова-

нием режима орошения, способов и технологии полива, повышения КПД оросительной системы и т.д.

Использование в мелиоративной практике биологически оптимальных оросительных норм, обеспечивающих максимально возможный урожай сельскохозяйственных культур, в определенных организационно-технических условиях производства, как правило, ведет к завышенным объемам водопотребления, что, конечно, нерационально, особенно в условиях дефицита водных ресурсов. В настоящее время во многих регионах страны, в том числе и в Казахстане, ведется работа по совершенствованию нормирования водопользования с акцентом на экономический аспект данной проблемы.

Необходимость технико-экономического обоснования водопотребности в первую очередь определяется требованиями более рационального использования водных и земельных ресурсов, повышения эффективности капитальных вложений, а также необходимостью обоснованного планирования потребности в воде сельскохозяйственного производства.

В рамках поставленной задачи выбор мощности оросительной системы сопряжен с обоснованием расчетной обеспеченности оросительных норм. Мощность системы орошения в свою очередь функционально связана с объемом водоподачи, с величиной расчетного гидромодуля, а также с объемом капитальных вложений в водохозяйственное и сельскохозяйственное строительство, с величиной ежегодных издержек на эксплуатацию оросительной системы и производство сельскохозяйственной продукции.

Многофакторная взаимосвязь основных параметров оросительной системы, вероятностный характер этих связей обусловили различие в методах технико-экономического обоснования водопотребности /1...3/.

Общеизвестно, что при обосновании водохозяйственных мероприятий ориентация на острозасушливые годы (например, 95% обеспеченность) ведет к высокой надежности системы орошения в целом. Но такой подход заведомо определяет большие затраты на ее строительство, а следовательно и недостаточно высокую эффективность отдачи капиталовложений. Если же ориентироваться на влажный год, то мощность системы может оказаться завышенной, и в более сухие годы произойдет снижение урожайности культур на части площадей из-за недостатка воды. Следовательно, при обосновании технических решений необходимо ориентироваться на такую обеспеченность

водопотребности, которая определяет высокую степень отдачи всех видов затрат, связанных с ведением орошаемого земледелия.

Методической альтернативой технико-экономического обоснования водопотребности для орошения является учет следующих факторов, наиболее влияющих на его оценку:

- изменчивость водопотребления;
- характер изменения урожайности возделываемых культур в зависимости от их влагообеспеченности;
- особенности изменения единовременных и текущих затрат по оросительной системе в зависимости от уровня водопотребности.

Другими словами, при решении указанной задачи возможная площадь орошения, а также капиталовложения и затраты на эксплуатацию и производство продукции, прирост урожая от орошения должны ставиться в зависимость от оросительной нормы с фиксированным уровнем обеспеченности.

Технико-экономическое обоснование водопотребности в такой постановке представляет собой задачу по отысканию оптимального решения. В соответствии с "Методикой..." /4/ критерием, определяющим оптимальный вариант, является минимум приведенных затрат на единицу среднесногодового объема продукции.

Указанный критерий при фиксированном уровне обеспеченности оросительной нормы можно записать в следующем виде:

$$P_3 = \frac{E_n K + \mathcal{E} + C_{ск} + y \cdot C_{ур} + \Delta \bar{E}_v \cdot C_{ор}}{y} \longrightarrow \min, \quad (I)$$

где $E_n K$ - капитальные вложения, приведенные к одинаковой размерности в соответствии с нормативом эффективности, руб/га;

$\mathcal{E}$ - затраты на эксплуатацию оросительной системы, руб/га;

$C_{ск}$ - постоянные сельскохозяйственные издержки производства, руб/га;

$C_{ур}$ - издержки производства, связанные с объемом урожая, руб/т;

$C_{ор}$ - издержки производства, связанные с проведением поливных работ в расчете на 1 м³ оросительной нормы (нетто), руб/м³;

y - урожайность, т/га;

$\Delta \bar{E}_v$ - среднесногодовой дефицит водопотребления, м³/га.

При решении задачи по критерию (I) сделан ряд допущений:

- характер изменения продуктивности орошаемых земель по вариантам обеспеченности поставлен в зависимость от суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур;
- в годы с высоким дефицитом водного баланса орошаемого поля, когда оросительная норма полностью не обеспечивается, суммарное водопотребление уменьшается за счет снижения оросительной нормы, а естественное увлажнение по всем вариантам остается неизменным;
- при оценке приведенных затрат по вариантам обеспеченности для каждой из культур в качестве расчетных приняты средне-многолетние значения дефицитов водопотребления;
- при технико-экономическом обосновании норм водопотребности использован общий показатель урожайности, а не прирост урожая за счет повышения влагообеспеченности при орошении. Это объясняется тем, что многие дополнительные затраты обусловлены общим объемом урожая;
- капитальные затраты на строительство оросительной системы оцениваются в целом, с учетом изменения ее основных параметров, в зависимости от обеспеченности оросительных норм, т.е. без использования частных зависимостей для отдельных элементов системы.

Применительно к вышеуказанной методике, нами осуществлено отыскание оптимального решения по зависимости (I) для условий юга Казахстана (м/ст. Джамбул, севооборот свекловичный). Принято, что полив сельскохозяйственных культур осуществляется поверхностным способом, структура севооборота – сложившаяся за последние 10 лет.

Значения оросительных норм и суммарного водопотребления для каждой из культур, входящих в севооборот, рассчитаны биоклиматическим методом на ЭВМ за 30-летний период наблюдений. Внутри вегетационного периода для каждого из 30 лет определены периоды наибольшего водопотребления, которые в среднем за многолетие приходятся на первую половину июля. За каждый из этих периодов определены расчетные значения гидро модуля и суммарного водопотребления (табл. I).

В формуле (I) все виды затрат определенным образом связаны с обеспеченностью оросительной нормы. Например, для установления зависимости капиталовложений от оросительной нормы и ее обеспе-

Таблица I

Суммарное водопотребление и урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от обеспеченности оросительной нормой

Наименование сельскохозяйственной культуры	Обеспеченность оросительной нормой, %			
	25	50	75	95
Сахарная свекла, мм	696	752	780	798
т/га	41,6	45,0	48,0	49,5
Кукуруза на силос, мм	441	468	503	515
т/га	42,5	47,5	50,8	52,2
Овощи, мм	534	568	607	627
т/га	26,2	28,3	30,0	30,5
Озимая пшеница, мм	280	306	338	347
т/га	4,1	4,9	5,5	5,6
Многолетние травы, мм	778	824	856	885
(сено) т/га	8,0	10,8	12,5	13,4

ченности $K = f(m, p)$ использованы данные проектов-аналогов рассматриваемой зоны исследований.

Затраты на эксплуатацию оросительной системы приняты по соответствующим нормам для данной зоны, а на текущий ремонт и амортизацию — по действующим нормативам. Сельскохозяйственные издержки производства для каждой из культур определены расчетно-нормативным способом на основе типовых (зональных) технологических карт [5,6]. Издержки эти подразделены на постоянные и переменные, зависящие от уровня урожайности и размера оросительной нормы. Постоянные издержки производства определены в расчете на 1 га площади, переменные — на 1 т урожая и 1 м³ оросительной воды.

Выполненные расчеты по критерию (I) иллюстрируются данными табл. 2.

Таблица 2

Технико-экономическое обоснование нормы водопотребности
для совокупности культур свекловичного севооборота
(м/ст. Джамбул)

Технико-экономические показатели	Обеспеченность оросительной нормой, %			
	25	50	75	95
Суммарное водопотребление, мм	560	602	632	650
Оросительная норма, (нетто), мм	400	441	472	490
Капиталовложения, приведен- ные к одинаковой размерности, руб/га	250	276	300	345
Эксплуатационные затраты, руб/га	90	100	114	150
Издержки на уборку урожая, руб/га	28	32	36	37
То же на проведение поливов, руб/га	24	27	29	30
Сумма издержек, руб/га	663	706	750	833
Приведенные затраты, руб/т	70	62	60	65

Примечание: Постоянные сельскохозяйственные издержки на струк-
турный гектар составляют 271 руб.

Из приведенных расчетов видно, что для свекловичного сево-
оборота применительно к условиям юга Казахстана оптимальная нор-
ма водопотребности, соответствующая 75% обеспеченности, равна
472 мм.

Для отдельно взятых культур, входящих в рассматриваемый
свекловичный севооборот, оптимальные значения оросительных норм
(нетто) составляют:

сахарная свекла - 632 мм,
многолетние травы - 673 мм,
озимая пшеница - 184 мм.

В зависимости от расчетных природно-хозяйственных особен-
ностей конкретного объекта возможно использование дополнитель-
ных критериев оценки, например, максимума дохода.

При дефиците водных ресурсов доход за R лет от производства j -той сельскохозяйственной продукции можно выразить как сумму доходов, получаемых с орошаемых земель и с богары.

$$\bar{D} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k \alpha_j [(a-b)_j \cdot z_i + (c-d)_j (1-z)] \cdot F_p - E \cdot R \cdot F_p, \quad (2)$$

где a - стоимость валовой продукции j -той культуры при орошении, руб/га;
 c - то же, в условиях богары, руб/га;
 b - затраты, связанные с обработкой земли, поливами и уборкой урожая j -той культуры при орошении, руб/га;
 d - то же, в условиях богары, руб/га;
 α_j - долевое участие культуры в севообороте;
 F_p - площадь орошения при некотором значении обеспеченности, га;
 E - эксплуатационные затраты, включающие амортизационные отчисления, содержание штата, капитальный и текущий ремонт, стоимость электроэнергии, руб/га;
 z - переменная величина, равная

$$z = \begin{cases} 1 & \text{если } \beta_i > 1 \\ \beta_i & \text{если } \beta_i < 1 \end{cases}, \text{ где } \beta_i = \frac{F_i}{F}, \quad (3)$$

где β_i - доля орошаемой площади при фиксированном значении обеспеченности оросительной способности источника орошения.

В условиях зарегулированного стока оросительная способность водотока равна:

$$F_{net} = \frac{W_i \cdot \eta}{M_i^{net}}, \quad (4)$$

где W_i - годовая отдача воды для целей орошения в i -том году, полученная как разность между годовым стоком реки и потребностью в воде других отраслей (включая санитарные выпуски, потери на испарение и фильтрацию), млн.м³;
 M_i^{net} - оросительная норма (нетто) структурного гектара в i -том году;
 η - коэффициент полезного действия.

Если обозначим $\bar{D} = \frac{D}{R}$ и $Z = \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R z_i$

$$A = \sum_{j=1}^n \alpha_j (a-b)_j \quad \text{и} \quad B = \sum_{j=1}^n \alpha_j (c-d)_j,$$

то выражение (2) можно записать в виде:

$$\bar{D} = [(A-B) \cdot \bar{Z} + B] \cdot F_p - \bar{Z} \cdot F_p, \quad (5)$$

где ρ - обеспеченность орошения при фиксированном уровне водопотребления, %.

При оптимизации по критерию (2) нами выделено четыре уровня обеспеченности оросительных норм - 25, 50, 75 и 95%. Каждому из этих уровней поставлены в соответствие значения обеспеченности орошения. При этом предполагается, что при рассматриваемом уровне водопотребности такие факторы технико-экономического характера, как оросительная норма, урожайность, затраты и т.п., постоянны. Переменными величинами являются объем водозабора и, следовательно, возможная площадь орошения.

Решение задачи по критерию (2) применительно к расчетным условиям, изложенным в первой части статьи, ведется по следующей схеме:

- за каждые из 30 лет определяется оросительная способность источника орошения и оценивается обеспеченность орошения;
- для каждого из принятых в ряду значений гидромодуля (0,45...0,85 л/с.га) оценивается размер орошаемых площадей (скорректированных на максимальный гидромодуль) в зависимости от обеспеченности орошения, как это показано в табл.4.

Таблица 4

Оросительная способность водоеисточника в зависимости от обеспеченности орошения и значений гидромодуля, га

Обеспеченность орошения, %	Гидромодуль, л/с.га				
	0,45	0,50	0,60	0,75	0,85
I	2	3	4	5	6
5	6980	7100	7150	7180	7220
25	3460	3550	3700	3870	3980
50	2010	2100	2200	2470	2650
75	1220	1320	1480	1760	1920

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6
95	800	920	1130	1400	1550
99	740	860	1050	1350	1470

- по принятому ряду обеспеченностей орошений и при фиксированном значении расчетного гидро модуля устанавливаются среднее-многолетние значения доли орошаемых и неорошаемых площадей;

- используя расчетные данные первой части работы (водопотребление, урожайность, издержки различного рода и т.п.) для разных уровней водопотребности и ряда значений обеспеченности орошения, устанавливается величина среднеемноголетнего дохода, как это показано в табл. 5.

Таблица 5

Изменение среднеемноголетнего дохода от уровня водопотребности и обеспеченности орошения, млн.руб. (севооборот - свекловичный, гидро модуль - 0,85 л/с.га)

Расчетные показатели	Обеспеченность орошения, %					
	5	25	50	75	95	99
Возможная площадь орошения, га	7220	3980	2650	1920	1550	1470
Среднеемноголетняя доля орошаемой площади	0,436	0,709	0,873	0,943	0,973	0,976
Уровни водопотребности, %						
25	0,609	0,965	0,995	0,849	0,733	0,701
50	0,723	1,150	1,186	1,012	0,873	0,836
75	0,790	1,272	1,317	1,125	0,971	0,930
95	0,722	1,236	1,301	1,115	0,966	0,924

Анализ характера изменения среднеемноголетнего дохода показывает, что наибольшие его значения соответствуют уровню водопотребности при 75% обеспеченности. При этом оросительная норма (нетто) для структурного гектара составляет 498 мм. В свою очередь этот уровень водопотребности имеет свой максимум в ряду обеспеченностей орошения при $P_{\omega} = 45\%$. Наибольшее значение среднеемноголетнего дохода при этом составляет 1,32 млн.руб., воз-

можная площадь орошения – 3300 га, экономически целесообразная площадь орошения – 2600 га.

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

– минимум приведенных затрат применительно к заданной структуре свекловичного севооборота соответствует 75% обеспеченности по дефициту водопотребления, который в данных расчетных условиях соответствует экономически оптимальному уровню водопотребности;

– при оптимизации по критерию максимум дохода, обеспеченность орошения в условиях свекловичного севооборота определяется величиной $P_{\omega} = 45\%$ и уровнем водопотребности $P_m = 75\%$. Этим значениям соответствуют следующие расчетные данные: площадь орошения – 3300 га, экономически целесообразная площадь орошения – 2600 га, среднемноголетний максимум дохода – 1,32 млн.руб., или 508 руб/га;

– при другой структуре севооборота обеспеченность орошения будет меняться, что скажется на величине критерия оптимизации, т.е. одновременно с определением экономически целесообразных норм водопотребности имеется возможность выбора оптимальной структуры севооборота.

ЛИТЕРАТУРА

1. А р е н т К.П., Г о н ч а р е н к о П.А. Экономическое обоснование расчетной обеспеченности оросительных норм. – Гидротехника и мелиорация, 1982 г., № 8.
2. Г л е й з е р Б.А. К методике определения основных параметров оросительных систем в зоне неустойчивого увлажнения. – Гидротехника и мелиорация, 1974 г., № 3.
3. Р е к с Л.М. Техничко-экономическое обоснование оросительных норм и параметров гидромелиоративных систем. – Гидротехника и мелиорация, 1974 г., № 2.
4. Методика определения экономической эффективности капитальных вложений. – Экономическая газета, 1981 г., № 2.

5. Технологические карты возделывания и уборки основных сельскохозяйственных культур в Казахстане на 1981...1985 гг. - Алма-Ата: Минсельхоз КазССР, 1982.г.
6. Методическое пособие для определения затрат на текущий ремонт основных фондов мелиоративных систем. - М.: В/О Союзводпроект, 1975.

Ю.Р.Кван
инженер
(КазНИИВХ)

ДОПУСТИМАЯ ИНТЕНСИВНОСТЬ ДОЖДЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УКЛОНОВ МЕСТНОСТИ

При дождевании одним из главных показателей, определяющих степень и направление влияния мелиорации на почву, является интенсивность дождя. Поэтому первоочередной задачей при орошении дождеванием является установление допустимой интенсивности дождя для различных почвенных и рельефных условий. Допустимой можно назвать максимально возможную интенсивность дождя, при которой обеспечивается равномерное впитывание в почву заданной поливной нормы без образования поверхностного стока и разрушения верхнего плодородного слоя почвы.

Процесс впитывания воды в почву при дождевании /1/ разделяется на две стадии: безнапорную, когда на поверхности почвы не образуется плотная гравитационная пленка воды, и напорную. В начале напорной стадии гравитационная пленка воды перемещается по уклону и собирается в микропонижениях (фаза лужеобразования). При дальнейшей водоподаче начинается переток излишней воды из одних луж в другие (фаза перемещения), что приводит к возникновению поверхностного стока в направлении наибольшего уклона местности. Из сказанного выше следует, что допустимую интенсивность дождя при орошении на склонах необходимо определять из условия свободного (безнапорного) впитывания оросительной воды почвой.

Средняя интенсивность дождя существующих видов дождевальной техники /2,3/ варьирует в широких пределах. Так, у ДМ "Фрегат", в зависимости от ее модификации, она равна 0,16...0,35 мм/мин; у ДМ "Днепр" - 0,28...0,30 мм/мин; у дальнеструйных дождевальных машин ДДН-70, ДДН-100 - 0,27...0,65 мм/мин; у дальнеструйных и среднеструйных дождевальных аппаратов - 0,05...0,24 мм/мин; у КСИД-10 - 0,001...0,005 мм/мин. Из приведенных данных видно, что

средняя интенсивность дождя большинства видов дождевальной техники изменяется в диапазоне 0,20...0,40 мм/мин, и из условий нормальной работы возможно их использование на участках с уклонами местности до 0,05. Существенно меньшая средняя интенсивность дождя только у дождевальных аппаратов типа "Роса", ДД-30 и КСИД, что позволяет проводить поливы на уклонах более 0,05.

Для уточнения и расширения зоны применимости дождевальной техники и определения допустимой интенсивности дождя (ДИД) в зависимости от уклона местности были проведены исследования на экспериментальном участке КазНИИВХ в Меркенском районе Джамбулской области, почвы которого представлены тяжелосуглинистыми горными сероземами объемной массой - $1,40 \text{ г/см}^3$, плотностью твердой фазы - $2,50 \text{ г/см}^3$, наименьшей влагоемкостью полуметрового слоя - 24,54% от веса сухой почвы, мощностью гумусового слоя - 35 см.

Методика исследований была принята согласно норм и правил /4,5,6/ проведения полевых и лабораторных опытов и испытаний дождевальных машин и установок.

Установление ДИД проводилось на опытном участке (рис.1), оборудованном стоковыми площадками /5/ и установками. Конструкция последней представляет собой металлический короб, имеющий две опорные точки и винтовой домкрат, позволяющий изменять наклон короба от 0° до 45° . В металлический короб послойно засыпалась почва (толщина одного слоя до 10 см, с общей мощностью почвы в коробе 50 см) с последующим увлажнением и уплотнением. Полученный таким образом "монолит" обладал водно-физическими свойствами, близкими к естественным. Во время проведения опытов поверхность почвы на стоковых площадках и установках очищалась от растительности, рыхлилась на глубину 5...10 см. Подготовленная таким образом поверхность имела плотность слоя 0...15 см - $1,30...1,50 \text{ г/см}^2$, что соответствует плотности почвы после пахоты.

Поливы осуществлялись с помощью дождевальных аппаратов, работающих в импульсном ("Коломна-15") и непрерывном ("Роса-3") режимах, что позволяло проводить опыты в широком диапазоне средней интенсивности дождя от 0,001 мм/мин до 0,25 мм/мин. Предполивная влажность почвы на стоковых площадках и установках была принята не ниже 70...75% от НВ, что соответствует нижнему предполивному порогу влажности почвы. Одновременно с водоподачей регистрировалась ее продолжительность, до появления луж в микропонижениях. Значение поливных норм и интенсивность дождя опреде-

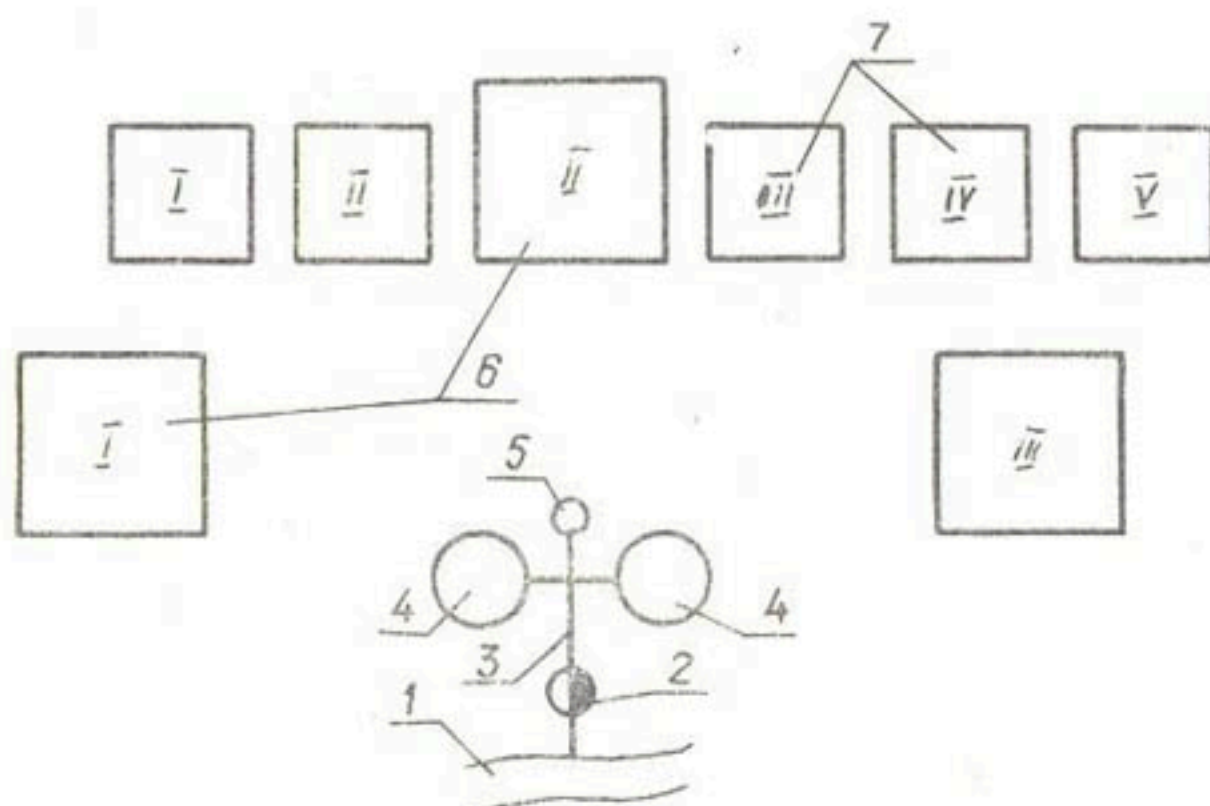


Рис. 1. Опытный участок для определения допустимой интенсивности дождя: I...У - повторность
 I - водоисточник; 2 - насосная станция с пультом управления; 3 - трубопроводная сеть; 4 - дождевальная установка "Коломна-15"; 5 - дождевальная установка "Роса-3"; 6 - стоковые площадки; 7 - стоковые установки.

лялись с помощью дождемерных стаканчиков, установленных по периметру стоковых площадок и установок.

В результате опытов была установлена ДИД для различных уклонов местности при продолжительности дождя $t = 60$ мин (табл. I).

Таблица I
 Допустимая интенсивность дождя при $t = 60$ мин для
 тяжелосуглинистых горных сероземов

Уклон местности	Слой дождя, мм	Допустимая средняя интенсивность дождя, мм/мин
I	2	3
0,020	0,768	0,0128
0,030	0,750	0,0125
0,040	0,720	0,0120

I	2	3
0,050	0,630	0,0105
0,060	0,540	0,0090
0,100	0,426	0,0071
0,130	0,312	0,0052
0,188	0,312	0,0052
0,220	0,240	0,0040
0,265	0,246	0,0041
0,320	0,246	0,0042
0,360	0,240	0,0040
0,388	0,180	0,0030

Интерпретация полученных данных в виде графика (рис. 2) позволяет установить, что зависимость допустимой интенсивности дождя подчинена гиперболическому закону и может быть выражена в виде:

$$\rho = A \cdot i^B, \quad (1)$$

где ρ — средняя интенсивность дождя, мм/мин;

i — уклон местности;

A, B — эмпирические коэффициенты.

Определив коэффициенты A и B по методу наименьших квадратов, было получено уравнение:

$$\rho = \frac{0,002108}{i^{0,504}}, \text{ мм/мин.} \quad (2)$$

Как видно из рис. 2, кривая, построенная по уравнению (2), удовлетворительно вписывается в множество экспериментальных точек и может быть использована при определении ДИД при продолжительности водоподачи $t = 60$ мин для данного типа почв.

Из условий методики постановки опыта по определению ДИД (безнапорное впитывание воды почвой, то есть интенсивность водоподачи меньше или равна водопроницаемости почвы) следует, что полученные данные ДИД при различных уклонах местности для тяжело-суглинистых горных сероземов соответствуют скорости впитывания в первый час водоподачи (k_1) для данных почвенных и рельефных условий, то есть:

$$k_1 = \rho = \frac{0,002106}{i^{0,504}}, \text{ мм/мин.} \quad (3)$$

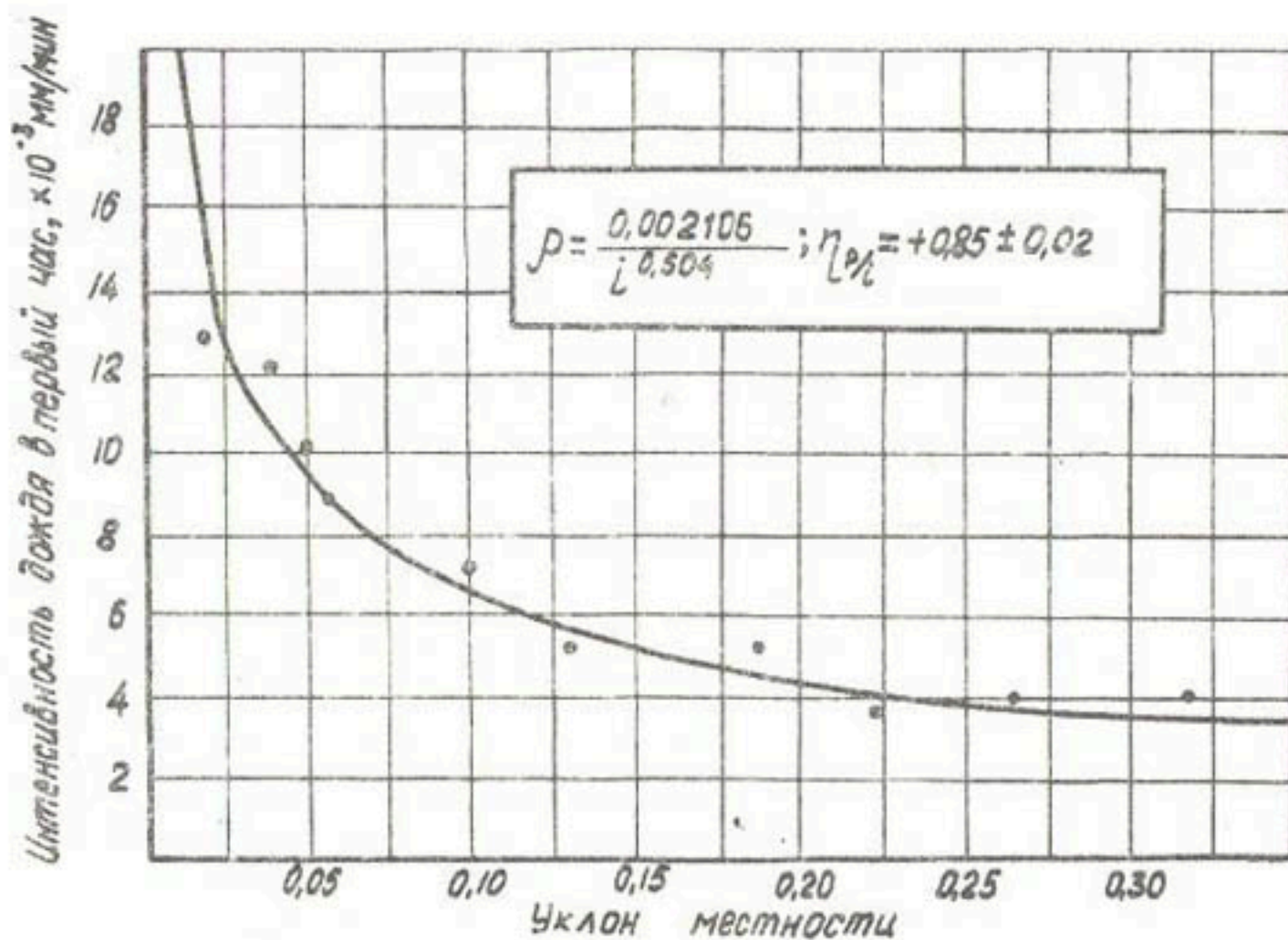


Рис. 2. Допустимая интенсивность дождя для тяжелосуглинистых горных сероземов в зависимости от уклона местности,

Для определения скорости впитывания воды почвой в момент времени t А.Н.Костяковым [7] предложена эмпирическая зависимость:

$$k_t = k_1 \cdot t^{-\alpha}, \quad (4)$$

где

k_1 — скорость впитывания воды почвой в первую единицу времени, мм/мин;

k_t — скорость впитывания в момент времени t , мм/мин;

α - коэффициент затухания скорости впитывания, зависящий от водно-физических свойств почвы.

При подстановке в зависимость 4 значения k , и при условии безнапорного впитывания в момент времени t ($\rho_t = k_t$) получим уравнение для определения ДИД при дождевании в течение времени t :

$$\rho_t = \frac{0,002106}{i^{0,504}} \cdot t^{-\alpha}, \text{ мм/мин.} \quad (5)$$

При установлении ДИД для тяжелосуглинистых горных сероземов при различных уклонах местности и продолжительности полива более 60 мин была определена величина средневзвешенного коэффициента затухания скорости впитывания воды (табл.2).

Таблица 2

Допустимая интенсивность дождя при различной продолжительности полива для тяжелосуглинистых горных сероземов, мм/мин

Уклон местности,	Допустимая интенсивность дождя при продолжительности полива t , мин					Коэффициент затухания скорости впитывания, α
	120	240	480	960	1200	
0,01	0,0133	0,0124	0,0116	0,0108	0,0106	0,0996
0,02	0,0094	0,0089	0,0083	0,0075	0,0075	
0,05	0,0060	0,0056	0,0052	0,0049	0,0048	
0,10	0,0049	0,0046	0,0036	0,0034	0,0034	
0,20	0,0029	0,0027	0,0026	0,0024	0,0023	
0,25	0,0026	0,0024	0,0023	0,0021	0,0021	
0,30	0,0024	0,0022	0,0021	0,0019	0,0019	
0,35	0,0022	0,0021	0,0019	0,0018	0,0018	

Относительная точность опыта $m = 4,07\%$.

Подставляя полученное значение коэффициента α в формулу (5), получим зависимость:

$$\rho_t = \frac{0,002106}{i^{0,504} t^{0,0996}}, \text{ мм/мин.} \quad (6)$$

где t - продолжительность дождевания, мин.

Дождевание на сельскохозяйственных угодьях проводится чаще всего при уже имеющейся на поверхности почвы растительности, кото-

рая, в свою очередь, влияет на допустимую интенсивность дождя. О почвозащитной роли растительности отмечали в своих работах С.С.Соболев, М.Н.Заславский, С.А.Щеколдин, Г.Конке, А.Бертран и др. На основании проведенных опытов Г.И.Швебс [8] установил коэффициенты потерь почвы при различном растительном покрове (табл.3), которые в первом приближении можно принять как почвозащитные коэффициенты различных растений.

Таблица 3

Коэффициенты потерь почвы и почвозащитной роли растений

Почвенный покров	Коэффициент потерь почвы (по Г.И.Швебсу)	Коэффициент почвозащитной роли растений, K_p
Оголенная поверхность (пар)	1,00	0,00
Пропашные культуры	0,75	0,25
Овес	0,25	0,75
Пшеница и рожь	0,20	0,80
Однолетние травы	0,10	0,90
Многолетние травы	0,05	0,95

Вводя коэффициент почвозащитной роли растений в зависимость (6) можно определить ДИД при поливе различных сельскохозяйственных культур:

$$P_l = \frac{0,002105}{i^{0,504} t^{0,0996}} \cdot (1 + K_p), \text{ мм/мин.} \quad (7)$$

Проведенная экспериментальная проверка полива люцерников на участках с уклонами местности 0,1 с интенсивностью дождя, рассчитанной по зависимости (7), показала, что эрозионный процесс на поверхности почвы не образуется.

ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований выведена зависимость (7) допустимой интенсивности дождя от уклона местности, продолжительности дождевания и почвенного покрова для тяжелосуглинистого горного серозема. Экспериментальная проверка полива люцерников подтвердила правомерность предлагаемой зависимости для установле-

ния допустимой интенсивности дождя на участках с повышенными уклонами местности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е р х о в Н.С., К а н т о р О.В. Водопроницаемость суглинистых почв и допустимая интенсивность дождя. - Гидротехника и мелиорация, 1977, № 7, с.48-55.
2. Ш т е п а Б.Г., В и н н и к о в а Н.В., Г у с е й н - з а д е С.Х. и др. Справочник по механизации орошения. - М.: Колос, 1979. - 303 с.
3. С т е п а н о в П.М. и др. Справочник по гидравлике для мелиораторов. - М.: Колос, 1984. - 207 с.
4. ОСТ 70.11.1-74. Машин и установки дождевальные. Программа и методы испытаний. - М.: В/О "Совзсельхозтехника", 1979. - 88 с.
5. Методика оценки качества полива дождеванием в условиях сложного рельефа. - Коломна: ВНПО "Радуга", 1978.
6. Д о с п е х о в Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Колос, 1965. - 423 с.
7. К о с т я к о в А.Н. Основы мелиорации. - М.: Сельхозгиз, 1960.
8. М и р ц х у л а в а Ц.Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии. - М.: Колос, 1970. - 240 с.

А.Я.Рабинович
кандидат технических наук
Н.Д.Креккер
кандидат технических наук
(КазНИИВХ)

ПРЕДПОСЫЛКИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ ПРИ ОРОЕНИИ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ В УСЛОВИЯХ ЮГА КАЗАХСТАНА (В ПОРЯДКЕ ОБСУЖДЕНИЯ)

Повышающийся дефицит оросительной воды диктует необходимость более экономного ее использования. В связи с этим необходим поиск средств исключения, обусловленного недостатком водных ресурсов, снижением урожайности сельскохозяйственных культур. Выбор рациональных способов и техники полива в этом играет важную роль.

В условиях юга Казахстана по комплексу природно-хозяйственных факторов наиболее приемлем поверхностный полив, а из его раз-

новидностей – бороздковый. Но несмотря на снижение при этом потерь воды на испарение в процессе полива, в сравнении с другим, также распространенным способом – дождеванием, этот способ приводит к повышенным затратам воды из-за неравномерности увлажнения почвы по длине борозд. Исключить эту неравномерность практически невозможно из-за разной продолжительности стояния воды в голове и конце борозды. Немеханизированное проведение бороздковых поливов, особенно в условиях резкой нехватки трудовых ресурсов, усугубляет неравномерность распределения оросительной воды на участке. Это обусловлено тем, что фактическая сезонная нагрузка на поливальщика при таком поливе превышает в два...три раза нормативную и вместо 15 га зачастую доходит до 50, а иногда и больше га. Это даже выше, чем по нормативам для существующей техники механизированного бороздкового полива (около 25 га на оператора). Возможность резкого повышения производительности труда при ручном поливе, несмотря на значительное ухудшение при этом качества его проведения, в сравнении с механизированным, – одна из причин слабого распространения механизации полива при недостатке трудовых ресурсов.

Рост производительности труда при бороздковом поливе и равной технике его осуществления связан с необходимостью удлинения борозд. Однако этим снижается равномерность увлажнения по длине борозды, что приводит к повышению расчетной поливной нормы. Отсюда следует явное техническое противоречие: дефицит трудовых ресурсов регламентирует увеличение длины борозд, а дефицит водных ресурсов – уменьшение. Разрешить это противоречие можно лишь применением рациональной техники осуществления бороздковых поливов и использованием новых средств механизации и автоматизации полива. Достоинством механизированного бороздкового полива является возможность достижения более равномерной подачи воды в поливные борозды в процессе полива. Это повышает равномерность увлажнения по равным створам во времени, уменьшая концевой сброс с борозд, хотя существенная неравномерность увлажнения начала и конца борозд при этом сохраняется.

Земельные ресурсы юга Казахстана не сдерживают развития орошения. Ограничивающими для него факторами являются в первую очередь трудовые (обеспеченность ими на поливе не превышает 30...50% от нормативной) и водные ресурсы (наличие их, при существующих площадях орошения, ниже требуемого для года 75%-ной обеспеченности

дефицита водопотребления). Материальные (технические) ресурсы хозяйств юга Казахстана не отражают состояния развития орошаемого земледелия, что связано со сдерживающим влиянием трудовых ресурсов на использование материальных (в первую очередь, поливной техники). Низкая результативность использования наличного парка поливной техники, обусловленная нехваткой обслуживающего персонала, приводит к снижению эффективности орошения. Дальнейший рост материальных ресурсов может быть эффективным только при соответствующей обеспеченности трудовыми ресурсами. При существующем наличии последних, недостаточном для обеспечения нормативного технологического процесса полива на плановых площадях возделывания сельскохозяйственных культур, некачественное проведение поливов приводит к выходу части земельных ресурсов из сельхозоборота вследствие вторичного засоления земель из-за несоблюдения режима орошения и неравномерности полива.

Организация территории и водопользования при поверхностных поливах в настоящее время соответствует условиям избытка водных и земельных ресурсов, сложившимся ранее при обеспеченности трудовыми ресурсами. Это входит в противоречие с требованиями при механизированном поливе. Практически повсеместное отсутствие сколь-нибудь достоверных картографических данных по участкам орошения хозяйств не позволяет с необходимой объективностью назначать рациональные элементы техники полива, фактические величины которых принимаются по интуиции поливальщиков. В результате на орошаемых землях юга Казахстана, наряду с поливами напуском, имеют место и бороздковые поливы с длиной борозд до 700...1100 м, при которых неизбежны перерасход оросительной воды, недобор урожая и снижение валового сбора продукции.

Зерновые колосовые входят в севооборот, включающие многолетние травы и пропашные культуры (сахарная свекла, картофель, овощи и др.). Качественному проведению поливов по бороздам способствует сев зерновых, как и многолетних трав, с одновременной нарезкой поливных борозд. Это позволяет на протяжении ротации севооборота применять на поливном участке одинаковую технику полива, что упрощает его механизацию и дает возможность использования стационарной техники.

Критерием эффективности применяемой техники полива должно стать расходование воды на единицу продукции при общецелевой задаче получения максимального объема валовой продукции при имеющихся ресурсах на протяжении ротации севооборота.

При соблюдении всех необходимых, не связанных с орошением агротехнических приемов основой получения стабильных урожаев сельскохозяйственных культур является обеспечение требуемого по нормам и срокам режима орошения. Он определяется естественной увлажненностью участка и обеспеченностью дефицита водопотребления реального года. В то же время возможность внесения тех или иных норм полива зависит от элементов техники полива. Известные рекомендации регламентируют необходимую длину борозд, поливную струю и продолжительность полива в зависимости от уклона местности в направлении полива и типа почв (по водопроницаемости). По сути дела рекомендуются конкретные поливные нормы, которые с режимом орошения связи не имеют. Для различных культур севооборота поливные нормы на протяжении вегетации меняются, что может быть обеспечено только при различных элементах техники полива севооборотного поля.

Необходимость варьирования элементов техники полива связана и с целесообразностью изменения режима орошения в зависимости от планируемого урожая. В настоящее время планируемый урожай определяет лишь дозу внесения удобрений и не учитывает дефицита водных ресурсов, что не позволяет рационально использовать оросительную воду. Представляется целесообразным разработку дифференцированных режимов орошения под различные уровни урожайности, аналогично нормированию расхода минеральных удобрений. Так, например, для озимой пшеницы на орошении предусмотрены три градации урожайности (35...45, 45...55, 55...70 ц/га), на которые, в зависимости от степени обеспеченности почв элементами питания, нормируют удобрительные мелиорации.

Существующая серийно выпускаемая техника бороздкового полива по производительности труда ниже фактического его уровня, достигнутого при немеханизированном поливе. Например, нормативная сезонная нагрузка на поливальщика при поливе по бороздам составляет всего 5...30 га, в том числе при поливе из временной сети — 5 га, с применением передвижных трубопроводов и поливных машин типа ППА — 15...20 га, с использованием поливных лотков — 20...25 га, со стационарными поливными трубопроводами — 20...30 га.

Повышение производительности при бороздковом поливе связано с созданием техники комбинированного полива, т.е. оснащением дождевальных машин приспособлениями для бороздкового полива. При этом сезонная нагрузка на оператора-поливальщика может быть доведена

на агрегатах типа ДДА-100МА до 25...30 га, на широкозахватных дождевальных машинах типа "Волжанка" и "Днепр" – до 50...60 га и на машинах типа "Кубань" – до 80...100 га. Применение такой техники возможно только при реконструкции существующих оросительных систем, а эффективность ее обеспечится лишь при предварительном достижении хозяйством определенного (планируемого) уровня урожайности /I/.

Проведение поливов в движении (ДДА-100МА, "Кубань") или с короткими бороздами (те же, "Волжанка", "Днепр") позволяет повысить равномерность увлажнения участка по длине, снизить удельный расход оросительной воды на единицу продукции и повысить урожай возделываемой культуры. В то же время переход к широкозахватной технике приводит к повышенным капитальным вложениям, окупаемость которых может быть обеспечена только при соответствующей урожайности, достигнутый уровень которой в предшествующий период должен быть достаточно высоким. При недостижении в этот период расчетной урожайности внедрение в таких условиях новой капиталоемкой поливной техники приведет к повышенным издержкам, не компенсируемым прибавкой урожайности.

В настоящее время механизация бороздкового полива связана с использованием машин типа ППА-165У и ДДА-100МА, которые снабжаются дополнительным оборудованием для бороздкового полива, передвижных и стационарных поливных трубопроводов, средств малой механизации (оголовки, щитки, трубки, сифоны и т.д.).

Экономное расходование наличных водных ресурсов в условиях их дефицита требует улучшения эксплуатации оросительной сети и совершенствования технологии полива. Это достигается рядом водосберегающих технических и технологических мероприятий. Применение средств механизации полива обеспечивает более экономное использование воды на поле. Так, например, приспособления для бороздкового полива к ДДА-100МА при поливе в движении обеспечивают возможность внесения равной поливной нормы по длине гона, экономя тем самым оросительную воду за счет равномерного ее распределения по площади участка. Осуществление технологий полива, обеспечивающих более полное выдерживание заданных режимов орошения (например, полив в движении или с короткими бороздами) за счет последовательного во времени и по длине поливного участка внесения части поливных норм, позволяет путем назначения требуемого числа проходов или количества повторных стоянок при позиционной

работе обеспечить достаточно точное соблюдение нормы полива при равномерности ее внесения по площади участка. Сокращение длины борозд при работе с поливными шлангами обеспечит более равномерное распределение воды по полю. Проведение поливов через борозду обеспечит возможность сокращения сроков полива участков при недостатке воды. Увязка поливов и послеполивальных обработок обеспечит снижение потерь воды на испарение из почвы. Систематическая эксплуатационная подготовка и планировка участка для равномерного его увлажнения и выбора рациональных элементов техники полива (в соответствии с картографическими данными) обеспечит более экономное расходование оросительной воды. К этому же приводят поливы без сбросов (по глубоким бороздам, нарезанным с малым уклоном по горизонталям).

Указанные мероприятия в мелиорации известны и в той или иной мере используются в зависимости от возможностей хозяйств.

Общеизвестно, что даже полная реализация этих мероприятий, обеспечение соблюдения научно обоснованных режимов орошения сельскохозяйственных культур и осуществление поливов при рациональных величинах элементов техники полива не обеспечат достижения поставленной цели, если не соблюдать другие агротехнические приемы технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

Повышение производства сельскохозяйственной продукции в условиях орошаемого земледелия при возрастающем дефиците оросительной воды связано с решением ряда других задач, среди которых наиболее важными являются совершенствование существующей структуры посевов и переход к оптимальным севооборотам.

В настоящее время накоплен значительный практический и исследовательский опыт повышения продуктивности орошаемых земель. Но в то же время на подавляющей (около двух третей) их площади еще не достигнуты плановые показатели, хотя удельные затраты имеют тенденцию к непрерывному росту. Устранение этих негативных явлений невозможно без детального анализа порождающих их причин.

Основой эффективности земледелия в целом, и орошаемого в особенности, является плодородие почвы. Воздействием на другие, необходимые для жизнедеятельности растений, факторы можно до определенной степени повысить урожайность сельскохозяйственных культур, но невозможно снять ограничивающее влияние плодородия почвы. Следствием этого является возрастание затрат на возделывание культур при орошении, связанное с тем, что ограничивающее действие

плодородия почвы не компенсируется улучшением остальных факторов, т.е. используемые для этого технические, трудовые, водные, энергетические и другие ресурсы экономически не оправдываются.

Основная и наиболее эффективная мелиоративная система повышения плодородия почвы – севооборотная, при которой чередование культур производится с учетом лучшего предшественника. В правильном, научно обоснованном севообороте каждая культура действует в симбиозе с почвой, преобразуя ее и накапливая в ней факторы, необходимые для последующей культуры. Рациональные севообороты основаны на различных требованиях входящих в них культур к факторам, формируемым в почве в процессе вегетационного и вневегетационного периода, и различиях в использовании и формировании этих факторов. Следствием этого является неуклонное снижение урожайности при бессменном выращивании одних и тех же культур. Во многом используемые и формируемые культурами факторы строго научно не установлены, что не позволяет компенсировать вынос факторов из почвы при бессменном возделывании одних и тех же культур. Вследствие этого севооборотная система, сложившаяся вначале на основе экспериментальных и опытных данных применительно к конкретным почвенным условиям, в последующем получила свое научное обоснование и объяснение. В то же время невыясненность всех происходящих при этом в почве процессов пока еще препятствует замене их известными техническими и технологическими приемами.

Рассмотрение технологии полива не может проводиться в отрыве от технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в частности, от реализуемой системы севооборотов. Это связано с тем, что уровень плодородия почвы, и соответственно эффективность орошения, определяется в значительной степени продолжительностью соблюдения на участке научно обоснованного севооборота, в течение которой обеспечивалось повышение средней за ротацию урожайности. Планируемая урожайность определяет водопотребность орошаемой культуры, а необходимость орошения различных культур при их чередовании на участке требует, возможно, неизменную технику и технологию полива.

Ориентация мелиоративной науки и практики на создание и широкое использование ресурсосберегающих технологий /1/ указывает на необходимость всестороннего анализа применяемых способов и техники полива в комплексе с другими агротехническими приемами, влияю-

щими на эффективность привлекаемых для полива ресурсов. Так, например, различия в урожайности зерновых культур, в зависимости от предшественника, достигают при современном уровне интенсификации поливного земледелия в среднем 10...30% /6/, но в отдельных случаях (при переходе от многолетней монокультуры к оптимальным севооборотам) прибавка урожая может достигать до 200% /7/. Соответствующие различия и в расходовании водных ресурсов на единицу продукции зерновых, в зависимости от реально применяемой в хозяйственных условиях системы земледелия и соблюдения севооборотов. Естественно, что в условиях дефицита водных ресурсов для рационального их использования требуется неукоснительное соблюдение севооборотов.

Влияние севооборотов на эффективность земледелия весьма сильно. На протяжении же нескольких десятков лет отмечается недооценка в ряде мест руководителями хозяйств нарушений и отступлений от севооборотов. Эта недооценка подчеркивается всеми: как руководителями сельскохозяйственных органов и министерств, так и руководителями и специалистами колхозов и совхозов. Тем парадоксальнее факт продолжения нарушения севооборотов, особенно отстающими нерентабельными хозяйствами. С одной стороны, всеми признается недопустимость отхода от системы севооборотов, а с другой — ими же практически сохраняется существующая система. В чем причина такого явления, наносящего хозяйству значительный, зачастую трудно поправимый, ущерб и приводящего к повышенному расходу ресурсов на единицу продукции?

В условиях соблюдения научно обоснованных севооборотов достигается максимум урожайности севооборотных культур, но валовый сбор каждой из них ограничен количеством полей ее в севообороте и зависит при этом от уровня агротехники, в свою очередь, определяемого обеспеченностью ресурсами (водными, питательными, трудовыми и т.п.). Резкий скачок валового сбора при этом невозможен, но достигается постепенный его рост от ротации к ротации. Здесь необходимо учитывать, что все севообороты включают два основных вида культур по конечной продукции — подлежащий сдаче государству (зерновые, колосовые, сахарная свекла и др.) и остающийся в хозяйстве (многолетние травы, силосные и др.). Рассматриваемые зерновые культуры, в основном возделываемые в условиях 8...10 — польных зерновых севооборотов, а также входящие одним и реже двумя полями в другие севообороты, по урожайности в значительной мере за-

висят от предшественников. Наиболее благоприятный предшественник зерновых – люцерна. При этом наивысшая урожайность озимой пшеницы имеет место по пласту люцерны, по обороту пласта она снижается на 2...6 ц/га, на третий год она еще более снижается – на 4...12 ц/га, а при монокультуре она составляет всего 40...60%, в сравнении с первым годом после распашки люцерны [7]. Отрицательное влияние монокультуры не удается устранить даже повышенным внесением не только минеральных, но и органических удобрений, т.е. эффективность использования затрачиваемых ресурсов при этом существенно снижается.

Существующие рекомендации [8,4] указывают на целесообразность насыщения озимой пшеницей до 50...60% площади. Выход зерна с единицы севооборотной площади зависит от средней урожайности культуры (Y_{icp}) и доли ее площади (Δ_i) в севообороте:

$$Y_{ic} = \frac{B_i}{F} = Y_{icp} \cdot \Delta_i, \text{ ц/га}, \quad (I)$$

где B_i – валовый сбор продукции i -ой культуры с площади севооборота, ц;
 F – площадь севооборота, га;
 F_i – площадь, занятая i -ой культурой севооборота, га.

$$Y_{icp} = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}}{n_i}, \text{ ц/га}, \quad (2)$$

где Y_{ij} – урожайность i -ой культуры на j -ом поле севооборота, ц/га;

n_i – число полей севооборота, занятых i -ой культурой.

Если нормируемая потребность в элементах питания зависит от степени обеспеченности ими почв и планируемой урожайности [3], то при нормировании потребности в воде такие факторы не учитывают, и оно производится только из расчета полного удовлетворения биологических потребностей в ней растений – получения максимума урожайности [2]. Т.е. водопотребность нормируется не на единицу продукции, как элементы питания, а только на единицу площади. В зависимости от фактической урожайности водопотребность на ее единицу равна:

$$M_{yi} = \frac{M_{Fi}}{Y_{icp}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3)$$

где M_{ii} – оросительная норма i -ой культуры, м³/га.

Поскольку урожайность зерновых в одних и тех же условиях в зависимости только от соблюдения системы севооборотов изменяется до двух и более раз, водопотребление их изменяется в таких же пределах. В условиях дефицита водных ресурсов учет эффективности использования последних приобретает особую актуальность.

В таблице I в качестве примера приведены расчетные показатели эффективности схем севооборотов с различной степенью насыщения озимой пшеницей и люцерной, составленные по обобщенным данным хозяйственного применения различной структуры посевов [7,8].

Таблица I

Эффективность использования оросительной воды при различной насыщенности озимой пшеницей в зерновом 10-польном севообороте

Количество полей под озимой пшеницей	Средняя урожайность озимой пшеницы, ц/га		Средняя урожайность сена люцерны, ц/га		Средний расход воды на орошение озимой пшеницы, м ³ /ц
	с площади посева	с площади севооборота	с площади посева	с площади севооборота	
0 (монокультура люцерны)	–	–	100,0		–
1	60,0	6,0	90,0		25,0
2	60,0	12,0	80,0		25,0
3	59,0	17,7	70,0		25,4
4	55,0	22,0	60,0		27,3
5	50,0	25,0	100 50,0		30,0
6	41,3	24,8	40,0		36,3
7	34,9	24,4	30,0		43,0
8	27,0	21,6	20,0		55,5
9	23,0	20,7	10,0		65,1
10 (монокультура озимой пшеницы)	20,0	20,0	–		75,0

Из табл. I видно, что в среднем максимум валового сбора зерна озимой пшеницы (выход с единицы севооборотной площади) имеет место при насыщенности севооборота на половину этой культурой (рис. I). Однако средний урожай ее при этом ниже максимального (на 17%), а расход оросительной воды на центнер зерна выше минимального (на 20%).

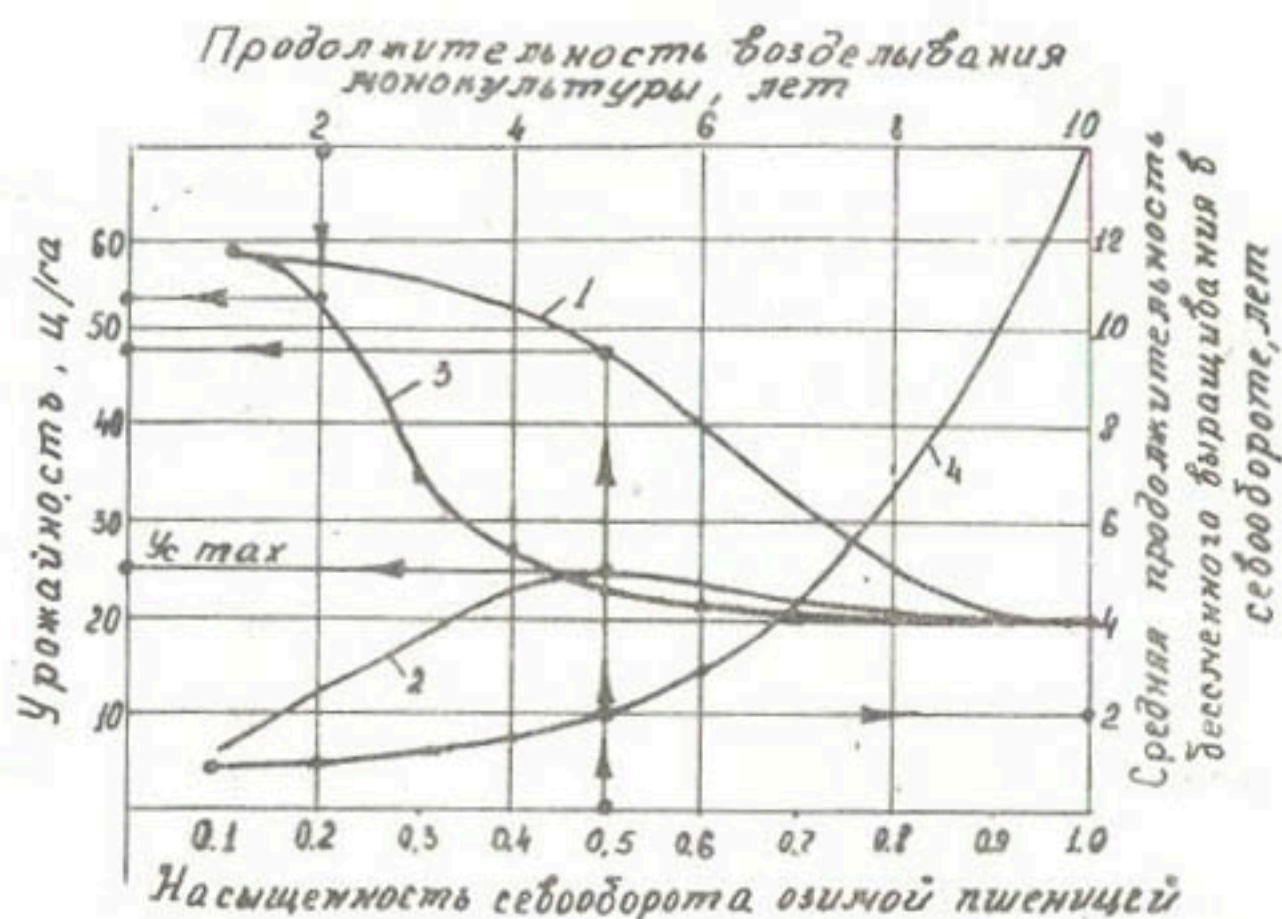


Рис. 1. Влияние структуры посевов на урожайность, валовый сбор и продолжительность бессменного выращивания озимой пшеницы:

- 1 — урожайность с фактической площади, ц/га;
- 2 — урожайность с площади севооборота, ц/га;
- 3 — урожайность при монокультуре, ц/га;
- 4 — продолжительность бессменного выращивания, лет.

Как снижение, так и повышение насыщенности севооборота озимой пшеницей к повышению валового сбора не ведет. В то же время при увеличении ее насыщенности в первые годы перехода от одной схемы чередования культур к другой достигается некоторое увеличение валового сбора. Последующее падение его начинается сразу же при сохранении измененной структуры посевов, что приводит к снижению эффективности использования оросительной воды (табл.2).

Как видно из табл.2 и рис.2, получение с площади севооборота в течение нескольких лет повышенного валового сбора озимой пшеницы (в среднем на 6,5% за 8 лет), при повышении ее насыщенности в севообороте (на 40%), сопровождается снижением фактической урожайности (на 22,5%) и повышением ее удельной водопотребности (на 30%),

Таблица 2

Эффективность использования оросительной воды на поливе зерновых в переходный период изменения рациональной структуры посевов в 10-польном зерновом севообороте

Количество полей озимой пшеницы	Средняя урожайность озимой пшеницы, ц/га		Средняя урожайность сена люцерны, ц/га		Средний расход воды на орошение озимой пшеницы, м ³ /ц
	с площади посева	с площади севооборота	с площади посева	с площади севооборота	
Год ротации					
5/0	50,0	25,0		50	30,0
6/1	45,7	27,4		40	32,8
7/2	45,7	32,0		30	32,8
7/3	41,4	29,1		30	36,2
7/4	37,9	26,5		30	39,8
7/5	36,0	25,2		30	41,6
7/6	35,1	24,6	100	30	42,7
7/7	34,9	24,5		30	43,0
7/8	34,9	24,4		30	43,0
Среднее за 1...8 гг. ротации севооборота	38,8	26,6	100	31,2	39,0

а также существенным снижением урожайности многолетних трав с площади севооборота (на 37,5%). В дальнейшем, при сохранении такой структуры посевов, урожайность и расходование воды по культурам сохранится на уровне восьмого года ротации (табл.2), т.е., в сравнении с исходным состоянием, урожайность озимой пшеницы с фактической площади посевов снизится на 30% и с площади севооборота - на 1,5%, при повышении водопотребности на единицу продукции - на 43% и снижении урожайности многолетних трав с площади севооборота - на 40%. Чтобы войти в севооборот и вернуться к исходным показателям урожайности и водопотребления необходимо не менее 5 лет (табл.3).

В качестве примера, иллюстрирующего потери валового сбора при возвращении в севооборот, показательна ситуация, приведенная Д.Г.Дзюбаном /7/. В результате нарушения рациональной структуры посевов возглавляемое им хозяйство из 950 га озимой пшеницы 510 га выращивало по кормовым культурам, получая средний урожай по 50 ц/га,

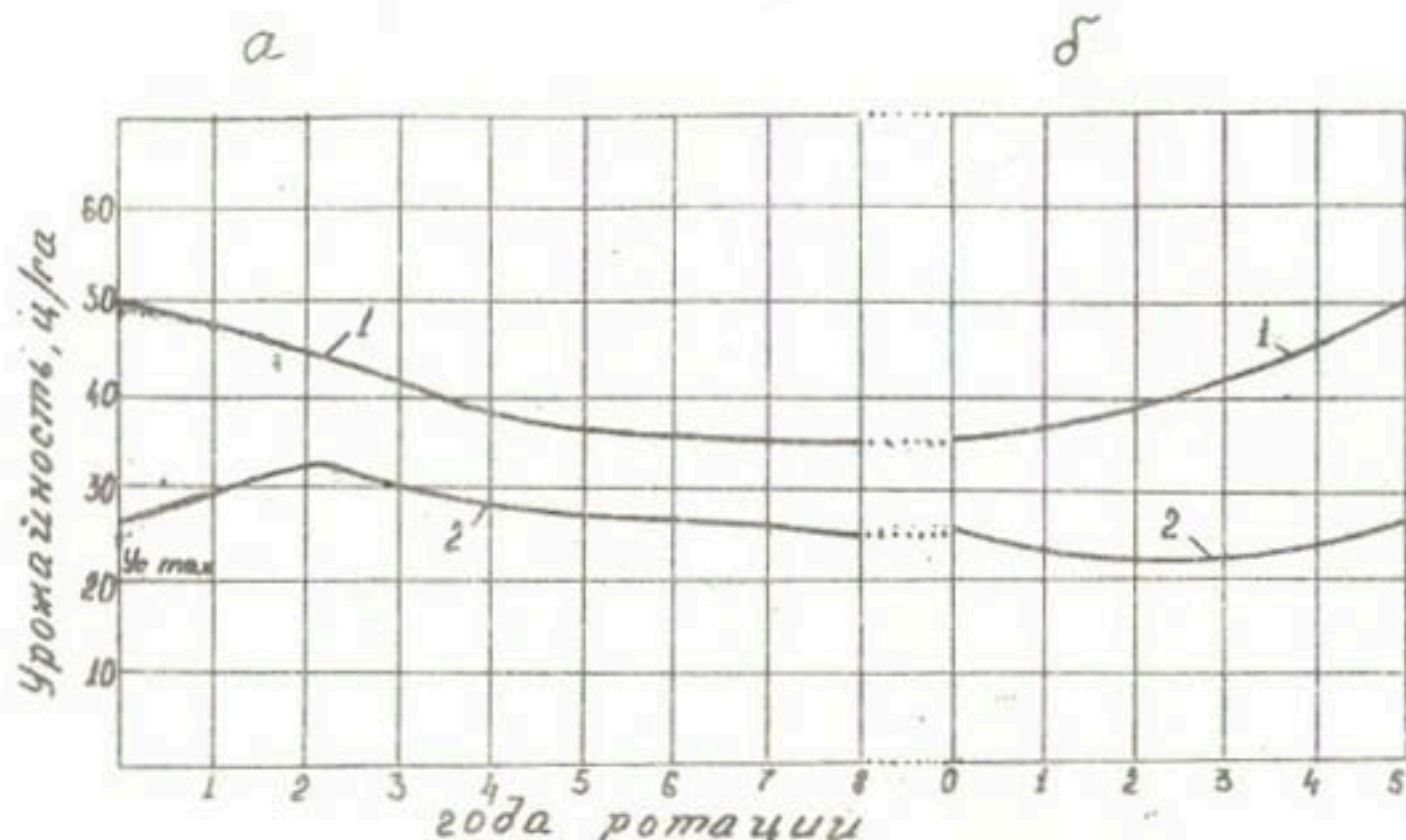


Рис. 2. Влияние изменения структуры посевов на урожайность озимой пшеницы:

а - повышение насыщения посевов озимой пшеницей с 50% до 70%; б - снижения насыщения посевов озимой пшеницей с 70 до 50%; 1 - урожайность с фактической площади посевов, ц/га; 2 - урожайность с площади севооборота, ц/га.

Таблица 3

Эффективность использования оросительной воды на поливе зерновых в переходный период возвращения к рациональной структуре посевов

Количество полей озимой пшеницы	Средняя урожайность озимой пшеницы, ц/га		Средняя урожайность сена люцерны, ц/га		Средний расход воды на орошение озимой пшеницы, м ³ /ц
Год ротации	с площади посева	с площади севооборота	с площади посева	с площади севооборота	
I	1	2	3	4	5
7/0	34,9	24,4			43,0
6/1	37,1	22,3			40,4
5/2	40,4	20,2	100		37,2
5/3	40,4	20,2			37,2
5/4	47,6	23,8			31,4

Продолжение табл. 3

I	2	3	4	5	6
5/5	50,0	25,0		50	30,0
Среднее за I...4 гг.	41,4	21,6	100	47,5	36,5
Среднее за 12 лет несоблюдения севооборота	39,7	24,9	100	36,6	38,2

и 440 га — по пшенице, при среднем урожае всего 20 ц/га (валовой сбор $510 \times 50 + 440 \times 20 = 34300$ ц). Дзюбану Д.Г. вышестоящие организации запретили изменить структуру посевов и сократить посевы озимых на 250 га для увеличения площади кормовых, несмотря на то, что он аргументировал при этом прибавкой валового сбора и озимой пшеницы ($700 \times 50 = 35000$ ц), из-за размещения ее полностью по хорошим предшественникам, и кормовых. Дзюбан Д.Г. не принимал во внимание, что при этом в переходный период (год) валовый сбор озимой пшеницы резко снизится ($510 \times 50 + 190 \times 20 = 29300$ ц). Это и в данном примере, и в общем случае является основной причиной сохранения нерациональной структуры посевов.

Приведенные в таблицах 2 и 3 данные показывают, что, хотя средний с площади севооборота урожай озимой пшеницы примерно сохраняется, в среднем на 27% в течение 12 лет превышен расход воды на ее орошение и на столько же недобран урожай многолетних трав. Сказанное показывает, что соблюдение севооборотов позволяет примерно на 25% уменьшить потребное количество воды на равный объем валовой продукции зерновых.

ВЫВОДЫ

1. Рациональное использование воды при орошении с соблюдением режима орошения, элементов техники полива и применения рациональной поливной техники должно предусматривать и обеспечение всех агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и обязательное соблюдение севооборотов.

2. В условиях юга Казахстана при дефиците водных ресурсов насыщенность севооборота зерновыми культурами не должна превышать

50%, а орошение их наиболее целесообразно по бороздам – механизированно в движении или через близкие позиции.

3. Механизацию бороздковых поливов зерновых рекомендуется осуществлять широкозахватной дождевальнoй техникой фронтального перемещения, переоборудованной для поверхностного полива и обеспечивающей высокую равномерность увлажнения площади участка при соблюдении режима орошения и рациональных элементов техники полива.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Материалы Пленума Центрального Комитета КПСС, 23 октября 1984. – М.: Политиздат, 1984. – 64 с.
2. Укрупненные нормы водопотребности для орошения по природно-климатическим зонам СССР. – М.: Минводхоз СССР, 1984. – 346 с.
3. Цифры, нужные каждый день. Справочник работника сельскохозяйственного производства Казахстана. – Алма-Ата: Кайнар, 1980. – 64 с.
4. Рекомендации по системе сельского хозяйства. Джамбулская область. – Алма-Ата: Кайнар, 1978. – 312 с.
5. К р е к к е р Н.Ю. Экономическая эффективность комбинированных бороздково-дождевальных поливов. – Сб. научн. тр. /САНИИРИ. Ташкент: КазНИИВХ, 1984, с. 94–109.
6. М а р к и н Б.К. Проектирование севооборотов на экономико-математической основе. – Земледелие, 1984, № 3, с. 49–51.
7. Д з ю б а н Д.Г. Эффект орошения. – Земледелие, 1984, № 3, с. 46–47.
8. А д и н ь я е в Э.Д. Озимая пшеница на орошаемых землях. – М.: Агропромиздат, 1985. – 206 с.

Р.П.Помашев
инженер
(КазНИИВХ)

ГИДРОЦИКЛОННАЯ ОЧИСТКА ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ НА АГРЕГАТАХ ТИПА ДДА-100М

Обеспечение гарантированного урожая сельскохозяйственных культур на орошаемых землях во многом связано с надежной работой дождевальной и поливной техники.

Среди большого разнообразия дождевальных и поливных машин и установок наиболее широкое производственное применение в Казахстане получили двухконсольные дождевальные агрегаты ДДА-100МА.

Опыт эксплуатации этих машин показывает, что значительная их часть (20...30%) простаивает. Наряду с другими причинами на эффективность использования этих агрегатов оказывает влияние содержание механических примесей в оросительной воде. Наличие в поливной воде повышенного содержания гидроабразивных частиц приводит к ускоренному износу водотранспортирующих органов дождевальной машины, ухудшению ее качественно-технологических параметров, снижению производительности и преждевременному выходу из строя.

Обеспечение их запчастями нормируется в соответствии с численностью парка машин без учета специфических условий их работы /1/.

В целях повышения надежности работы водораспределяющих узлов дождевальной техники и улавливания мелких гидроабразивных частиц в последнее время стали применять гидроциклонный метод очистки. На всасывающей линии насоса откачиваемой гидросмеси придают вращательное движение с помощью гидроциклона и разделяют ее по фазам. Жидкую фазу из центральной части гидроциклона откачивают насосом, а гидроабразивный песок, сосредоточенный у вершины конической части, отсасывается гидроэлеватором. При этом водозаборные установки с гидроциклонной очисткой, устанавливаемые на поливных машинах (типа ДДН, ДДА-100М, ДМ "Кубань" и др.), работающих позиционно или в движении, должны отличаться компактностью, гибкостью в эксплуатации и не мешать их маневренности. Вместе с тем, как показали исследования, установка гидроциклона приводит к повышению гидравлических и энергетических потерь. Поэтому в целях уменьшения сопротивлений и выбора рациональной схемы компоновки

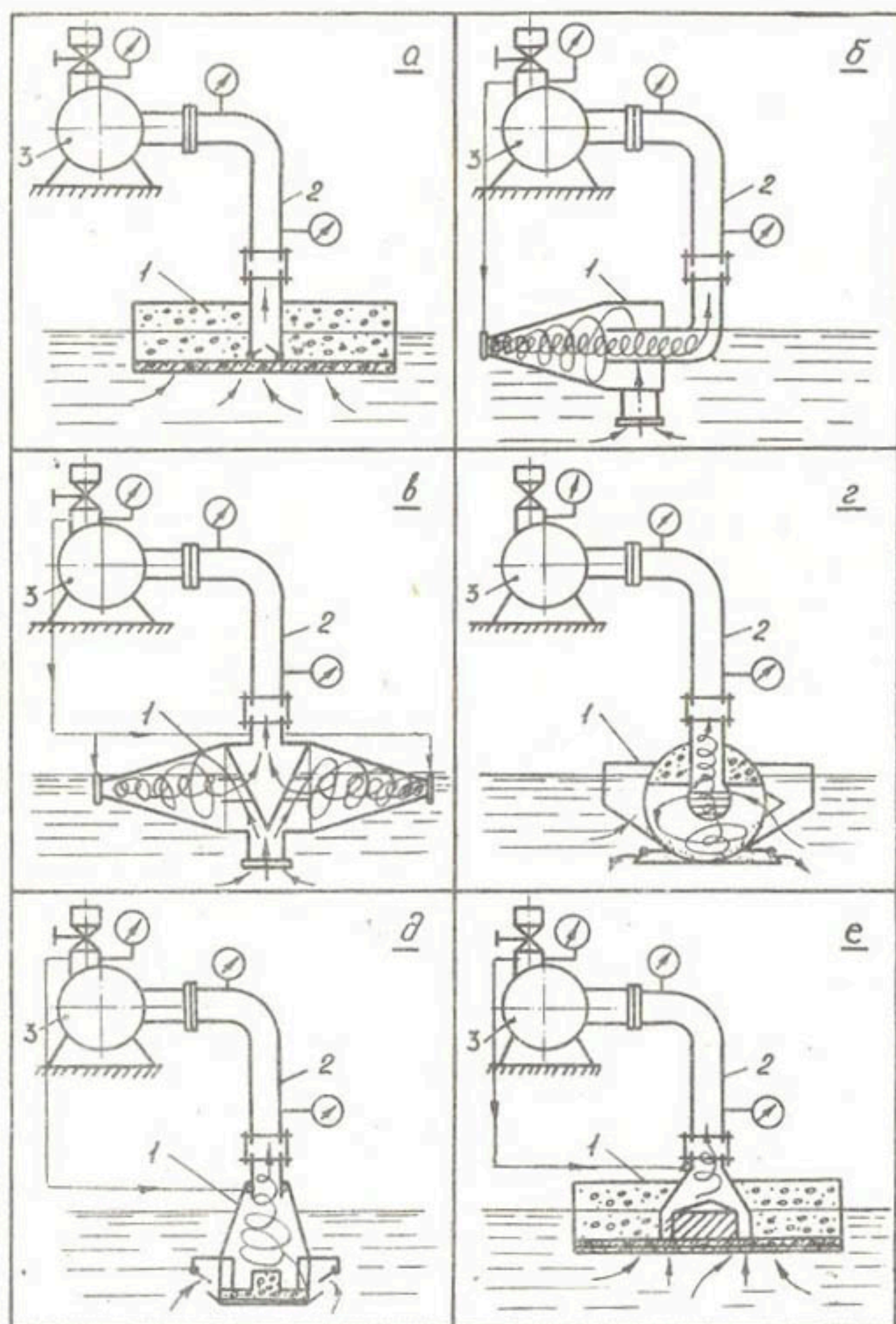


Рис. I. Схемы стендов для проведения испытаний гидроциклонных оголовков:
 а - с заводским клапаном; б - однокамерным ГЦ; в - с двухкамерным ГЦ; г - с шаровым ГЦ; д - гидроциклонный оголовок с тангенциальным входом; е - ГЦ с торцевым входом.

были разработаны и испытаны различные конструкции гидроциклонов для забора и очистки воды в движении /2...6/.

Схемы стендов для проведения сравнительных испытаний гидроциклонов (ГЦ) приведены на рис.1. Как показали проведенные исследования, разность вакуумметрических потерь на гидроциклонные оголовки в зависимости от их конструктивного исполнения колеблется в пределах 1...2 м, по сравнению с заводским водозаборным клапаном (рис.2).

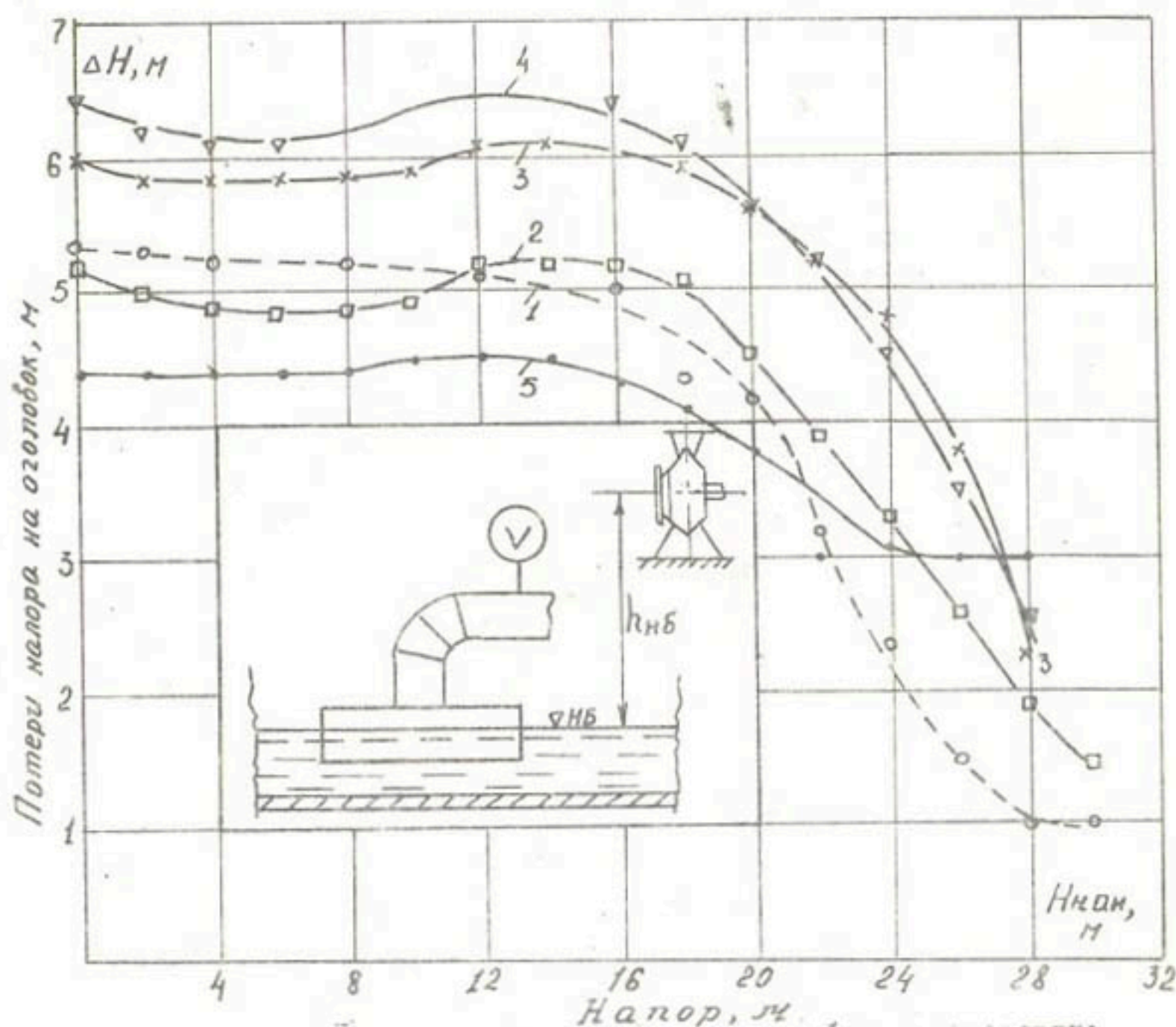


Рис. 2. Потери напора (вакуума) на водозаборные оголовки: 1 - обратный клапан с сеткой $d = 3$ мм; 2 - ГЦ с двухсторонним входом; 3 - ГЦ с торцевым входом; 4 - шаровой ГЦ; 5 - заводской обратный клапан с сеткой $d = 10$ мм.

Напорно-расходные характеристики насоса 8К-12, комплектуемого с агрегатом ДДА-100М, с электроприводом и всасывающей линией этого агрегата с серийным поплавковым клапаном и поставленными взамен его гидроциклонами (ГЦ) различной конструкции, приведены на рис.3.

Неудовлетворительная характеристика гидроциклона с односторонним тангенциальным входом (рис.1б), с диаметром цилиндрической части $D = 800$ мм (кривая 1, рис.3) объясняется тем, что поток, входя в гидроциклон, внезапно расширяется, увеличивая гидравлическое сопротивление потоку воды и соответственно потери расхода и напора. В целях уменьшения гидравлических потерь в гидроциклоне была заменена входная часть на улиточный входной патрубок с четырехсторонним вводом жидкости в циклонную камеру. В этом варианте характеристика насоса несколько улучшилась (кривая 2, рис.3), по сравнению с первой конструкцией ГЦ, несмотря на то, что диаметр цилиндрической части был уменьшен на 200 мм. Однако расход насоса оставался намного ниже в сравнении с заводским клапаном. В целях увеличения расхода насоса был разработан спаренный двухкамерный гидроциклон (рис.1в), характеристика которого представлена кривой 3 (рис.3) /3/.

Некоторое улучшение напорно-расходной характеристики насоса было достигнуто осложнением конструкции (вместо одного гидроциклона - два). Поэтому в целях упрощения конструкции гидроциклон был совмещен с водозаборным клапаном (рис.1г) /2/. Характеристика шарового гидроциклона (кривая 4, рис.3) одна из наихудших и отличается неустойчивостью вихревого потока из-за малой его интенсивности.

Для упрощения конструкции был разработан и испытан гидроциклон с двухсторонним тангенциальным входом (рис.1д), расположенным вертикально с устьем конуса вверх (кривая 5, рис.3). Усовершенствование этой конструкции привело к созданию нового гидроциклонно-водозаборного оголовка /5/, совмещающего поплавко-клапан-гидроциклон (рис.1е). Испытания трех вариантов такой конструкции (кривые 6,7,8,9, рис.3) показывают, что можно свести потери очищаемой воды до минимума (кривая 8,9).

Незначительные расхождения напорно-расходных характеристик вариантов 8,9 с гидроциклоном, с характеристикой насоса, с серийным водозаборником связаны с одной стороны с дополнительными потерями напора на предохранительной сетке, с диаметром отверстий

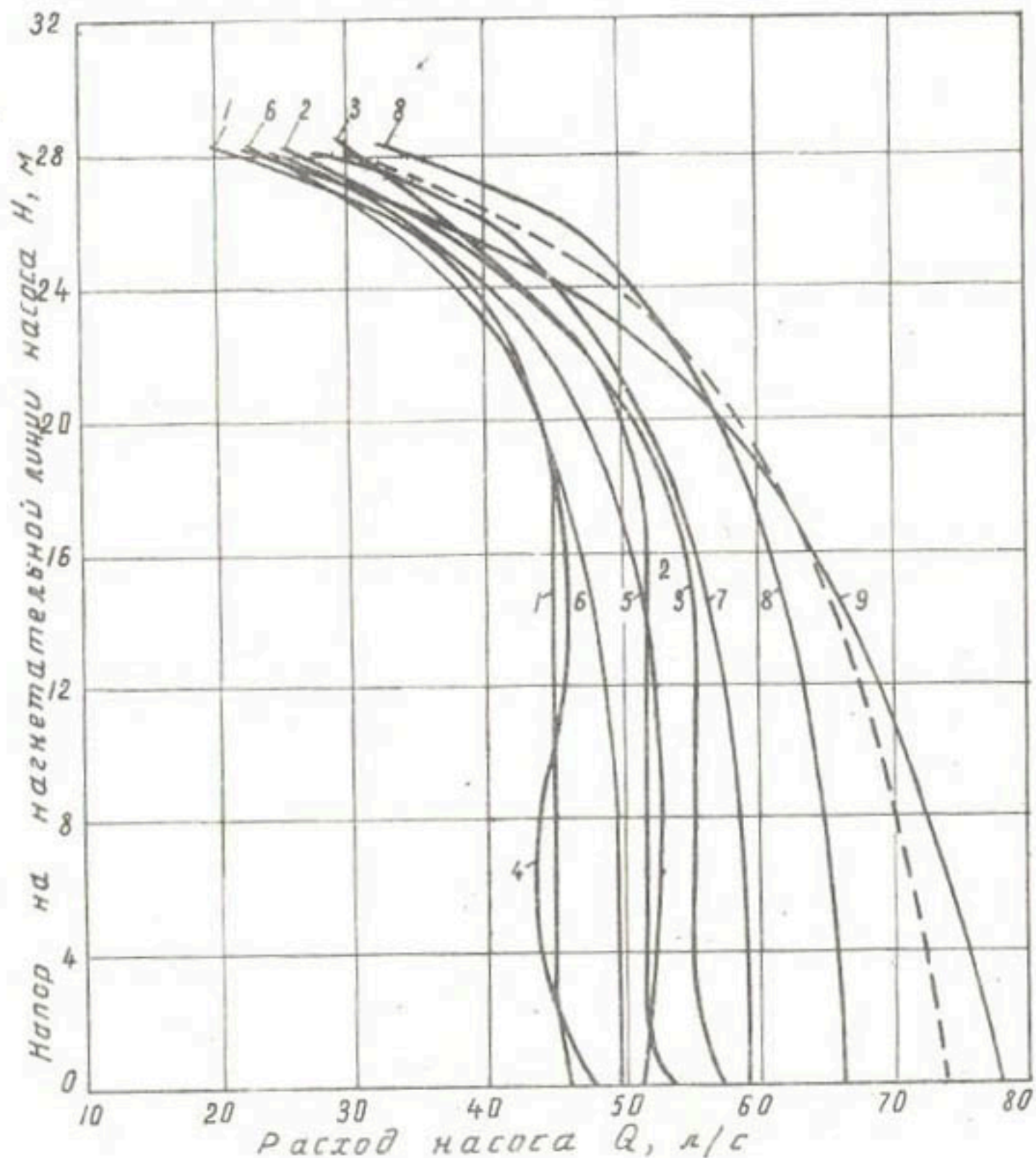


Рис. 3. Напорно-расходные характеристики насоса 8К-12 с электроприводом и всасывающей линией ДДА-100М:

- 1 - с заводским водозаборным клапаном;
- 2 - с однокамерным ГЦ; $\varnothing_{\text{ц}} = 800$ мм;
- 3 - с однокамерным ГЦ с улиточным входом, $\varnothing_{\text{ц}} = 600$ мм;
- 4 - с двухкамерным ГЦ, $\varnothing_{\text{ц}} = 600$ мм;
- 5 - с шаровым ГЦ;
- 6, 7, 8, 9 - с вертикальным расположением ГЦ с двухсторонним тангенциальным входом;
- 6, 7, 8, 9 - с вертикальным расположением ГЦ с торцевым круговым щелевым входом, с шириной щели соответственно $b_{\text{ц}} b_{\text{х}} = 20; 30; 90; 70$ мм.

10 мм на серийном водозаборном клапане (на ГЦ сетка не устанавливалась), а с другой – совмещением водозаборника с гидроциклонной камерой, что снижает потери напора в сравнении с их раздельной установкой.

Таким образом, в результате проведенных испытаний установлено, что напорно-расходная характеристика гидроциклонной насосной установки существенно зависит от конструктивных параметров ГЦ. При этом все многообразие формул для их определения относится в основном к гидроциклонам противоточным. Прямоточные аксиальные гидроциклоны в литературных источниках не рассматриваются. Между тем, разработанный КазНИИВХ гидроциклон /5/, наиболее предпочтительный и целесообразный для забора из открытого канала и очистки воды в движении, является прямоточным. Оросительная вода вводится в него торсионально, а для закрутки потока используется завихритель, и при этом отделяемые абразивные частицы и очищенная вода отсасываются по ходу движения двухфазного потока. Поэтому известные формулы для определения конструктивных параметров гидроциклонов не вполне приемлемы для расчета и нахождения оптимальных размеров устройства, расположенного вертикально с устьем конуса вверх (рис.4, расчетная схема).

Однако в первом приближении для нахождения основных параметров гидроциклонного поплавкового клапана можно исходить из известных формул, предназначенных для нахождения конструктивных параметров гидроциклонов, расположенных вертикально с песковым отверстием вниз. Так, диаметр сливного патрубка (рис.4) прямоточного гидроциклонного оголовка (d_{cl}) принимается равным диаметру трубы всасывающей линии (d_{bc}) агрегата ДДА-100МА. Тогда расчет отношений других размеров гидроциклона производится методом последовательных приближений: диаметр циклона $D_{ц} = (1,5 \dots 4,5) d_{cl}$; угол конусности циклона $\beta = 25^\circ \dots 40^\circ$; площадь входной торцевой щели у основания с учетом параметров завихрителя, обратного клапана, а также границы поверхностного разделения частиц в циклонной камере принимается равной $S_{\beta x} = (1,5 \dots 2,0) S_{cl}$ или $\delta_{щ} (2D_{ц} - h_{щ}) = (1,5 \dots 2,0) d_{cl}^2$; при нахождении размеров песковой щели у вершины усеченного конуса учитывается необходимость одновременного выхода нескольких фракций наибольшей крупности и с учетом диаметра слива d_{cl} , угла конусности циклонной камеры β .

$$\delta_n = (3 \dots 4) \delta_o, \text{ мм}, \quad (I)$$

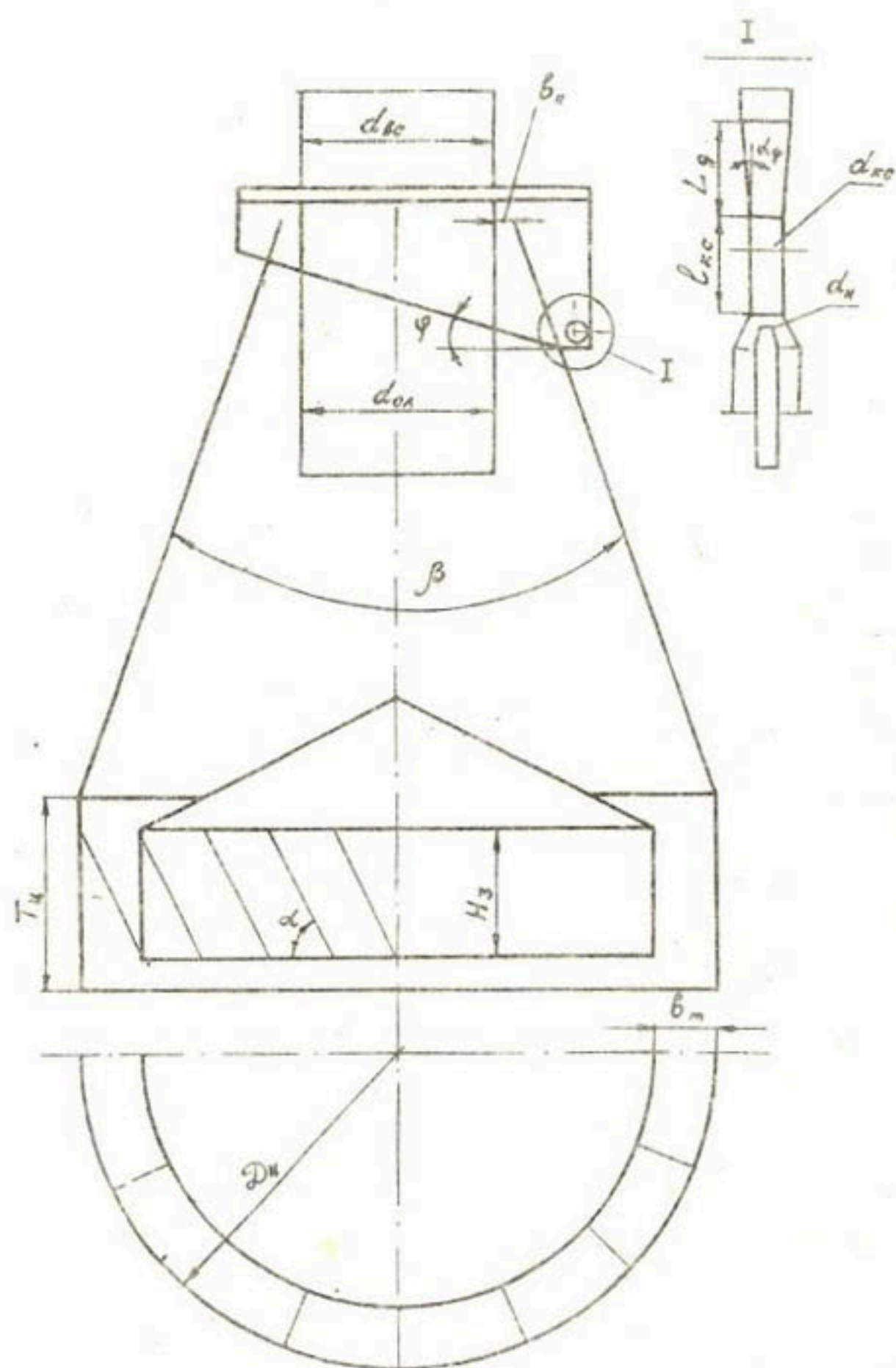


Рис. 4. Расчетная схема гидроциклона.

где δ_0 - 0,1...10 мм - диаметр улавливаемых фракций
(при $d_{сетки} = 10$ мм).

Высота усеченного конуса подбирается в зависимости от его угла конусности β , величины песковой щели δ_n и сливного патрубка $d_{сл}$.

Цилиндрическая высота циклона подбирается в зависимости от основных размеров завихрителя, устанавливаемого в ней, и диаметра сливной трубы $T_4 = (1...2) d_{сл}$. При выборе размеров грунтоборника для уловленных абразивных частиц исходят из содержания песка в оросительной воде в реальных условиях ($\rho = 0,7...13,5$ г/л); а угол наклона дна грунтоборника задается в соответствии с требуемым уклоном для скольжения насыщенного водой песка, по данным, взятым из литературных источников, и путем их уточнения на основе проведения опытов $\varphi = 30...50^\circ$.

Параметры завихрителя, устанавливаемого в цилиндрической части гидроциклонного оголовка (количество лопаток, их ширина, угол наклона), рассчитываются в зависимости от придаваемой интенсивности крутки двухфазному потоку, качества очистки и требований снижения гидравлических сопротивлений гидроциклона /7/; высота завихрителя принимается равной $H_3 = 0,57 D_4$, угол наклона лопаток $\alpha = 25^\circ...30^\circ$. Форму винтовых лопастей и их число выбирают на основе методики расчета прямоточных циклонов /8/.

Для эжекции наносов из грунтоборника применяется гидроэлеватор. Расчет гидроэлеватора сводится к нахождению следующих основных его параметров: диаметра напорного насадка d_n , длины камеры смешения $\ell_{кс}$, диаметра камеры смешения $d_{кс}$, длины диффузора L_d . При этом $d_{кс}$ гидроэлеватора принимается равным ширине песковой щели δ_n . Перечисленные основные размеры гидроэлеватора рассчитываются по известным формулам /9/.

Рассчитанные по такой методике и сконструированные различные варианты гидроциклонного устройства были испытаны с электронасосом 8К-12 в стендовых условиях. Испытания выявили как несовершенство конструкции и отдельных ее элементов, так и недостаточное совершенство методики расчета при нахождении основных параметров гидроциклонов. Вместе с тем сравнительные характеристики насоса 8К-12 с заводским клапаном агрегата ДДА-100МА и с гидроциклонами различной конструкции подтвердили и правильность выбранного направления совершенствования конструкции, и уменьшение их гидравлических сопротивлений.

Таким образом, сравнительными испытаниями установлено, что устройство для очистки воды с завихрителем при торцевом входе в оголовок (наиболее приемлемый вариант) имеет лучшие напорно-расходные характеристики, по сравнению с другими схемами исполнения гидроциклонов, и расход его составил 90...95% от номинального расхода насоса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Номенклатурно-справочная тетрадь I634 запасных частей к дождевальным установкам и насосным станциям. - М.: ЦНИИТЭИ Госкомсельхозтехники СССР, 1983. - 67 с.
2. А.с. 422867 (СССР). Поплавковое водозаборное устройство /А.И.Жангарин, Р.П.Помашев. - Оpubл. в Б.И., 1974, № 13.
3. А.с. 441970 (СССР) Гидроциклон. /А.И.Жангарин, А.А.Абдураманов, А.С.Осипов, Р.П.Помашев. - Оpubл. в Б.И., 1974, № 13.
4. Помашев Р.П. Гидроциклонные поплавковые оголовки для ДДА-100МА. - В кн.: Обводнение. Сельскохозяйственное водоснабжение. Ташкент, 1978, с.148-152.
5. А.с. 816558 (СССР). Устройство для очистки воды /Н.И.Кандрин, Н.Д.Креккер, Р.П.Помашев, А.А.Таттибаев, А.Аяпбергенов. - Оpubл. в Б.И., 1981, № 12.
6. Помашев Р.П. Гидроциклонные водозаборные устройства для очистки воды в движении из открытых каналов. - В кн.: Тез.докл.первого симпозиума. Горький, 1981, с.239-242.
7. Биргер М.И. Справочник по пыле- и золоулавливанию. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 312 с.
8. Аэродинамика закрученной струи /Под ред. Р.В.Ахмедова/ - М.: Энергия, 1977. - 240 с.
9. Соколов Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. - М.: Госэнергоиздат, 1970.

А.Г. Рау
кандидат сельскохозяйственных наук
(КазНИИВХ)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ОРОСИТЕЛЬНОЙ НОРМЫ И УРОЖАЙНОСТИ РИСА НА ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РИСОВОЙ СИСТЕМЫ

В условиях дефицита водных ресурсов в орошаемых зонах юга Казахстана, где сосредоточены густонаселенные промышленные районы с достаточными трудовыми ресурсами и климатические условия позволяют возделывать такие ценные технические и зерновые культуры как хлопок, рис, кукурузу и др., наряду с рачительным использованием поливной воды все большее значение приобретает необходимость разработки методики оценки влияния величины оросительной нормы на урожайность сельскохозяйственных культур и экономические показатели оросительных систем. Это позволит более рационально использовать и распределять поливную воду по периодам (фазам) развития растений с учетом их чувствительности к воде и перейти на экономически обоснованные режимы орошения взамен физиологически оптимальных, особенно в маловодные годы. На рисовых оросительных системах, где потребности в воде весьма значительные, задача рационального использования и распределения поливной воды по фазам развития растений риса приобретает особое значение.

Величина оросительной нормы риса зависит от многих факторов: продолжительности вегетации, климатических и почвенно-гидрогеологических условий, от планировки рисовых чеков, четкой работы оросительной и дренажно-сбросной сети, а также от технического уровня эксплуатации рисовой системы.

В условиях Казахстана на староорошаемых землях с полунинженерной рисовой системой применялся постоянный тип засоления с переменным слоем воды в течение вегетационного периода и проточностью. По технологической карте до 1965 года объем воды на создание проточности и сбросов с рисовых чеков рекомендовался до 10...15% от водоподачи, но на самом деле эти объемы значительно превышали рекомендуемые, что приводило к увеличению оросительной нормы до 60 тыс.м³/га и более против установленной проектной - 36 тыс.м³/га. В то время этот режим орошения оправдывался отсутствием требуемого количества сельскохозяйственной техники, осо-

бенно землеройных планировочных машин и орудий по предпосевной обработке и посеву. Неудовлетворительная подготовка почвы перед посевами вызвала необходимость прибегать к разбросанному способу посева риса, без заделки семян в почву. В этих условиях для прорастания семян риса на поверхности почвы требовалось поддержание слоя воды, хотя энергия прорастания и всхожесть семян при этом снижалась. Строительство инженерных рисовых систем и машинный посев риса, с заделкой семян на 1...2 см, обеспечили получение дружных всходов при проведении увлажнительных поливов, а строительство дренажа - промывной режим орошения, что позволило значительно уменьшить проточность и поверхностные сбросы с рисовых чеков и тем самым сократить оросительную норму и улучшить мелиоративное состояние орошаемых земель.

Исследованиями (1965...1984 гг.), проведенными на различных рисовых массивах Казахстана, установлено, что лучшим режимом орошения риса на незасоленных и слабозасоленных землях является укороченное затопление, на засоленных - постоянное затопление. Эти режимы орошения проверены в производственных условиях, где подтверждена их высокая эффективность. При этом оросительная норма в период освоения системы (3...5 лет) составляет 30...35 тыс.м³/га, в период эксплуатации - 19...28 тыс.м³/га.

В производственных условиях оросительные нормы значительно отличаются от расчетных (проектных) в сторону увеличения, но при этом по мере "старения" систем оросительная норма уменьшается, а урожай риса повышается.

Снижение оросительной нормы происходит как за счет уменьшения расходов воды на первоначальное насыщение почвогрунтов и фильтрацию, что связано с повышением уровня грунтовых вод и уплотнением подпахотного слоя почвы, так и за счет упорядочения водопользования на системе. За период с 1970 по 1984 гг. на рисовых системах бассейна реки Сырдарья оросительная норма (брутто) уменьшилась более чем в два раза: с 76...81 до 34...35 тыс.м³/га, а урожайность риса повысилась с 30...34 до 54...60 ц/га (табл. I).

Совершенно очевидно, что такое повышение урожая риса получено не только за счет сокращения оросительной нормы, связанной в основном с упорядочением водопользования на системе, но и за счет повышения культуры земледелия, дозы вносимых минеральных удобрений, гербицидов, повышения фондооснащенности рисосеющих хозяйств и т.д. Но тот факт, что сокращение оросительных норм до

Таблица I

Оросительные нормы и урожай риса на рисовых массивах
бассейна реки Сырдарьи

Годы	На Кзылкумском массиве			На Кзылординском массиве		
	Ороситель- ная норма (брутто) м ³ /га	Урожай, ц/га	Затраты воды, м ³ /ц	Ороск- тельная норма (брутто) м ³ /га	Урожай, ц/га	Затраты воды, м ³ /ц
1970	76200	30,4	2506	81085	35,7	2337
1971	97000	37,5	2587	78620	33,8	2326
1972	90000	41,5	2168	70740	39,0	1814
1973	87000	42,5	2047	72560	42,4	1711
1974	50000	38,1	1312	53740	41,9	1282
1975	50000	30,1	1660	37200	42,6	837
1976	58160	42,3	1370	42110	44,2	953
1977	61250	46,5	1317	43060	49,0	879
1978	51100	42,4	1205	44460	40,8	1090
1979	45000	45,0	1000	44000	42,2	1100
1980	40540	49,7	910	43630	49,4	883
1981	40630	53,4	870	45370	45,8	990
1982	36000	55,7	646	44350	47,7	930
1983	34000	58,0	585	37000	46,7	792
1984	34000	60,6	561	35000	49,5	703

определенных пределов положительно сказывается на повышении урожайности риса, неоспорим и связан, прежде всего, с сокращением проточности и сбросов воды с рисовых чеков, проведение которых сказывается на переполнении водой коллекторно-сбросных каналов и снижении их дренажного действия, в результате чего отмечается засоление и заболачивание орошаемых земель.

Сокращение оросительных норм до разумных пределов уменьшает не только забор воды из источника, но и повышает водообеспеченность орошаемых земель, позволяет высвободить резервы воды для расширения площадей посева поливных культур. Многолетними опытами по изучению режимов орошения риса и составляющих элементов оросительной нормы установлено, что оптимальная оросительная норма риса для рисосеющих районов бассейна реки Сырдарьи на сильно-

засоленных землях - 24...28 тыс.м³/га, слабозасоленных - 19...22 тыс.м³/га.

Оросительная норма в указанных пределах обеспечивает благоприятный водный, солевой и воздушный режимы почв и в комплексе с агротехническими мероприятиями максимальную (60 ц/га и более) урожайность риса. С увеличением или уменьшением оросительной нормы урожай риса снижается (рис. I).

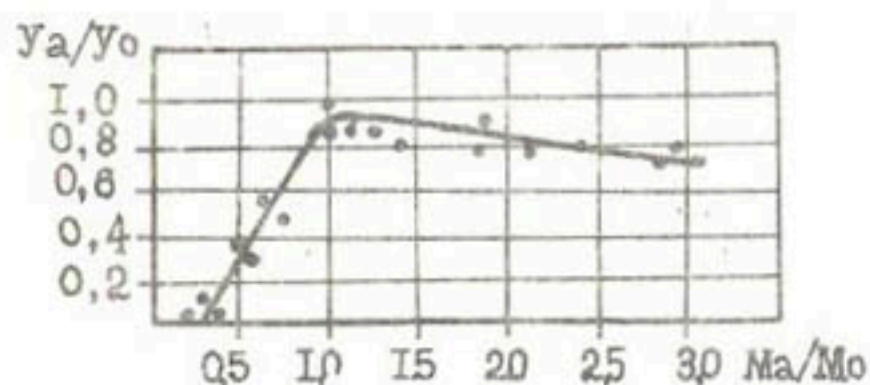


Рис. I. Аномалии оросительных норм и урожайности риса.

В первом случае снижение урожая риса вызвано заболачиванием и засолением земель, во-вторых - засорением рисовых полей сорняками и повышением минерализации воды в рисовых чеках, в результате которых отмечается изреженность всходов и нарушение обмена веществ растений риса.

Для анализа оценки влияния использования оросительной воды на прохождение фаз развития и формирования урожая использована зависимость между фактическим урожаем (Y_a) и оросительной нормой и максимально возможным (Y_o) урожаем риса на контрольном варианте при оптимальном режиме орошения нормой (M_o) с одинаковой агротехникой возделывания риса.

$$Y_a / Y_o = \prod_{i=1}^n (M_a / M_o)^{\alpha_i}, \quad (I)$$

где M_a - фактическая водоподача;
 M_o - водоподача на контрольном варианте;
 α_i - коэффициент чувствительности растений риса к воде в разные фазы вегетации;
 i - порядковый номер периода вегетации.

Обычно у риса выделяются следующие вегетационные периоды, связанные с орошением: прорастание-всходы, кущение, трубкование, цветение, молочная, восковая и полная спелость. При расчетах на одном агротехническом фонде вода принимается за основной фактор урожайности. Это предположение подтверждено полевыми исследованиями, выполненными на опытно-экспериментальном участке Кзыл-кумской рисовой системы, где в производственных условиях на рисовых чеках и в вегетационных сосудах проводились опыты по установлению оценки влияния оросительной воды на урожайность риса. Сосуд площадью 3000 см^2 являлся моделью рисового чека и устанавливался на 20 м в чек.

Исследованиями установлено, что чувствительность растений риса к воде проявляется в период развития вегетативных и генеративных органов неодинаково, и любой недополив в фазах от всходов до восковой спелости влияет на величину урожая. Только с наступлением восковой спелости прекращение подачи воды не вызывает потери урожая риса.

Опыты в вегетационных сосудах с недополивом по отдельным периодам (фазам) развития риса на 20...80% от контрольного варианта вызвали снижение урожая риса от 3,3 до 45,4 ц/га. Причем абсолютная величина снижения урожая риса зависит от периода недополива, наибольший ущерб отмечается при недополивах в фазах кущения, выметывания и цветения. Так, при недополиве в фазе кущения на 20% урожай риса уменьшился на 8,5 ц/га, а недополив на 40, 60, 80% привел к снижению урожая риса соответственно на 15,9; 27,4; 39,4 ц/га, относительно контроля - 56,9 ц/га. При недополиве в фазе выметывания-цветения на 20% урожай риса снизился на 12,2 ц/га, недополив на 40, 60, 80% вызвали снижение урожая риса соответственно на 25,7; 31,7; 45,4 ц/га. При недополивах в этих же пределах по фазам - всходы, трубкование, молочная спелость - потери соответственно составили 3,3...39,4; 7,4...28,8; 5,3...26,5 ц/га (табл.2).

Из данных полевого эксперимента следует, что чувствительность растений риса (α_i) к воде в разные фазы вегетации неодинакова и возрастает с увеличением дефицита оросительной воды. Наибольшая чувствительность растений риса к воде проявляется в фазе выметывания-цветения ($\alpha_i = 12...19$), кущения и молочной спелости ($\alpha_i = 3...6$), наименьшая - в фазах всходов, трубкования

($\alpha_i = 1 \dots 4$), возрастает с увеличением дефицита оросительной воды.

Таблица 2

Урожай риса от недополива в фазе развития растений

Фазы развития растений риса	Недополив от контроля, %	Оросительная норма, тыс. м ³ /га	Отношение, M_a/M_0	Урожай риса, ц/га	Отношение, Y_a/Y_0	Коеффициент, α_i	Загра-ты во-ды, м ³ /п
	Контроль	26,7	1,0	56,9	1,0	1,0	470
Всходы	20,0	25,0	0,94	53,6	0,94	1,09	466
	40	23,3	0,87	41,0	0,72	2,34	568
	60	21,7	0,81	29,5	0,52	3,10	736
	80	20,0	0,75	17,5	0,31	4,07	1143
Кушение	20	25,4	0,95	48,4	0,85	3,16	525
	40	24,1	0,90	29,1	0,51	6,38	828
	60	22,9	0,86	25,6	0,45	5,29	894
	80	21,6	0,81	19,0	0,33	5,26	1137
Трубкование	20	25,5	0,96	49,5	0,87	3,42	515
	40	24,4	0,91	44,6	0,78	2,63	547
	60	23,2	0,87	37,6	0,66	2,98	617
	80	22,1	0,83	28,1	0,49	3,83	786
Цветение	20	26,2	0,98	44,7	0,78	12,26	586
	40	25,7	0,96	31,2	0,55	14,67	824
	60	25,1	0,94	25,2	0,44	13,25	996
	80	24,6	0,92	11,5	0,20	19,30	2139
Молочная спелость	20	26,1	0,98	51,6	0,91	4,66	506
	40	25,6	0,96	38,4	0,67	9,82	667
	60	24,4	0,91	33,2	0,58	5,77	735
	80	23,7	0,89	30,4	0,53	5,45	780

Для определения суммарной величины потерь урожая от недополива в течение всего вегетационного периода необходимо найти сумму потерь по всем фазам развития риса с учетом недополива в отдельной фазе. Потери урожая по фазам развития и оставшуюся величину урожая после прохождения фазы можно рассчитать по следующей зависимости:

$$R_i = S_i Y_{i-1}, \quad Y_i = Y_{i-1} - R_i, \quad (2)$$

Таблица 3

Потери урожая риса по фазам развития и оставшийся урожай после прохождения фаз от недополива

Недопо- лив в % от конт- роля	Ф а з ы														
	Всходы			Кушение			Трубкавание			Цветение			Молочная спелость		
	S ₁	R ₁	Y ₁	S ₂	R ₂	Y ₂	S ₃	R ₃	Y ₃	S ₄	R ₄	Y ₄	S ₅	R ₅	Y ₅
Контроль	-	-	56,9	-	-	56,9	-	-	56,9	-	-	56,9	-	-	56,9
20	5,8	3,3	53,6	14,9	8,0	45,6	13,0	5,9	39,7	21,4	8,5	31,2	9,6	3,0	28,2
40	28,0	15,9	41,0	48,8	20,0	21,0	21,6	4,5	16,5	45,2	7,5	9,0	32,5	2,9	6,1
60	48,0	27,3	29,6	55,0	16,3	13,3	33,9	4,5	8,8	55,7	4,9	3,9	41,6	1,6	2,3
80	69,0	39,3	17,6	66,0	11,6	5,0	50,6	2,5	2,5	79,8	2,0	0,5	44,6	0,2	0,3

где S_i - потери урожая в процентах от недополива при прохождении фазы;
 Y_{i-1} - величина урожая, когда недополив на рассматриваемой и последующих фазах отсутствует;
 Y_i - величина оставшегося урожая после прохождения фазы.

Данные расчета по зависимости (2) представлены в таблице 3, из которой следует, что при постоянном недополиве на 20% урожай риса снижается на 28,7 ц/га. Потери урожая по фазам (периодам) развития растений составляют: всходы - 3,3 ц/га; кушение - 8,0; трубкование - 5,9; выметывание-цветение - 8,5; молочная спелость - 3,0 ц/га.

При постоянном недополиве на 80% величина урожая равна 0,3 ц/га. Потери урожая по фазам развития растений риса составляют: всходы - 39,3 ц/га; кушение - 11,6 ц/га; трубкование - 2,5 ц/га; выметывание и цветение - 2,0 ц/га, молочная спелость - 0,2 ц/га (табл.3).

Потери урожая риса от недополива после прохождения фаз в % от контроля представлены в таблице 4, из которой также следует, что при постоянных недополивах на 20...80% потери урожая после прохождения фаз составляют: всходы - 5,8...69,0%, кушение - 20,0...91,0, трубкование - 30,0...96,0%, выметывание-цветение - 45,8...99,5%, молочная спелость - 50...99,5% относительно контрольного варианта.

Таблица 4

Потери урожая риса после прохождения фаз при недополивах, %

Недополив в % от контроля	Ороси- тельная норма, тыс. м ³ /га	Потери урожая после прохождения фаз в % от контроля					Урожай риса в конце вегета- ции, ц/га
		всход	куше- ние	трубка- вание	цвете- ние	молочная спелость	
Контроль	26,7	-	-	-	-	-	56,9
20	21,36	5,8	20,0	30,0	45,2	50,8	28,07
40	16,02	28,0	63,0	71,0	85,0	87,2	6,01
60	10,68	48,0	77,0	85,0	93,0	96,3	2,24
80	5,34	69,0	91,0	96,0	99,1	99,5	0,30

Расчеты по зависимости (2) позволяют определить все возможные потери, связанные с недополивом в различные периоды вегетации. По данным расчетов построены кривые потерь урожая по фазам развития риса от обеспеченности орошением. Величина потерь от недополива после прохождения фаз есть площадь фигуры, ограниченной указанными кривыми и осями координат (рис. 2). С увеличением площади фигуры потери от недополива возрастают. Выполнив такие расчеты для рисовых систем с различной обеспеченностью орошением, можно установить величину потерь урожая от водообеспеченности.

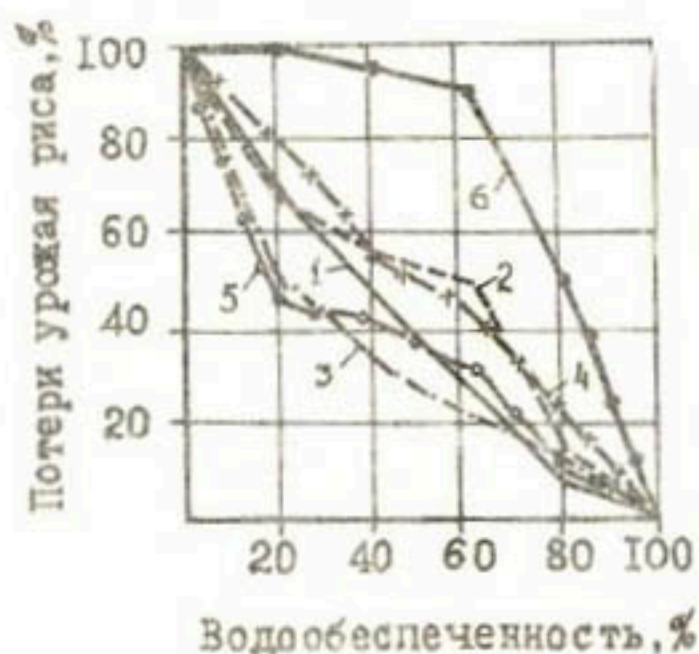


Рис. 2. Потери урожая риса от обеспеченности оросительной нормой по фазам вегетации:
1 — всходы, 2 — кущение, 3 — трубкование, 4 — выметывание и цветение, 5 — молочная спелость, 6 — в течение всего вегетационного периода.

Вместе с вегетационными опытами по изучению потерь урожая от недополива по фазам развития растений риса проводились и полевые опыты в рисовых чеках с недополивом в течение всего поливного периода. Данные по потерям урожая риса в полевых опытах и вегетационных, вычисленные по зависимости (2), представлены в таблице 5.

Таблица 5

Потери урожая при постоянном
недополив

Варианты с недополивами	Полевые опыты		Вегетационные опыты		Разница в урожаях риса полевых опытов и вегетационных по зависимости (2) ц/га
	Оросительная норма, тыс. $\text{м}^3/\text{га}$	Урожай риса, ц/га	Оросительная норма, тыс. $\text{м}^3/\text{га}$	Урожай риса, рассчитанный по зависимости (2), ц/га	
Контроль	25,2	54,8	26,7	56,9	2,1
постоянные недополив на:					
20%	20,16	27,4	21,36	28,07	0,67
40%	15,12	6,03	16,02	6,01	0,02
60%	10,08	2,34	10,68	2,24	0,10
80%	5,04	0,35	5,34	0,30	0,05

Разница в урожаях риса между полевыми опытами и вегетационными не превышает 4%, что свидетельствует о надежности методики расчета урожая риса от величины оросительной нормы по зависимости (2). Результаты исследования (таблицы I...5) показывают, что как излишний забор воды из источника на орошение, так и недополив существенно сказываются на величине урожая риса. Так, например, увеличение оросительной нормы в полтора раза вызывает снижение урожая риса на 20%, уменьшение оросительной нормы на 50% (недополив) снижает урожай на 80% против контрольного варианта, где рис возделывался при оптимальном орошении с забором требуемого количества воды (рис.3).

Степень влияния недополива и избыточных поливов на урожай риса выражается функциональной зависимостью степенного вида:

$$Y = A \Delta M^B,$$

где B - коэффициент регрессии;
 ΔM - величина недополива или избыточный полив, в % от установленной оросительной нормы.

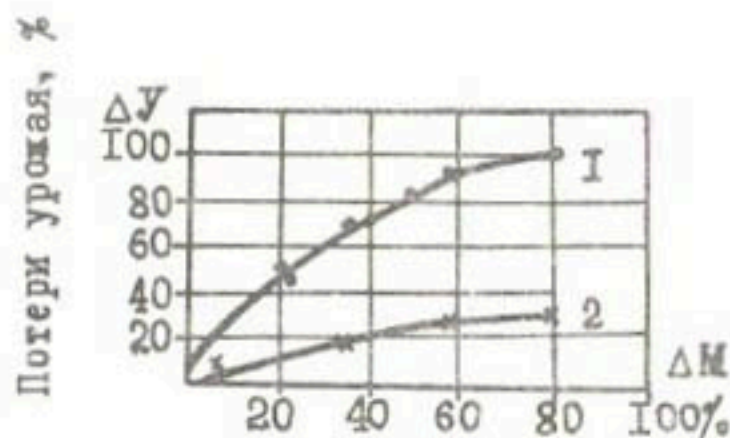


Рис. 3. Потери урожая риса от недополива (1) и избыточных поливов (2) относительно контрольного физиологически оптимального варианта.

Для условий недополива $Y = 0,0031 \Delta M^{2,94}$, для условий избыточных поливов $Y = 0,0011 \Delta M^{3,25}$. Коэффициенты корреляций уравнений равны 0,94...0,99, что свидетельствует о тесной связи урожая риса от величины оросительной нормы. Поэтому одним из основных условий, обеспечивающих получение высоких урожаев риса, является соблюдение правильного водного режима на рисовом поле с забором требуемого количества воды.

Расчеты по зависимостям (2,3) позволяют определить не только ущерб от недополива или избыточных поливов, но и установить экономические критерии, основанные на прогнозируемой потере чистого дохода с единицы площади в результате обеспеченности орошением. В зависимости от рассчитанного экономического критерия определяется экономически оптимальный вариант использования поливной воды на рисовой системе.

На основе экспериментальных данных количественной связи между урожаем риса и величиной оросительной нормы, себестоимостью продукции и капитальными затратами на строительство системы вычислены приведенные затраты на один центнер риса. В качестве критерия оценки принят минимум приведенных затрат:

$$\varepsilon_{np} = \frac{E \cdot K_i + C_i Y_i + (M_i - M_0) Y_0}{Y_i} \longrightarrow \min, \quad (3)$$

где E – нормативный коэффициент, равный 0,16;
 K_i – капитальные затраты по сравниваемым вариантам, руб/га;
 C_i, Y_i, M_i – себестоимость центнера риса, урожай риса, оросительная норма по сравниваемым вариантам;
 Y_0 – двойственная оценка по прибыли для водных ресурсов на рисовых системах.

Расчеты по зависимости (3) показывают, что минимум приведенных затрат по системе достигается при величине оросительной нормы 24,7 тыс.м³/га с расходом воды по периодам: прорастание-всходы – 5,04; кущение – 5,12; трубкование – 4,6; выметывание-цветение – 2,6; молочная и полная спелость – 3,04 тыс.м³/га. Расчетное значение оросительной нормы отличается от опытной на 12% в сторону уменьшения (рис.4).

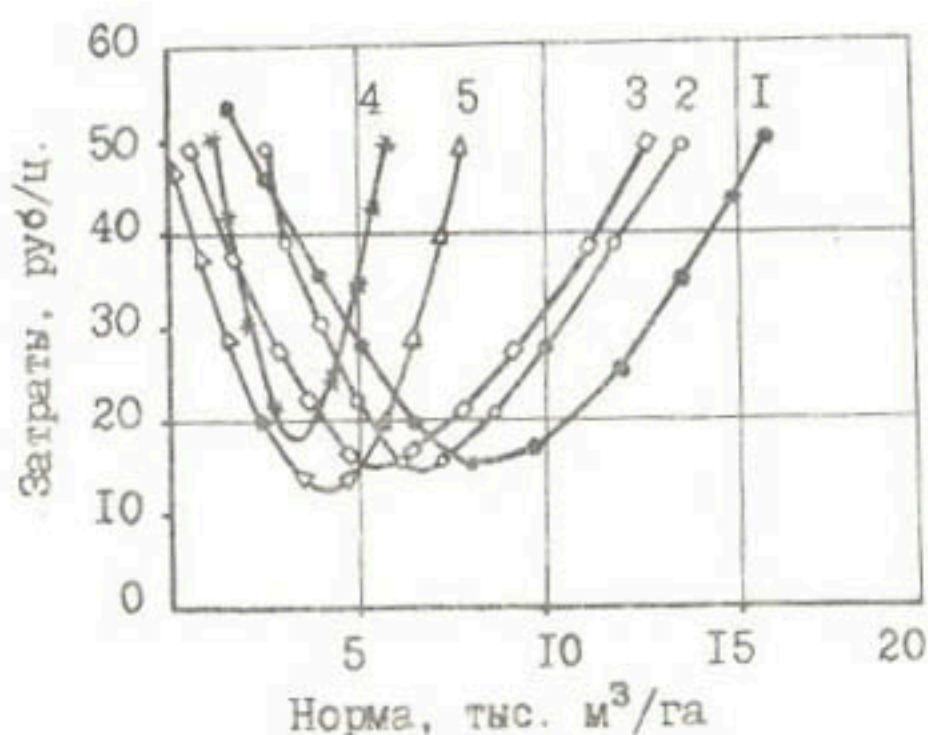


Рис. 4. Приведенные затраты на строительство системы при недополивах по фазам вегетации:
 1 – всходы; 2 – кущение; 3 – трубкование;
 4 – выметывание-цветение; 5 – молочная спелость.

Влияние величины оросительной нормы на экономические показатели рисовой системы по периодам вегетации составляет: всходы - 210, кущение - 170, трубкование - 130, цветение - 200, молочная спелость - 80 руб/га, - при урожайности риса 55,7 ц/га. С увеличением или уменьшением оросительной нормы экономическая эффективность рисовой системы снижается.

Предлагаемая методика не учитывает потери урожая риса в результате несвоевременного проведения весенних полевых работ, несоблюдения агротехнических приемов возделывания риса, но дает оценку влияния величины оросительной нормы на величину урожая и экономические показатели рисовой системы, во водообеспеченности, по которой можно определить максимальную прибыль с системы при минимальных затратах водных ресурсов и капиталовложений.

А.Е. Михель
инженер
(КазНИИВХ)

ОПТИМИЗАЦИЯ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА РИСОВЫХ СИСТЕМАХ КАЗАХСТАНА

На современном этапе развития экономики возрастает значение совершенствования системы планирования и управления отраслями народного хозяйства. Оптимальное развитие социалистической экономики предполагает построение и реализацию планов и программ развития отраслей и отдельных предприятий, оптимальных, с точки зрения народохозяйственных целей. В постановлении октябрьского (1984 г.) Пленума ЦК КПСС "О долгосрочной программе мелиорации, повышении эффективности использования мелиорированных земель в целях устойчивого наращивания продовольственного фонда страны" говорится, что необходимо "осуществить систему мероприятий по экономному расходованию воды на орошение, ... повысить научную обоснованность регионального перераспределения и рационального использования водных ресурсов..." /1/.

В нашей стране накоплен значительный опыт применения экономико-математических методов в рациональном планировании водохозяйственных комплексов (ВХК). На первом порах применения оптимизационных методов при моделировании экономического развития ВХК в основном использовалась единая глобальная модель с применением

укрупненных показателей. Такой подход не получил широкого практического применения не только по причине большой размерности моделируемых ВХК, но и за невозможность наиболее полной формализации и учета всех особенностей развития реальной системы с помощью одной модели.

На дальнейших этапах развития экономико-математических методов все более широкое практическое применение получает метод системного анализа, использование которого позволяет получить общий народнохозяйственный эффект, содержащий результат как промежуточных, так и конечных этапов производственного процесса ВХК.

Комплексная система моделей развития ВХК характеризуется большей гибкостью и адаптируемостью в сравнении с жесткостью единой модели. Она дает возможность оперировать отдельными моделями с подробным анализом всех составляющих факторов, не изменяя всей системы моделей. Кроме того, комплексная система моделей позволяет лучше контролировать внутренние связи водохозяйственного объекта, понять механизм функционирования каждого из них и ВХК в целом.

В настоящее время наметились общие черты разработки комплексной системы моделей и системы их согласования для различных уровней иерархии ВХК /2,3,4,5,6/.

Каждому этапу планирования и развития ВХК соответствует определенный круг вопросов, требующих исследования, причем схема исследований должна быть многостадийной в соответствии с уровнем иерархии рассматриваемых задач, так как на пути разработки модели всего ВХК возникает немало существенных методических информационных и других специфических трудностей. Нами в настоящей работе ставится более узкая, конкретная задача на низшем уровне иерархии - оптимизация распределения водных ресурсов между отдельными хозяйственными единицами на примере Кзылкумского рисового массива при заданных экономических характеристиках использования водных ресурсов.

Под оптимальным распределением воды в данной задаче нами подразумеваются способы своевременного обеспечения потребителей необходимым количеством воды на определенной территории орошаемых земель с получением максимального дополнительного дохода.

При дефиците водных ресурсов распределение воды осуществляется так, чтобы получить максимальную чистую прибыль с обязательным выполнением государственного плана по основным видам сельскохозяйственной продукции в хозяйствах, обслуживаемых единой оросительной системой. К основным способам распределения воды, практикуемых в настоящее время на оросительных системах, мы относим следующие:

- постоянная подача необходимого объема воды для орошения сельскохозяйственных культур в течение всего вегетационного периода при достаточном количестве водных ресурсов;

- пропорциональное сокращение оросительной нормы по всем сельскохозяйственным культурам в течение всего вегетационного периода при дефиците водных ресурсов;

- постоянная подача необходимого объема воды для орошения основных сельскохозяйственных культур в течение всего вегетационного периода и подача остатков водных ресурсов, если они имеются, на прочие культуры;

- дифференцированная подача оросительной воды при общем ее дефиците с учетом возделываемых культур и фаз их развития.

С помощью экономико-математической модели, учитывая вышеизложенные нами способы, предполагается разработать гибкий план оперативного водораспределения на Кзылкумском орошаемом массиве при имеющихся и постоянно уточняющихся данных исходной информации.

Математическая формулировка задачи оптимизации водораспределения на рисовых системах выражает нахождение максимума дополнительного чистого дохода от разработанных мероприятий.

$$F = \rho_e \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij\kappa}^{(l)} X_{ij\kappa}^{(l)} \rightarrow \max, \quad (I)$$

где

$X_{ij\kappa}^{(l)}$ - искомые показатели плана использования оросительной системы: площадь под i -ой культурой либо севооборотом при j -ом варианте орошения; поголовье i_1 -ого вида скота при j_1 -ом варианте кормления; i_{11} -ое направление капиталовложений при j_{11} -ом варианте их использования в κ -ом хозяйстве в случае l -ого исхода увлажнения;

$C_{ijk}^{(l)}$ - чистый доход в расчете на 1 га в l -ый исход увлажнения в k -ом хозяйстве по i -ой культуре при j -ом способе орошения; по i_1 -ому виду скота при j_1 -ом варианте кормления; при i_2 -ом направлении капиталовложений и j_2 -ом варианте их использования.

При этом для решения общей функции нами определяются виды и количественный состав ограничений для полной характеристики оросительной системы, причем сами ограничения для этой системы являются переменными величинами и также подлежат оптимизации.

К основным ограничениям мы относим:

1. Равенство посевных площадей при разных исходах естественного увлажнения:

$$\sum_k X_{ijk}^{(1)} = \sum_k X_{ijk}^{(2)} = \sum_k X_{ijk}^{(3)} \leq S, \quad k=1,2,\dots,K, \quad (2)$$

где S - площадь ирригационно подготовленных земель во всех хозяйствах k .

2. Выдерживание некоторых необходимых сочетаний агротехнического характера в виде севооборотов:

$$\alpha_1 S_k \leq S_{ijk} \leq \alpha_2 S_k, \quad (3)$$

где α - доля культур в севообороте.

3. Использование имеющихся водных ресурсов ($Q^{(l)}$), которые являются величиной переменной и зависят как от природно-климатических условий, так и от капиталовложений на реконструкцию и расширение ирригационно подготовленных земель.

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \{g_{ijk}^{(l)} X_{ijk}^{(l)} - w_p^{(l)}\} \leq \lambda Q^{(l)}, \quad (4)$$

где λ - коэффициент полезного действия системы, изменяющийся от 0 до 1;

$g_{ijk}^{(l)}$ - нормативы затрат воды на орошение и на прочие отрасли;

$w_p^{(l)}$ - количество повторно используемой воды.

4. Обеспечение выполнения планового задания для данного хозяйства по v -ому виду продукции:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ijk}^{(l)} X_{ijk}^{(l)} \geq B_v, \quad (5)$$

где $Q_{ijkv}^{(e)}$ - выход v -вида продукции с единицы площади, занятой i -ой культурой при j -ом варианте орошения, или с i_1 -ого вида скота при j_1 -ом варианте кормления в k -ом хозяйстве;
 B_v - плановый показатель выпуска v -ого вида продукции.

5. Баланс кормовых ресурсов:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{m_1} \sum_{j=1}^{n_1} Q_{ijkv}^{(e)} X_{ijkv}^{(e)} - \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{m_2} \sum_{j=1}^{n_2} Z_{ijkv} X_{ijkv} \geq 0, \quad (6)$$

где Z_{ijkv} - нормы потребления v -ого вида продукции i_1 -ым видом скота при j_1 -ом варианте кормления.

6. Использование трудовых ресурсов, необходимых для производства заданной продукции в хозяйствах:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \tau_{ijv}^{(e)} X_{ijv}^{(e)} \leq T_k + \Delta T_k, \quad (7)$$

где $\tau_{ijv}^{(e)}$ - затраты труда для возделывания i -ой культуры при j -ом варианте орошения или выращивания i_1 -ого вида скота, при j_1 -ом варианте кормления в рассматриваемом хозяйстве для получения v -ого вида продукции;

T_k - фактическое наличие трудовых ресурсов в k -ом хозяйстве;

ΔT_k - недостаток трудовых ресурсов для получения большего экономического эффекта в k -ом хозяйстве.

7. Неотрицательность рассматриваемых переменных:

$$X_{ijk}^{(e)} \geq 0. \quad (8)$$

Удельный чистый доход (ЧД) на единицу растениеводческой продукции определяют как разность их закупочной стоимости и приведенными затратами.

$$\text{ЧД} = C_v^{\text{зак}} - \left(\frac{E_n K_{ijk} + C_{ijkv}^{\text{изг}(e)}}{A_{kv}^{(e)}} \right), \quad (9)$$

где $C_v^{\text{зак}}$ - закупочная стоимость возделываемой продукции;

E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных затрат;

K_{ijk} - капитальные затраты при возделывании i -ой культуры, при j -ом варианте орошения или выращивании i_1 -ого вида скота, при j_1 -ом варианте кормления в k -ом хозяйстве;

- $C_{ijkv}^{изг(e)}$ - годовые издержки при возделывании i -ой культуры, при j -ом варианте орошения или выращивании i -ого вида скота, при j -ом варианте кормления в k -ом хозяйстве с получением v -ого вида продукции;
- $A_{kv}^{(e)}$ - валовый выход v -ого вида сельскохозяйственной продукции в k -ом хозяйстве при l -ом исходе увлажнения.

Задача решается в модели с таблично-матричной схемой, которая имеет несколько подблоков, характеризующих семь хозяйств, обслуживаемых первой очередью Кылкумского магистрального канала, и имеет более 200 переменных.

Предлагаемая модель в данной постановке дает возможность решать наиболее важные стратегические вопросы оптимизации водораспределения на рисовых массивах Казахстана, где специализированные рисоводческие хозяйства расположены совместно с животноводческими хозяйствами. При этом определяются оптимальные соотношения культур в орошаемом земледелии, структура отраслей в хозяйствах и мероприятия по рациональному использованию водных ресурсов как между хозяйствами на массиве в целом, так и внутри хозяйств между выращиваемыми сельскохозяйственными культурами с учетом специфических условий рисовых систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы Пленума Центрального Комитета КПСС, 23 октября 1984 г. - М.: Политиздат, 1984. - 64 с.
2. Математические методы в планировании отраслей и предприятий: Учеб. пособие для экон. вузов и фак. / Под ред. Попова И.Г. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Экономика, 1981. - 336 с.
3. Воропаев Г.В., Исмайылов Г.Х., Федоров В.М. Моделирование водохозяйственных систем аридной зоны СССР. - М.: Наука, 1984. - 312 с.
4. Пряжинская В.Г., Хранович И.Л. Система оптимизационных моделей развития водного хозяйства региона. - Вод. ресурсы, 1979, № 3; с. 20-27.

5. Б у с а л а е в И.В. Сложные водохозяйственные системы (методы гидрологического обоснования; моделирования и оптимизации решений). - Алма-Ата: "Наука" КазССР, 1980. - 232 с.
6. Д у х о в н ы й В.А. Водохозяйственный комплекс в зоне орошения. Формирование, развитие. М.: "Колос", 1984. - 255 с.

А.Г.Бегалиев
кандидат технических наук
и А.Б.Караубаев
инженер
(КазНИИВХ)

ПРОГРАММИРОВАННОЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЕ РИСА НА МЕЛИОРАТИВНЫХ ЗЕМЛЯХ АҚДАЛИНСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ

Октябрьский (1984 г.) Пленум ЦК КПСС признал необходимым завершить освоение Акдалинского массива, создать в этом ареале рисосеяния Казахстана гарантированный продовольственный фонд.

В настоящее время несоблюдение агротехнических требований к технологиям возделывания риса и сопутствующих культур, неупорядоченное водопользование на массиве, отсутствие должного внимания к пищевому режиму рисовых чеков, мелиоративному состоянию земель (массив, помимо резко-континентального климата, особенно проявляемого в начальный период вегетации культур, характеризуется пестротой почвенно-гидрогеологических условий) и т.д. привело к низкой отдаче поливного гектара: средняя урожайность риса по совхозам района в последние годы не превышает 3,0...3,2 т/га. Хозяйства массива из-за этого испытывают длительную нерентабельность основного направления - растениеводства.

В 1980...1984 гг. сектором мелиоративных исследований АКО КазНИИВХ на Акдалинском массиве проводились комплексные исследо-

вания по разработке основ программированной технологии возделывания риса на мелиоративно неблагополученных землях с участием группы климатологов института географии АН Казахской ССР. По вариантам опытов на рисовых картах велись наблюдения за составляющими балансов водной, солевой, тепловой и пищевой среды обитания культур рисового поля. Обоснование уровня программируемого урожая при этом принимали исходя из двух категорий, каждая из которых имеет самостоятельную обусловленность для конкретного года.

Потенциальный урожай (ПУ). Формируется в идеальных метеорологических условиях, продукционный процесс имеет высокий к.п.д., который определяется достаточным приходом фотосинтетически активной радиации (ФАР), высоким агрофоном, агротехникой, биологическими свойствами сорта и др.

$$Y_{пу} = 10 \eta \alpha \frac{\sum Q}{g}, \quad (1)$$

где $Y_{пу}$ - потенциальный урожай, т/га;
 η - к.п.д. ФАР, %;
 $\sum Q$ - суммарный за вегетационный период ФАР, ккал/см²;
 α - отношение основной продукции к побочной, %;
 g - калорийность урожая, ккал/т.

Действительно-возможный урожай (ДВУ). Рассчитывали по формуле:

$$Y_{дву} = \frac{\alpha}{1000} \Phi П, \quad (2)$$

где $Y_{дву}$ - действительно возможный урожай, т/га;
 α - выход хозяйственно-ценного урожая на одну тысячу единиц ФП;
 $\Phi П$ - фотосинтетический потенциал зеленых листьев.

При значительном физическом испарении с поверхности почвы

$$Y_{дву} = \frac{E}{E_0} Y_{пу}, \quad (3)$$

где E - эвапотранспирация культуры, мм;
 E_0 - испаряемость, мм.

$$E_0 = 10 B \sum \frac{R}{L}, \quad (4)$$

где B – коэффициент 0,7...1,0;
 R – радиационный баланс, ккал/см² сезон;
 L – скрытая теплота испарения, ккал/г.

Значения прогнозных тепловых характеристик метеорологических условий ($\eta, \Sigma Q, \Phi P, E, E_o, R, L$ и др.) по этапам органогенеза, необходимых для расчетов двух уровней урожая, рассчитывали по связям между прогнозной температурой и влажностью воздуха /1/.

Необходимую под запрограммированный урожай дозу удобрений для создания оптимального пищевого режима на рисовом поле рассчитывали по фактическим данным почвогрунтов, удобрений, коэффициентов (рис.1) с использованием формулы Шатилова И.С. /2/:

$$D = \frac{A Y_{ny} - r u}{c} O, \quad (5)$$

где D – искомая доза минеральных удобрений, т/га, д.в.;
 A – вынос одной тонной урожая питательных веществ, т/га, д.в.;
 Y_{ny} – запрограммированный урожай, т/га;
 r – коэффициент допустимости содержания в почве питательных веществ, %;
 u – исходное содержание в почве подвижных форм питательных веществ, т/га;
 c – коэффициент использования питательных веществ из удобрений, %;
 O – итоговый корректирующий коэффициент, %.

Все коэффициенты в формуле (5) принимали по справочнику Кармова М.К. /3/ исходя из условий опытных рисовых карт Акдалинского массива. Во все годы исследований удобрения на чеки вносили в два приема: до посева – около 2/3 от общего количества и в фенофазу кущения риса – остальную часть (табл.1).

Регулирование тепло-солевого режима воды в рисовых чеках и почво-грунтах проводили изменяя режим орошения, который испытывали в трех вариантах.

Режим орошения риса по рекомендациям КазНИИВХ (I варианта).
 Процессы. Первоначальное затопление; выдерживание слоя воды в 5...8 см в течение 2...5 дней; после появления всходов слой 5...10 см до кущения; перерыв на подкормку и далее 15...20 см до восковой спелости. Этот режим орошения риса на засоленных зем-

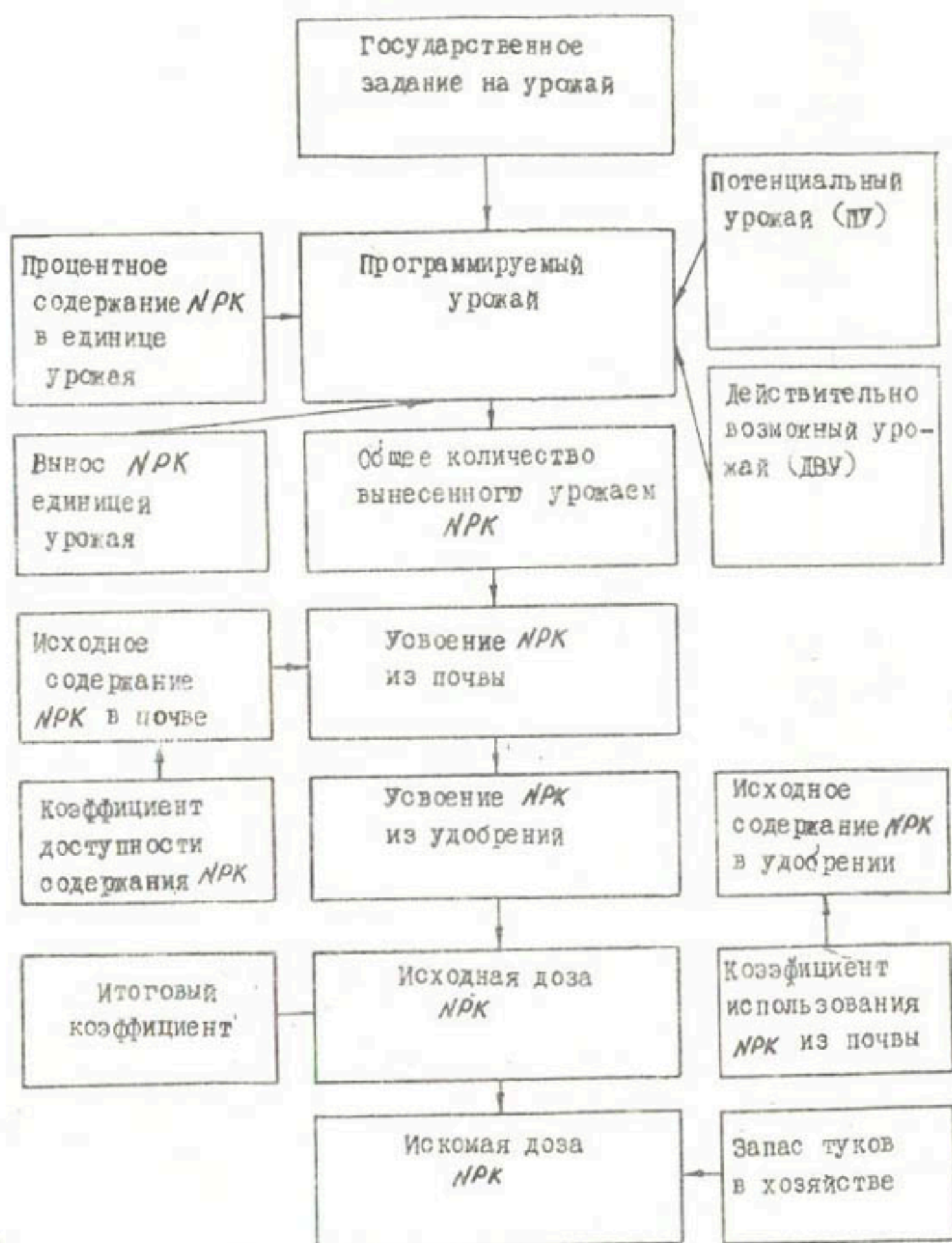


Рис. I. Блок-схема алгоритма расчета потребности в удобрениях под программируемый урожай.

Таблица I

Доза минеральных удобрений, внесенных под запрограммированные урожаи риса. Акдалинский массив, 1980...1984 гг.

Показатели	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
<u>Тасмурунская часть Акдалинского массива. Опытная карта КО-19, чек 2, 26.IV.80 г. Рис I года (незасоленные земли)</u>			
$U_{ny} = 4,5$ т/га, $U_{дву} = 4,1$ т/га, $U_{ф} = 4,3$ т/га			
Доза удобрений под ПУ, т/га	0,121	0,085	0,184
<u>6.V.81 г. Рис II года</u>			
$U_{ny} = 5,2$ т/га, $U_{дву} = 4,8$ т/га, $U_{ф} = 5,1$ т/га			
Доза удобрений под ПУ, т/га	0,136	0,097	0,169
<u>7.V.82 г. Рис III года</u>			
$U_{ny} = 5,0$ т/га, $U_{дву} = 4,7$ т/га, $U_{ф} = 4,8$ т/га			
Доза удобрений под ПУ, т/га	0,149	0,102	0,170
<u>Совхоз 50 лет Октября. Опытная карта КО-9, чек I 8.V.83 г. Рис II года (среднезасоленные земли)</u>			
$U_{ny} = 3,5$ т/га, $U_{дву} = 3,1$ т/га, $U_{ф} = 3,2$ т/га			
Доза удобрений под ПУ, т/га	0,095	0,065	0,136
<u>Опытная карта КО-I, Рх-П-4, чек 9^б. 22.V.84 г. Рис II года (среднезасоленные земли)</u>			
$U_{ny} = 5,5$ т/га, $U_{дву} = 4,9$ т/га, $U_{ф} = 5,3$ т/га			
Доза удобрений под ПУ, т/га	0,206	0,206	-

лях применяли при периодическом наполнении и опорожнении чеков для ускорения процессов рассоления в корнеобитаемом слое в начальный период вегетации. По нашим данным, его также можно применять на засоленных землях массива без сбросов воды, если фильтрационная способность чека составляет не менее 10...15 мм/сут. Т.е. нисходящим током воды вытесняются растворимые соли, поддерживает-

ся необходимый дренирующий эффект для оптимального водопотребления риса.

Характерной особенностью условий Акдалинского массива является резкоконтинентальный климат, явно выраженный в начальный период вегетации риса, с большими амплитудами колебаний температуры, влажности воздуха, прямой и поглощенной радиации в течение суток, пентад, декад. Необходимый же оптимум температуры воды для риса в первые два этапа органогенеза должен быть не менее 18...20°C. Поэтому руководители хозяйств района в постоянном затруднении по выбору оптимальных сроков сева. Раньше посеят и затопят рисовые чеки – изреженные всходы получат, запоздадут – рис может осенью под заморозки попасть. Из анализа посевных компаний предыдущих лет наиболее оптимальными являются сроки 8...15 мая. При этом в каждом конкретном году необходимо срок сева определять исходя из краткосрочных и долгосрочных метеорологических условий района.

Результатами наших исследований на Каратальской рисовой системе доказана необходимость изменения слоя в чеках в зависимости от меняющейся температуры воздуха в начальный период вегетации риса /4/. Этот режим орошения с некоторыми изменениями применяли на Акдалинском массиве (II вариант – режим орошения по рекомендации сектора мелиоративных исследований АКО КазНИИВХ). Как показали замеры на опытных чеках, назначение переменного слоя от 17 до 26 см в первом этапе органогенеза, против постоянного в 5...8 см, привело к уменьшению суточной амплитуды колебания температуры воды, а ее среднесуточные значения были выше на 1,5...2,4°C, чем при меньшем слое /5/.

Сравнение двух вариантов режима орошения риса проводили с фактическим режимом орошения (III варианта), который выполнял поливальщик. Дренажно-сбросная сеть на опытных участках за годы исследований поддерживалась в безподпорном режиме. В качестве показателей, отражающих рост и развитие риса, принимали изменения в фенологических и фитометрических характеристиках по вариантам режимов орошения, сравнение которых проводили на модели агроценоза по Россу Д.К. /6/.

$$\frac{dM_j}{dt} = K_{\varphi} \Phi_j - K_p P_j - P_j + (A_{ji} - A_{ij}) + (A_{ji} - A_{ij}) , \quad (6)$$

Таблица 2

Прогнозные и фактические данные к уравнению роста по Россу В.К.

(Акдалинский массив. Ороситель Рх-I-I-3. КО-9, чек 2.1983 г.

Вариант П. Числитель - расчетное значение, знаменатель - фактическое)

Наименование параметра	Затопление - набухание	Всходы 3 лист	Кушение (4-5 лист)	Трубка - ние (8-12 лист)	Выметывание - цвение	Молочная спелость	Восковая спелость	Полная спелость
Высота риса, см	0 0	6 5	42 36	63 54	75 67	92 88	95 91	101 93
Площадь листовой поверхности, см ²	0 0	26 17	58 53	65 57	100 97	95 80	70 64	65 60
Вес сухой биомассы, г	0,2 -	0,9 -	12,8 12,5	17,3 15,0	34,5 32,5	59,3 54,0	50,0 46,3	48,9 40,2
Корней, г	- -	0,3 -	4,0 4,0	4,0 4,0	12,0 10,2	19,5 14,9	16,9 13,7	9,8 6,3
Листьев, г	- -	0,6 -	8,8 8,5	13,3 11,0	17,5 16,3	16,2 13,7	9,4 9,3	7,7 8,8
Стеблей, г	- -	- -	- -	- -	5,0 6,0	14,9 16,2	12,5 12,9	11,0 6,4
Метелки, г	- -	- -	- -	- -	- -	8,7 9,2	11,0 10,4	20,4 13,0

Таблица 3

Структура оросительных норм риса и урожайность по вариантам
режимов орошения Рх-П-4. 1984 г.

Варианты Чеки	Ороситель- ная норма, нетто, м³/га	Статьи оросительной нормы				Урожайность, т/га	Затраты воды на 1 т риса, м³/га
		климатическая		гидрогеологическая			
		м³/га	%	м³/га	%		
Чек 9 ^а	42728	11376	26,6	31352	73,4	4,94	8650
Чек 9 ^б	43709	11276	25,8	32433	74,2	5,62	7950
Среднее	43214	11326	25,7	31888	74,3	5,28	8170
Чек 7 ^б	35086	12596	35,9	22490	64,1	5,79	6070
Чек 8 ^б	35830	13126	36,6	22704	63,6	5,94	6030
Среднее	35067	12861	36,2	22587	63,8	5,86	6050
Чек 7 ^а	35067	10336	29,4	24731	70,6	4,79	7320
Чек 8 ^а	34337	9576	27,9	25761	72,1	4,47	7680
Среднее	34702	9956	28,7	25247	71,3	4,63	7500

где $\frac{dM_j}{dt}$ - прирост общей биомассы, г/сут;
 $K_{\phi} \Phi_i$ - фотосинтез, г/сут;
 $K_p P_i$ - дыхание, г/сут;
 P_i - опад, г/сут;
 $A_{ji} - A_{ij}$ - накопление свежих ассимилятов, г/сут;
 $A_{ji} - A_{ij}$ - накопление старых ассимилятов, г/сут.

Наименьшие отклонения фактических показателей роста и развития риса от прогнозных были при II варианте режима орошения риса с регулированием температуры воды в чеках в начальный период вегетации (табл.2). Даже расположение II-го варианта на чеках, условия которых хуже чем I-го и III-го, привело к увеличению оросительной нормы риса, но урожайность на них на 0,6...1,0 т/га была больше. Затраты воды на создание единицы продукции составили 6030...6070 м³/га.т (табл.3).

Результаты внедрения данного метода в технологию программированного возделывания риса на Акдалинском массиве при оптимизации водной, пищевой, тепловой и солевой среды обитания показали высокую ее эффективность, общий чистый доход за 1982...1984 гг. составил 1,24 млн.рублей. Дальнейшее совершенствование регулирования основных факторов жизнедеятельности риса на массиве считаем возможным при получении точной всеобъемлющей информации о составляющих балансов характерных участков для ускорения расчетов и принятия оперативных решений с применением ЭВМ и АСУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Константинов А.Р. Погода, почва и урожай озимой пшеницы. - Л.: Гидрометеиздат, 1978. - 243 с.
2. Шатилов И.С., Чудновский А.Ф. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая. - Л.: Гидрометеиздат, 1980. - 318 с.
3. Каюмов М.К. Справочник по программированию урожаев. - М.: Россельхозиздат, 1977. - 186 с.

4. Бегалиев А.Г. О водном режиме рисовых чеков в условиях Каратальской оросительной системы. – В кн.: Сельскохозяйственные мелиорации. Труды МГИИ, 1976, т.47, с.44–45.
5. Бегалиев А.Г. Дифференцированные режимы орошения риса северной зоны рисосеяния Казахстана. – ЦЕНТИ Минводхоза СССР. Сер. I, 1982, вып. 7, с. 7–16.
6. Росс Ю.К. Система уравнений для описания количественного роста растений. – Таллин: Вагус, 1967. – 124 с.

А.Ф.Мац
кандидат сельскохозяйственных наук
К.А.Шомаев
инженер
(КазНИИВХ)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛИМАННОГО ОРОШЕНИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Лиманное орошение в Казахстане традиционно сложилось как способ однократного весеннего увлажнения естественных сенокосных угодий с целью повышения урожайности трав. Для лиманного орошения используются весенние паводковые воды степных рек, а также воды местного стока, стекающие с замкнутых водосборов в период снеготаяния.

В СССР в настоящее время имеется более 1,3 млн.га лиманов, из них в Казахстане размещается более 900 тыс.га.

Этот вид орошения особенно эффективен в малонаселенных степных районах, где ограничены возможности регулирования стока и поэтому правильное орошение не получило широкого развития.

Водные ресурсы местного стока позволяют увеличить площади лиманов в Казахстане до 2...3 млн.га. При повышении продуктивности сенокосных угодий до 30...35 ц/га кормоемкость лиманов Казахстана можно увеличить с 1 до 5...7 млн.т сена, что весьма существенно для укрепления кормовой базы животноводства.

Вопросам анализа экономической эффективности лиманного орошения в Казахстане в последние годы уделяется очень большое внимание. В КазНИИВХ в 1981–1984 гг. проводились исследования, целью которых являлись изучение существующего состояния лиманного оро-

шения в Центральном и Западном Казахстане и на этой основе разработка инженерно-экономических мероприятий по повышению продуктивности лиманов. Были проанализированы технико-экономические показатели систем лиманного орошения на площади 739,7 тыс.га, что составляет 81,2% от всей их площади.

На 1-ноября 1980 г. в республике числилось 910,9 тыс.га земель лиманного орошения. Из 910,9 тыс.га лиманов 668,6 тыс.га (73%) относится к инженерным и полунинженерным системам, а остальные 242,1 тыс.га являются неинженерными, которые заливаются с помощью временных перемычек и других примитивных сооружений, требующих ежегодного восстановления.

Основные площади лиманов сосредоточены в Уральской (242,3 тыс.га или 26,6%), Актобинской (124,45 тыс.га или 13,7%) и в Целиноградской (118,46 тыс.га или 13,0%) областях. За 1976-1980 гг. было введено 109,5 тыс.га площадей лиманного орошения, на что было вложено 49,5 млн.руб. государственных капитальных вложений или на 1 га - 454 руб. (табл.1).

Таблица 1

Капитальные вложения на развитие лиманного орошения
в Казахстане

Показатели	Ед. изм.	Г о д ы					Всего з 1976- 1980 гг
		1976	1977	1978	1979	1980	
1. Капитальные вложения, всего	млн. руб.	7,13	11,11	10,98	8,45	11,85	49,52
В том числе в исследуемой зоне	-"	5,99	9,55	9,23	7,19	9,71	41,67
2. Ввод в действие площади лиманного орошения, всего	тыс. га	16,4	23,7	24,8	19,7	25,8	109,1
В том числе в исследуемой зоне	-"	11,1	18,7	19,5	15,8	21,4	86,5
3. Удельные капитальные вложения	руб./га	462,9	468,8	442,7	428,9	459,3	453,9
В том числе в исследуемой зоне	-"	539,6	510,7	453,3	455,1	453,7	481,7

За 1976-1980 гг. мелиоративные фонды лиманного орошения увеличились в 1,6 раза и на конец 1980 г. составили 94,75 млн.руб.

Следует отметить, что в процессе производства на землях лиманного орошения функционируют мелиоративные фонды - плотины, дамбы, вали, шлюзы-регуляторы, водоподводящие и сбросные каналы и т.д., назначение которых - перехват, сбор и распределение по орошаемому массиву весенних паводковых и талых вод степных рек, балок, саев, склонов и других временных водоисточников. И, соответственно, от их работы и технического состояния во многом зависит продуктивность земель лиманного орошения, оросительной воды и, в конечном итоге, результативность сельскохозяйственного производства.

Несмотря на значительный рост за рассматриваемый период общей стоимости мелиоративных фондов лиманного орошения их удельные размеры на 1 га все еще остаются низкими (табл.2).

Таблица 2

Техническое состояние систем лиманного орошения
Казахстана (данные на конец 1980 г.)

Наименование показателей	В целом по Казахстану	В т.ч. в исследуемой зоне
I	2	3
1. Общая стоимость мелиоративных фондов лиманного орошения, млн.руб.	94,75	61,86
2. Удельные размеры мелиоративных фондов на 1 га земель лиманного орошения, руб/га	104,02	83,63
3. Всего гидротехнических сооружений по системам, шт.	3679	2682
4. Оснащенность гидротехническими сооружениями систем лиманного орошения, шт/1000 га	4	3,6
5. Общая протяженность валов и дамб обвалования на системах лиманного орошения, км	6505,1	4841,9
6. Удельная протяженность валов и дамб обвалования, п.м/га	7,14	6,55

Продолжение табл.2

I	2	3
7. Общая протяженность подводящих и сбросных каналов на системах лиманного орошения, км	2957,1	1971,3
8. Удельная протяженность подводящих и сбросных каналов, п.м/га	3,25	2,66

Оснащенность земель лиманного орошения мелиоративными фондами в среднем по республике составляет 104,02 руб/га, что в 5,7 раза меньше норматива (590 руб/га). Существующие мелиоративные фонды по своему количественному и качественному содержанию не отвечают требованиям нормальной эксплуатации лиманов. И поэтому в дальнейшем требуется проведение комплекса работ по техническому совершенствованию систем лиманного орошения.

В исследуемой зоне из имеющихся 696,25 тыс.га (в среднем за 1976-1980 гг.) земель лиманного орошения ежегодно подготавливается к заливу 685,68 тыс.га (98,5%), и из них заливается только 509,84 тыс.га (74,3%). Таким образом, остается незалитым ежегодно 186,41 тыс.га (табл.3).

Причинами резкого колебания площадей фактического залива лиманов являются большая изменчивость стока рек и временных водотоков и низкий технический уровень систем лиманного орошения.

На лиманное орошение в целом по республике ежегодно расходуется 3,52 млрд.м³ воды или 5352,2 м³/га (табл.3), что превышает норму лиманного орошения, которая для степных зон Казахстана составляет 3500...4500 м³/га; снижение водопотребления лиманов до нормативных его величин является важным резервом экономии дефицитных в этой зоне водных ресурсов.

В табл.4 и 5 приведены данные, характеризующие экономическую эффективность лиманного орошения в основных областях республики (средние данные за 1975...1980 гг.).

В Западном и Центральном Казахстане лиманы занимают в среднем 3,8% всей убранной площади сенокосов и пастбищ и дают 14,5% валового объема производства кормов. Однако продуктивность лиманов здесь все еще остается невысокой - 10,9 ц/га. Себестоимость

Таблица 3

Водопотребление для целей лиманного орошения в Казахстане
(1976...1980 гг.)

Наименование показателей	Ед. изм.	Г о д ы				В сред- нем за 1976... 1980 гг.	
		1976	1977	1978	1979		1980
1. Наличие площадей лиманов, всего	тыс.га	804,5	832,2	848,6	872,4	883,4	848,2
В том числе в исследуемой зоне	- "	678,2	682,8	691,1	707,1	722,0	696,2
2. Площадь фактически залитых земель, всего	- "	561,1	571,7	680,9	781,5	687,9	656,8
В том числе в исследуемой зоне	- "	427,6	438,3	533,7	610,8	530,8	509,8
3. Коэффициент использования зем- ли в среднем по республике		69,7	68,8	80,2	89,5	77,8	77,4
В том числе в исследуемой зоне		63,0	63,9	81,0	87,5	73,8	73,2
4. Водоподача на залив лиманов, всего	млрд.м ³	3,94	2,28	3,61	4,36	3,39	3,51
В том числе в исследуемой зоне	- "	3,00	1,74	2,83	3,45	2,62	2,29
5. Средняя удельная водоподача на 1 га залитой площади ли- манов	м ³ /га	7021,9	3981,1	5301,8	5579,0	4928,0	5353,2

Таблица 4

Экономическая эффективность производства кормов на лиманах
(среднее за 1976...1980 гг.)

Показатели	В целом по ис- следе- мой зоне	В том числе по областям						
		Караган- динская	Джезказ- ганская	Тургай- ская	Цели- ноград- ская	Ураль- ская	Гурьев- ская	Актыбин- ская
1. Скошенная площадь лиманов на сено, тыс.га	478,63	21,02	27,52	78,50	82,07	151,33	51,77	65,42
2. Урожайность, ц/га	10,9	8,8	5,3	13,6	10,2	12,5	0,7	9,1
3. Земельная стоимость валовой продукции, руб/га	27,63	21,82	13,10	33,72	26,24	33,30	24,13	22,54
4. Сельскохозяйственные издержки производства кормов, руб/га	12,72	16,59	12,42	15,78	14,90	10,50	12,77	10,36
5. Чистый доход на 1 га земель лиманного орошения, руб/га	15,11	5,23	0,68	17,94	10,34	22,80	11,36	12,18
6. Чистый доход на 1000 м ³ оросительной воды, руб/1000 м ³	2,65	1,05	0,16	3,05	2,05	4,26	2,12	1,49
7. Уровень рентабельности, %	118,8	31,5	5,8	113,7	69,4	217,0	89,2	117,5

Таблица 5.

Использование мелиоративных фондов лиманного орошения
(среднее за 1976...1980 гг.)

Показатели	В целом по ис- следе- мой зоне	В том числе по областям						
		Караган- динская	Джезказ- ганская	Тургай- ская	Целино- град- ская	Ураль- ская	Гурьев- ская	Актбин- ская
1. Мелиоративные фонды лиманного орошения, тыс.руб.	52441,97	2813,4	3837,66	3523,25	6340,33	22104,33	5862,90	7960,1
2. Площадь лиманов, тыс.га	78,53	33,11	41,35	93,56	114,12	233,34	80,38	122,67
3. Фондооснащенность, руб/га	74,01	84,97	92,81	37,66	55,56	98,97	72,94	64,89
4. Стоимость валовой про- дукции лиманного оро- шения, тыс.руб.	13322,67	458,71	360,54	264,75	2071,21	5039,25	1249,23	1496,98
5. Фондоотдача, руб/руб.	0,25	0,16	0,09	0,75	0,33	0,23	0,21	0,19
6. Фондоёмкость, руб/руб.	3,94	6,13	10,64	1,33	3,06	4,39	4,69	5,32
7. Продуктивность ороситель- ной воды, руб/1000 м ³	4,88	4,37	3,02	3,73	5,01	6,22	4,51	2,73
8. Коэффициент рентабельнос- ти мелиоративных фондов лиманного орошения	0,14	0,04	0,004	0,37	0,13	0,16	0,10	0,10

I центнера сена, заготовленного на лиманах, составляет 1,16 руб. (табл. 4).

Производство кормов на лиманах в Жезказганской и Карагандинской областях малоэффективно. В то же время достигнутые положительные результаты в производстве кормов в Тургайской и Уральской областях указывают на наличие больших потенциальных возможностей в использовании систем лиманного орошения.

В повышении эффективности лиманного орошения немаловажным является выбор рациональных форм сельскохозяйственного использования земель. Если в Центральном Казахстане лиманы в основном используются как естественные сенокосы, то в Западном Казахстане (особенно в Уральской области) на этих землях выращиваются однолетние и многолетние травы, кормовые и зерновые фуражные культуры. Так, в Тургайской области при использовании земель лиманного орошения под естественные сенокосы ежегодно получают 590 кормовых единиц с 1 га, а в Уральской области при возделывании кукурузы на силос - 1608 кормовых единиц, т.е. в 2,7 раза больше. Пастбищное использование лиманов - мероприятие вынужденное. В Актыбинской области в 1979 году на выпас было использовано 9,84 тыс. га, в 1980 году - 36,21 тыс. га земель лиманного орошения. Это, в основном, вызвано диспропорцией между ростом поголовья скота и запасами зеленых кормов на пастбищах.

ВЫВОДЫ

1. Средняя продуктивность лиманов в Западном и Центральном Казахстане в настоящее время составляет 10...12 ц/га сена при себестоимости 1,16 руб/ц и в 4,3 раза превышает продуктивность богарных сенокосных угодий.

2. Значительные отличия в эффективности использования земель лиманного орошения в разрезе областей и между передовыми и отставшими хозяйствами свидетельствуют о наличии больших резервов в повышении продуктивности земель лиманного орошения, с доведением ее в среднем до 25 ц/га.

3. Для достижения этой цели необходимо техническое совершенствование лиманных систем и улучшение структуры сельскохозяйственного использования площадей.

М. М. Мусекенов
инженер

Л. Г. Елькина
инженер
(КазНИИВХ)

Г. М. Бабаев
главный инженер
(Меркенское управление подземвод)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ В ДЖАМБУЛСКОЙ ОБЛАСТИ

С развитием орошаемого земледелия потребность в поливной воде быстро возрастает. Однако возможности использования ресурсов поверхностного стока, особенно в южных районах страны, ограничены и в настоящее время практически исчерпаны. Удовлетворение этих потребностей за счет территориального перераспределения все еще остается задачей будущего. В этих условиях дальнейшее расширение орошаемых площадей и повышение водообеспеченности существующих земель орошения во многом будет определяться возможностями широкого привлечения подземных вод.

В настоящей работе приводятся результаты изучения состояния и эффективности использования вод земных недр на орошение в условиях Джамбулской области, где накоплен определенный опыт проектирования, строительства и эксплуатации оросительных систем на базе использования подземных вод.

По оценкам ИГиГ АН КазССР в Джамбулской области имеются значительные эксплуатационные запасы подземных вод, особенно в Восточной и Центральной частях песков Муюнкум. Здесь они залегают неглубоко (5...30 м), и при непрерывном и оптимальном режимах их добычи в сельское хозяйство можно направлять ежегодно

до 56...72 м³/с воды. Однако в современных условиях наиболее перспективно использование подземных вод предгорной зоны, где глубина залегания их находится в пределах 50...200 м и более. Для целей орошения и водоснабжения здесь может быть добыто до 30...40 м³/с подземных вод /1/.

В области в последние годы начали уделять внимание более интенсивному использованию подземных вод для целей орошения. Было создано Меркенское управление по использованию подземных вод для орошения. Оно непосредственно занимается эксплуатацией водозаборов из подземных источников и выполняет функции заказчика по строящимся объектам. К настоящему времени значительно расширились производственные ресурсы управления. Если в период создания управления (1980 г.) на его балансе состояли 44 эксплуатационных скважины и 4364 га орошаемых земель, в том числе 771 га нового орошения и 3495 га в зоне повышения водообеспеченности существующих земель, то в 1984 г. они составили соответственно 157 шт. и 18848 га (2131 и 16717 га), т.е. количество скважин возросло в 3,6 раза, а площади орошения – в 4,4 раза. При этом рост площадей происходил, в основном, за счет повышения водообеспеченности существующих орошаемых земель (площади нового орошения возросли в 2,7 раза, а повышения водообеспеченности – почти в 5 раз).

В годы XI пятилетки на объекты орошения с использованием подземных вод было направлено 6,18 млн.руб. капитальных вложений, в том числе на мероприятия по повышению водообеспеченности – 3,16 и на новое орошение – 3,0 млн.руб. Удельные капитальные вложения составили: на один га нового орошения – 2206 руб и на один га повышения водообеспеченности земель существующего орошения – 239 руб.

По дебиту скважины можно отнести к высокопроизводительным. Как видно из табл. I, сравнительно неглубоки скважины в Свердловском, Джамбулском и Таласском районах (менее 100 м), а в остальных районах глубина их превышает 200 м. Наиболее водоносны скважины, пробуренные в Свердловском районе, производительность отдельных из них достигает 60 л/с. Средний дебит скважин, используемых для орошения, составляет 43 л/с.

В 1984 году площадь нового орошения обслуживалась 35 скважинами, общий водозабор из которых за вегетационный период (У...IX) составил 10,4 млн.м³ при водоподаче на обслуживаемые

Таблица I

Характеристика водозаборов подземных вод и использование их для орошения в Джамбулской области в 1984 г.

Показатели	Всего	В том числе по районам					
		Дугов- ской	Мер- кен- ский	Крас- ногор- ский	Сверд- лов- ский	Джам- бул- ский	Талас- ский
1. Количество сква- жин, всего, шт.	157	49	70	14	17	5	2
Из них работало	142	48	59	14	15	4	2
В том числе:							
на новое орошение	35	19	2	14	-	-	-
на повышение водо- обеспеченности	107	29	57	-	15	4	2
2. Средняя глубина скважин, м	197	208	210	250	97	80	96
3. Средний дебит скважин, л/с	43	45	44	35	56	40	40
4. Водозабор, всего, млн.м ³	48,05	14,70	21,49	3,41	6,38	1,48	0,59
В том числе:							
на новое орошение	10,40	6,02	0,97	3,41	-	-	-
на повышение водо- обеспеченности	37,65	8,68	20,52	-	6,38	1,48	0,59
5. Водоподача, всего, млн.м ³	44,58	13,46	19,26	3,41	6,38	1,48	0,59
В том числе:							
на новое орошение	9,66	5,46	0,79	3,41	-	-	-
на повышение водо- обеспеченности	34,92	8,00	18,47	-	6,38	1,48	0,59
6. Использованная площадь орошения, всего, га	13434	2404	9214	785	581	300	150
В том числе:							
в зоне нового оро- шения	1612	727	100	785	-	-	-
в зоне повышения водообеспеченности	11822	1677	9114	-	581	300	150

участки 9,66 млн.м³. На повышение водообеспеченности существующих орошаемых земель работало 107 скважин с общим водозабором 37,65 млн.м³ при водоподаче 34,92 млн.м³.

В структуре посевных площадей преобладают кормовые культуры, доля которых за последние годы составила 86...94% (табл.2).

Таблица 2

Структура посевных площадей и урожайность сельскохозяйственных культур на землях орошения на базе подземных вод

Сельскохозяйственные культуры	Показатели	Годы			
		1981	1982	1983	1984
1. Вся	Посевная площадь, га	1484	1999	2784	1612
	%	100	100	100	100
В том числе:					
2. кормовые травы	Площадь, га	500	898	1008	1217
	%	33,7	45,0	36,2	75,5
	Урожайность, т/га	3,75	4,0	3,68	5,0
3. кукуруза на силос	Площадь, га	-	821	505	295
	%	-	41,0	18,1	18,3
	Урожайность, т/га	-	13,5	13,87	21,75
4. виноградники	Площадь, га	100	100	100	100
	%	6,8	5,0	3,6	6,2
	Урожайность, т/га	8,2	-	-	12,0

Полив сахарной свеклы подземными водами практически прекратился. Значительным колебаниям подвержены площади посевов и зерновых культур. Урожайность сельскохозяйственных культур на землях нового орошения в целом все еще остается невысокой и нестабильна. Это относится прежде всего к сахарной свекле и зерновым, у которых к тому же наблюдается тенденция снижения их продуктивности. Более гарантированы урожаи кормовых культур: люцерны - 40...50 ц/га и кукурузы на силос - 140...220 ц/га.

На массивах, где подземные воды, в дополнение к поверхностным, используются для повышения водобеспеченности существующих орошаемых земель, из-за отсутствия раздельного учета трудно выявить степень влияния орошения подземными водами на урожайность сельскохозяйственных культур. Следует отметить, что использование подземных вод, особенно в засушливые годы, в определенной мере должно способствовать формированию и получению устойчивых урожаев на таких землях. Для количественной оценки эффективности

работы оросительных систем, использующих совместно с поверхностными водами и подземные, предложен показатель надежности функционирования таких систем /2/. Однако исчисление его требует значительного количества информационного материала и большого объема вычислительных работ.

Эффективность совместного использования поверхностных и подземных вод в первом приближении может быть оценена количеством приростной продукции, полученной на этих землях, т.е. величиной прибавки урожая. Как показали исследования, проведенные в хозяйствах Джамбулской и Чимкентской областей, средняя прибавка урожая сельскохозяйственных культур от повышения водообеспеченности орошаемых земель была следующей: многолетних трав - 21,6%, зерновых - 28,7 и сахарной свеклы - 20,5% /3/. Таким образом, можно сказать, что при повышении водообеспеченности орошаемых земель можно ожидать роста их продуктивности не менее чем на 20%.

В условиях Джамбулской области требуется повышение водообеспеченности существующих орошаемых земель на площади более 40 тыс.га. Кроме того, здесь ежегодно в основном из-за плохой водообеспеченности не поливается до 15,0 тыс.га используемых в сельском хозяйстве орошаемых угодий /4/. Площади же, где подземные воды используются с целью повышения водообеспеченности, в настоящее время составляют 10...15 тыс.га. Как показывают наши расчеты, средняя продуктивность орошаемых земель в массивах орошения подземными водами за 1981...1984 гг. была на уровне 270 руб/га. Повышение водообеспеченности существующих систем на базе подземных вод даст рост продуктивности земель не менее чем на 50 рублей с каждого гектара. Это значит, что на таких землях можно получить дополнительную продукцию на сумму 500...750 тыс.руб.

Невысокая продуктивность орошаемых на базе подземных вод земель объясняется рядом причин: не соблюдение научно обоснованных агротехники и режима орошения, слабое внедрение прогрессивных способов и техники полива. В частности, полив сельскохозяйственных культур на значительной площади производится поверхностным способом (по бороздам и полосам). При поливе дождеванием используются в основном агрегаты старого образца - ДДА-100М и ДДН-70. Все еще не находят применение современные широкозахватные машины типа "Волжанка", "Фрегат", "Кубань" и т.д.

В табл.3 приводятся данные о затратах на эксплуатацию объектов по использованию подземных вод на орошение.

Таблица 3

Затраты на орошение земель из подземных источников
(по данным Меркенского Упрподземвода, 1984 г.)

Показатели	Единица измерения	Численные значения
1. Эксплуатационные затраты, всего	тыс.руб.	541,9
В том числе по объектам нового орошения	—"	141,0
2. Площадь полива нового орошения	га	1612,0
	гектарополива	7418,0
3. Водоподача, всего	млн.м ³	44,6
в том числе на новое орошение	—"	9,66
4. Удельные показатели:		
а) на 1 га	руб.	87,3
б) на 1 гектарополив	руб.	19,0
в) себестоимость водоподачи	коп/м ³	1,21
г) то же, при новом орошении	коп/м ³	1,46

В настоящее время также не налажен отдельный учет эксплуатационных затрат по подаче подземных вод на орошение по объектам нового орошения и повышения водообеспеченности существующих орошаемых земель, что вызывает определенные трудности при установлении показателей фактической эффективности орошения подземными водами. Для определения доли эксплуатационных затрат по каждому из указанных направлений использования подземных вод нами предлагается следующий методологический подход — распределять эксплуатационные затраты пропорционально объемам выполненных работ по подаче воды на системах. Таким показателем является произведение объема водозабора и глубины откачки (высоты водоподъема) работающей скважины.

В 1984 году средние глубины откачки на массивах нового орошения и повышения водообеспеченности составили соответственно 230 и 183 м, а объемы водозабора — 10,4 и 37,48 млн.м³ (см. табл.1). Тогда выполненные работы будут равны следующим величинам: в зоне орошения только подземными водами — 2400 млн.м³ми

и в зоне совместного использования поверхностных и подземных вод - 6850 млн.м³х м, а в процентном отношении соответственно 26 и 74%. Таким образом, исходя из найденного соотношения можно заключить, что эксплуатационные затраты по зоне нового орошения составляют 141,0 тыс.руб, удельные затраты на полив 1 га орошаемых земель - 87,3 руб. и 19,0 руб. на 1 гектарополив. При объеме водоподачи на новое орошение 9,66 млн.м³ себестоимость ее равна 1,46 коп/м³, а себестоимость водоподачи в целом по объектам орошения подземными водами - 1,21 коп/м³. Повышение себестоимости водоподачи в зоне орошения только подземными водами обусловлено, главным образом, значительными глубинами откачки, чем в зоне повышения водообеспеченности, что требует больших затрат электроэнергии и приводит к удорожанию ремонтных работ.

Стоимость дополнительной продукции, полученной на массивах нового орошения, составляет 435 тыс.руб, а дополнительные издержки в виде эксплуатационных затрат по подаче подземных вод, по уборке приростного урожая и т.д. - около 200,0 тыс.руб. Даже без учета того, что до организации орошения подземными водами сельскохозяйственное производство на данных массивах было убыточным, прибыль хозяйств составит 235,0 тыс.руб. Народнохозяйственная эффективность мелиоративных мероприятий должна устанавливаться с учетом налога с оборота, который равен 73,0 тыс.руб. В итоге, по результатам только 1984 года, коэффициент общей экономической эффективности составляет более 0,1, или срок окупаемости капитальных вложений - менее десяти лет, что указывает на довольно высокую эффективность орошения подземными водами.

В заключение следует отметить, что в Джамбулской области имеются значительные ресурсы подземных вод, которые могут быть успешно использованы для целей орошения. В перспективе возможно освоение на базе подземных вод до 20...25 тыс.га новых земель и повышение водообеспеченности еще на 13...18 тыс.га существующих орошаемых площадей. Исходя только из современного уровня производства использование подземных вод на орошение обеспечит получение продукции сельского хозяйства на сумму 6,0...7,7 млн.руб. Однако широкое использование подземных вод на орошение должно быть обосновано всесторонне и, в первую очередь, экономически.

ЛИТЕРАТУРА

1. А х м е д с а ф и н У.М., Д ж а б а с о в М.Х. и др.
Региональные ресурсы подземных вод Казахстана: перспективы и методы рационального использования. -
Алма-Ата: 1983. - 148 с.
2. К о н ц е б о в с к и й С.Я., М и н к и н Е.Л. Оценка
эффективности совместного использования поверхностных
и подземных вод для орошения. - Гидротехника и мелио-
рация, 1984, № 2, с.70-73.
3. НТО. Разработка нормативов прибавки урожая важнейших сель-
скохозяйственных культур при повышении водообеспечен-
ности существующих оросительных систем, их реконструк-
ции, улучшении мелиоративного состояния и капитальной
планировки земель. Б 291427. - Джабул: 1975.
4. М у с е к е н о в М.М., М у х а м е д ж а н о в В.Н.
Использование орошаемых земель в Джабулской области.
- В кн.: Совершенствование мелиоративного улучшения
орошаемых земель в Казахстане. /Ташкент, 1982, с.156.

III

Л.Г.Югай
кандидат технических наук

А.А.Пак
младший научный сотрудник
(КазНИИВХ)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ СКВАЖИН ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОБВОДНЕНИЯ И ОАЗИСНОГО ОРОШЕНИЯ

В Казахстане пастбищные угодья с сенокосами занимают 187,4 млн.га. Они расположены в различных природных зонах - горной, предгорной, степной, полупустынной и пустынной. Основная часть их (до 80%) - в аридной зоне. Крупные массивы занимают более 60% и к ним относятся Моюн-Кумы, Кызыл-Кумы, Бетпакдала, Сары-Ишикотрау, Сары-Арка, Большие и Малые Барсуки и др.

Уровень использования пастбищных угодий для целей развития животноводства в основном зависит от наличия водных ресурсов, которые слагаются из поверхностных источников и подземных вод. В республике имеются 3966 рек и ручьев, 2023 озера и 7375 родников, которые в какой-то мере используются для целей обводнения пастбищ, обслуживаемая площадь которых составляет 27,78 млн.га, или 23% от всей обводненной территории.

Подземные воды территории республики имеют широкое распространение. Ресурсы и распределение их по природным зонам, особенно на пастбищах, хорошо изучены Институтом гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР. Прогнозные эксплуатационные запасы их составляют 41,71 км³/год /1/, и они являются основными источниками обводнения пастбищных угодий.

Естественные кормовые и водные ресурсы в Казахстане являются основой развития животноводства, особенно отгонно-пастбищного овцеводства. Развито овцеводство во всех 19 областях, в 193 районах, или 1272 совхозах и колхозах. Около 700 совхозов специализированы, и на их долю приходится 80% всей продукции отрасли.

Дальнейшее развитие овцеводства и выполнение поставленных задач по увеличению поголовья овец и коз в республике в первую очередь зависит от обводненности пастбищных угодий, от комплекса водохозяйственных мероприятий по добыче, водоподъему и обеспечению животных на пастбищах питьевой водой в необходимом количестве и качестве. Эти мероприятия требуют капитальных затрат,

и их удельные размеры различны в зависимости от способов и технических средств обводнительных сооружений:

Анализ затрат капитальных вложений в обводнение пастбищ в аридной зоне Казахстана (по Западной, Центральной, Южной и Восточной зонам) за период с 1975 по 1982 годы показал, что ежегодно в среднем осваивается до 43,7 млн.руб. капитальных вложений (табл.1). За анализируемый период капитальные вложения незначительными колебаниями находились на одном уровне.

Таблица 1

Капитальные вложения в обводнение пастбищ в аридной зоне Казахстана, млн.руб.

Зоны Казахстана	1975	Среднее 1976...1980	1981	1982
Южная	17,0	15,4	14,7	16,8
Восточная	6,7	9,4	9,2	9,5
Центральная	7,4	8,7	8,1	7,9
Западная	13,4	11,9	10,7	9,0
Итого:	43,5	45,4	42,7	43,2

Новое строительство необходимо осуществить на площади 28,1 млн.га, наибольшая часть которых приходится на Центральную (9,9 млн.га) и Западную (11,8 млн.га) зоны. Необходимо отметить, что освоение новых массивов требуют повышенных капитальных затрат, так как неосвоенными остались пастбища в труднодоступных местах малой кормоемкости и с неблагоприятными гидрогеологическими условиями. И основными обводнительными системами при их освоении будут пастбищные водопроводы и трубчатые колодцы.

Объемы работ по реконструкции и восстановлению обводнительных систем и сооружений будут возрастать, т.к. из сельскохозяйственного оборота ежегодно выпадает до 10% пастбищных угодий по различным причинам. По данным последней инвентаризации в Казахстане пришли в негодность 3050 трубчатых колодцев, в том числе 424 из-за предельного снижения столба воды и дебита. Еще чаще выходят из строя шахтные колодцы, в основном из-за пересыхания и их разрушения.

Освоение новых пастбищных угодий, восстановление вышедших из строя водозаборных сооружений и другие виды работ по обводне-

нию пастбищ требуют значительных капитальных затрат. На рис. I приведены графики фактических капитальных вложений на новое строительство и реконструкцию в аридной зоне Казахстана за период с 1975 по 1982 годы.

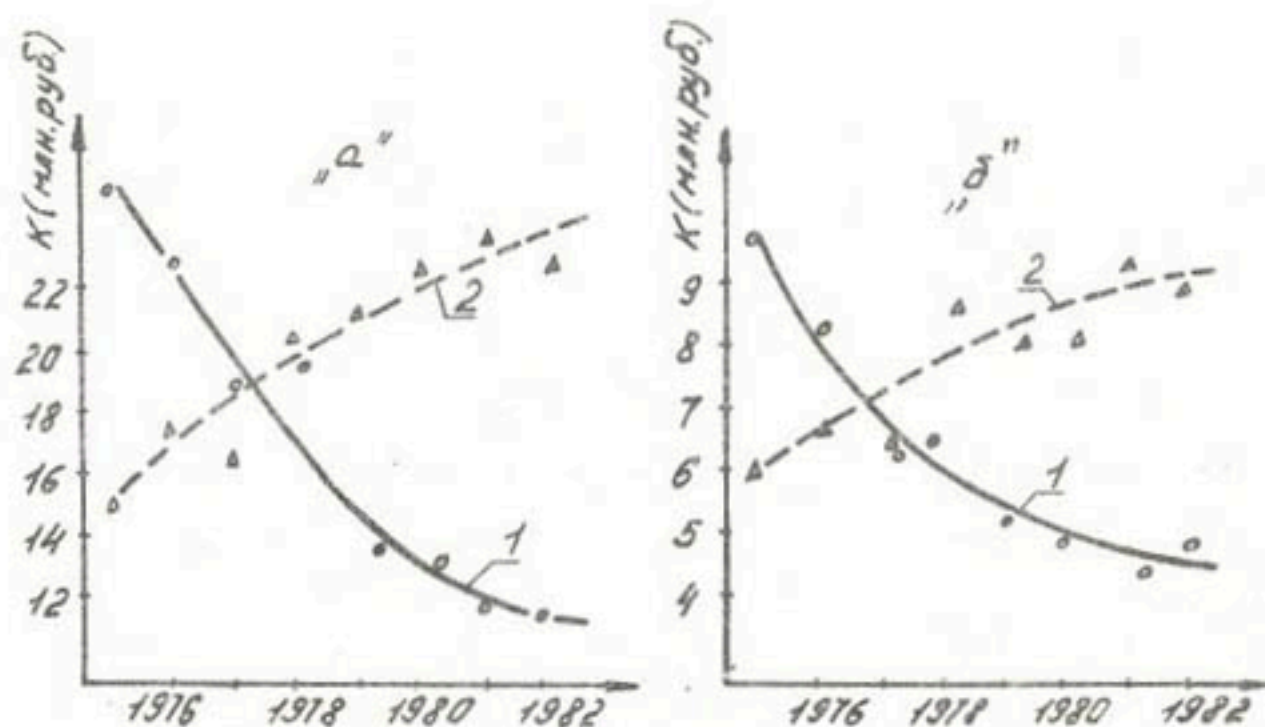


Рис. I. Капвложения на новое строительство (1) и реконструкцию (2) в аридной зоне (а) и южных областях Казахстана (б).

Из рисунка видно, что доля затрат между этими видами работ по годам различна. Так, ежегодно капитальные вложения на новое строительство во всех анализируемых зонах постепенно снижаются, и темпы снижения составляют 7,1%, а на реконструкцию действующих обводнительных сооружений - повышаются, и темпы роста составляют 5,5%.

Складывающиеся тенденции роста капвложений на реконструкцию вполне закономерны, так как давно построенные обводнительные системы и сооружения выходят из строя, а также многие из них технически несовершенны. Поэтому процесс технического перевооружения будет продолжаться в перспективе, и объемы финансирования на эти цели будут увеличиваться.

Анализ освоения капитальных вложений свидетельствует о том, что в технологической структуре основную часть составляет доля строительно-монтажных работ до 88,3% от всех капитальных затрат и только 3,1% средств выделяется на приобретение и оснащение обводнительных систем и сооружений оборудованием, приборами, средствами механизации водоподъема и др. (табл.2).

Таблица 2

Технологическая структура капитальных вложений в аридной зоне Казахстана

Зоны	Капвложе- ния (ср. 1975- 1982 гг.) тыс. руб.	В том числе					
		строительно- монтажные работы		оборудование инвентарь		прочие	
		тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%
Южная	15686	14067	89,7	234	1,5	1385	8,8
Восточная	9098	8144	89,5	345	3,8	609	6,7
Центральная	8388	7559	90,1	147	1,8	682	8,1
Западная	11592	9755	84,1	643	5,5	1194	10,4
Итого:	44764	39525	88,3	1369	3,1	5772	8,6

И такая сложившаяся технологическая структура капитальных вложений характерна для всех анализируемых зон республики, и она не соответствует задачам по техническому перевооружению и совершенствованию обводнительных систем и сооружений. В некоторых отраслях народного хозяйства (например, в промышленности) доля затрат на оснащение приборами и оборудованием составляет до 40... 50%, и поэтому у них технологические процессы не только механизированы, но и автоматизированы.

На существующих обводнительных системах, например, в Западной зоне Казахстана, водоподъем из 5100 шахтных и 182 трубчатых колодцев осуществляется вручную, так как они не оборудованы насосно-силовым оборудованием. Да и техническое состояние обводнительных систем и сооружений далеко от совершенства. Например, исследованиями /2/ установлено, что до 7...8% поднятой воды теряется в результате утечек из накопительных резервуаров и водопойных корыт. Техническое несовершенство обводнительных систем и сооружений, отсутствие средств механизации водоподъема на не-

которых водозаборных сооружениях и ряд других причин требуют дополнительных эксплуатационных затрат, что в конечном итоге отражается на себестоимости продукции.

С другой стороны, технология круглогодичного отгонно-пастбищного содержания в том виде, как она практикуется в настоящее время, не отвечает требованиям интенсификации и нуждается в совершенствовании на современной научно-технической основе.

Положение современного животноводства, в частности овцеводства, усугублено тем, что плотность животных на единицу площади пастбищ возросла (рост поголовья), а продуктивность последних не увеличилась. Мало того, одновременно с ростом поголовья происходил процесс сокращения естественной кормовой базы по двум основным причинам:

1. Освоение наиболее продуктивных пастбищ под пашню;
2. Интенсивное развитие орошаемого земледелия с зарегулированием стока резко сократило площади заливных лугов в поймах рек.

Пустынные и полупустынные пастбища используются в основном как осенне-зимние пастбища для овец, лошадей, верблюдов и отчасти крупного рогатого скота (мясного направления). Сюда хозяйства обычно завозят страховые запасы кормов с основных территорий. Часть кормов, например, в Мойн-Кумах, в чуротной их зоне, заготавливается на месте. Но обеспеченность скота сеном за счет чуротных сенокосов не превышает 35%. Завоз кормов на расстояние более 70 км не оправдывает затраты на транспортирование /3/. Поэтому возникает необходимость организации производства кормов на месте зимовок скота. И такие возможности имеются, за счет развития оазисного орошения на базе подземных вод.

Опытами Казахского научно-исследовательского института водного хозяйства еще в 60-х годах было доказано, что при соблюдении необходимых агротехнических мероприятий в Мойн-Кумах с поливного гектара можно получить до 8...10 тыс. кормовых единиц. На опытном участке в Сузакском р-не Чимкентской области урожай сена люцерны достигал 89 ц/га, кукурузы на силос - 450, зеленой массы сорго - 400 и зерна кукурузы - 59 ц с гектара.

Возможности возделывания кормовых культур в условиях знойных пустынь и полупустынь Казахстана доказаны последующими исследованиями лаборатории оазисного орошения КазНИИВХ.

В первую очередь должны осваиваться артезианские скважины, которые не оборудованы, как правило, задвижками, поэтому окружающая территория вокруг них заболачивается и зарастает камышом.

На территории Чимкентской, Джамбулской, Алма-Атинской, Талды-Курганской и др. областей распространены артезианские воды, которые находятся под гидростатическим давлением, достаточным для самоизлива. Дебит действующих самоизливающихся скважин составляет от 5 до 100 литров в сек. Эти скважины в настоящее время используются только для водопоя скота, что составляет не более 1...2% их дебита. Остальная часть ее бесполезно теряется в песках, вызывая заболачивание и засоление прилегающих площадей. Поэтому необходимо аккумуляирование самоизливающихся подземных вод с помощью прудов накопителей.

Основными источниками оазисного орошения должны стать существующие трубчатые колодцы, дебит которых превышает 2 л/с, а их в Казахстане имеется 7,41 тыс. штук, расположенные, в основном, в пустынных зонах, где отсутствуют поверхностные водные источники. Возможность использования их для орошаемого кормопроизводства ориентировочно оценивается площадью около 55...60 тыс.га. Предварительными расчетами установлено, что капитальные вложения на строительство орошаемых участков сократятся до 200...400 руб. на один гектар за счет использования действующих водозаборных сооружений.

Необходимо учесть, что при этом появится возможность производства овощных культур для населения, обслуживающего животноводство на отгонных участках.

Комплексное использование существующих трубчатых колодцев для обводнения пастбищ и оазисного орошения потребует совершенствования службы эксплуатации, т.к. уровень использования насосно-силового оборудования увеличится значительно, и техническое обслуживание потребует дополнительных затрат. В общем итоге при комплексном использовании приведенные затраты снизятся на 10...15%, при этом интенсивное использование основных фондов не только сокращает срок окупаемости их, но и увеличивает степень надежности работы водоподъемных средств.

В настоящий период трудно оценить конкретно все положительные факторы комплексного использования подземных вод в аридной зоне Казахстана, необходимы здесь специальные исследования. Но при планировании развития оазисного орошения необходимо, в первую

очередь, учитывать возможности использования существующих скважин, которые используются периодически, и только на один-два процента их мощности.

Необходимо комплексное проектирование и строительство объектов обводнения и оазисного орошения, что позволит наиболее эффективно использовать водные ресурсы и основные фонды. И в первую очередь эти мероприятия необходимо учесть при реконструкции обводнительных систем, так как объемы капитальных затрат на их осуществление по годам увеличиваются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Региональные ресурсы подземных вод Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1983.
2. Шефтер Я.И., Хелленов О.Б. Обоснование рационального использования малодебитных колодцев. - Гидротехника и мелиорация, 1981, № 10.
3. Бакало М.П., Шереметьевский Т.И. и др. Обводнение горных пастбищ Киргизии. - Фрунзе: Кыргызстан, 1982.

Н.А.Эрнст
инженер
С.М.Лян
инженер
(КазНИИВХ)

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБВОДНЕННЫХ ПАСТБИЩ В ЗАПАДНОМ КАЗАХСТАНЕ

Западный Казахстан охватывает большую часть Прикаспийской низменности, южные отроги Общего Сырта и Уральских гор, Мугоджары, полуостров Мангышлак и западную часть плато Устюрт. На севере располагается степная зона с черноземными и темно-каштановыми почвами, к югу она сменяется сухими степями с каштановыми почвами. Еще южнее идут зоны полупустынь и пустынь со значительными площадями песков, солончаков и такыров, покрытых редкой полынно-соенковой растительностью.

Климат Западного Казахстана отличается резкой континентальностью. Среднегодовая температура воздуха на территории Западного Казахстана (Уральская, Актыбинская, Гурьевская, Мангышлакская области) положительна и составляет в среднем $5,8^{\circ}$. Годовое количество осадков колеблется от 150 до 350 мм.

Поверхностный сток весьма ограничен, реки маловодны, в период засушливого лета они часто пересыхают, оставляя сухие русла. Только наиболее крупные водные потоки — реки Урал и Эмба — никогда не пересыхают и доносят свои воды до Каспийского моря.

Пастбища Западного Казахстана имеют сезонный характер. Летние пастбища расположены, в основном, в Актыбинской и на севере Уральской области, а также в долине Урала. Зимние пастбища приурочены к песчаным массивам Северного Прикаспия. Северного Приуралья и в меньшей степени к пустыням полуострова Мангышлак и плато Устюрт. Серьезный недостаток пастбищ — это слабая обводненность, что затрудняет их использование и требует проведения водохозяйственных мероприятий.

Огромные пастбищно-сенокосные угодья способствуют всемерному развитию животноводства, в первую очередь овцеводства. Преобладает разведение грубошерстных курдючных овец, наиболее выносливых и приспособленных к местным условиям. На севере Актыбинской и Уральской областей, где наиболее богатые пастбища, развито тонкорунное и полутонкорунное овцеводство, а в южных районах Западного Казахстана, в зоне пустынь и полупустынь — каракулеводство.

Западный Казахстан по обеспеченности прогнозными эксплуатационными ресурсами подземных вод занимает второе место после Южного. Наибольшее количество запасов сосредоточено в Актыбинской области. Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод распространены в Уральской области в пределах Общего и Заурального Сыртов и на северо-западной окраине Урало-эмбаинского плато. Некоторое количество грунтовых вод, находящихся на глубине 5...15 м, содержится в песках Тайсоган, Нарын и Прикаспийский каракумах. В Мангышлакской области доброкачественные подземные воды, пригодные для обводнения, сосредоточены в песках мелового возраста на предгорных равнинах горного Мангышлака, где вскрываются на глубине 500...800 м.

В целом Западная зона характеризуется значительной неравномерностью водообеспеченности пастбищ. На части территории (север-

ной) источниками обводнения являются открытые водоисточники, а также временные водотоки. Источником питания рек, временных водотоков, озер, такыров и тому подобных понижений является снег и дожди, особенно ливневого характера. Здесь снег тает быстро, и паводок проходит за 5...7, иногда 10...15 дней. В озерах, такырах накапливается значительное количество снеговой и дождевой воды, которая за 30...60 дней полностью испаряется. Временные водотоки летом также пересыхают. Запасы воды в малых водоемах и водотоках изменяются во времени и для конкретного года зависят от водности предшествующих лет. Таким образом, они не могут быть надежными источниками водопоя скота на пастбищах. А на другой части (южной) – речная сеть совершенно отсутствует. Из общего количества обводненных площадей около 43% числятся обводненными из открытых водных источников.

Дальнейшее повышение эффективности пастбищных угодий зависит от проведения мелиоративных работ на тех массивах, которые недоиспользуются колхозами и совхозами, в основном, из-за отсутствия обводнительных сооружений и из-за неудовлетворительного состояния части построенных ранее сооружений. В Западной зоне Казахстана общая площадь пастбищ, которая может быть использована в сельскохозяйственном производстве, составляет 49,3 млн.га, в том числе более 76% обводненных. Остальные нуждаются в коренном улучшении и обводнении и в том смысле являются резервом дальнейшего роста поголовья скота и увеличения животноводческой продукции.

Обводнение пастбищ в Западной зоне Казахстана осуществляется преимущественно трубчатыми и шахтными колодцами (табл. I). Из таблицы видно, что общее количество их составляет 19493 шт., и площадь, обводненная ими, 25,7 млн.га, что составляет 69% от общей обводненной площади. Один трубчатый колодец обслуживает в среднем более 2,66 тыс.га, а шахтный колодец – 0,97 тыс.га. В решении задачи обводнения пастбищ большое значение имеет правильное размещение водопойных пунктов, так как оно оказывает большое влияние на организацию производственных процессов на пастбищах. Степень сгущенности сети водопойных пунктов диаметрально противоположно сказывается на продуктивности животных и стоимости водопойных пунктов. При этом большая сгущенность сети положительно сказывается на продуктивности животных, но ухудшает показатели стоимости строительства и эксплуатации водопойных пунктов.

Таблица 1

Источники обводнения пастбищ в Западной
зоне Казахстана (на 1982 г.)

Области	Виды сооружений и естественные источники						
	Шахтные ко- лодцы		Трубочатые ко- лодцы		Водопроводы		Открытые источники
	кол-во шт.	пло- щадь, тыс. га	кол-во шт.	пло- щадь, тыс. га	длина, км	пло- щадь, тыс. га	площадь, тыс. га
Уральская	4571	2073	959	1061	521	275	3922
Актюбинская	7155	8915	1784	4492	-	-	4784
Гурьевская	1420	1573	344	1391	140	180	2035
Мангышлакская	2352	2530	908	3686	2	73	379
Итого:	15498	15092	3995	10632	663	528	11120

Для рациональной организации и повышения экономической эффективности обводнения пастбищ и сельскохозяйственного водоснабжения в этих областях проводится работа по научно обоснованному планированию и выбору первоочередных объектов обводнения пастбищ.

Большое внимание уделяется освоению капитальных вложений, выделяемых на обводнение, подавляющая часть которых используется непосредственно на строительство обводнительных систем и сооружений. В таблице 2 приведены значения капвложений по анализируемой зоне за период с 1975 по 1982 гг.

Таблица 2

Динамика капвложений в обводнение пастбищ, (млн.руб.)

Области	Г о д ы								
	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	Все- го
Актюбинская	4,48	4,20	4,08	3,77	3,21	3,66	3,09	3,12	29,66
Уральская	2,50	2,44	1,23	1,36	2,30	2,97	1,86	3,65	15,05
Гурьевская	1,91	2,80	2,89	2,89	3,31	3,39	4,24	4,20	26,67
Мангышлак- ская	3,63	3,44	3,62	3,60	2,37	1,91	1,61	1,61	21,83
Итого:	13,53	12,90	11,85	11,65	11,20	11,95	10,81	9,30	93,22

В целом по четырем областям Западного Казахстана наблюдается снижение роста капвложений: в 1975 г. – 13,5 млн.руб., в 1982 г. – 9,3 млн.руб. За рассматриваемый период всего капвложений в обводнение пастбищ было вложено 93,2 млн.руб. Только в Гурьевской области наблюдается рост с 2,9 млн.руб. в 1975 году до 4,2 млн.руб. в 1982 году.

Анализ распределения капвложений на реконструкцию и новое строительство в динамике показывает, что наблюдается общее снижение роста капвложений на новое строительство с 7,3 млн.руб. в 1975 г. до 1,7 млн.руб. в 1982 году по анализируемой зоне, а на реконструкцию затраты по годам постепенно увеличиваются. Если в начале рассматриваемого периода они составили 3,9 млн.руб., то в 1982 году – 4,6 млн.руб.

Несмотря на значительные капитальные вложения положение с обводнением пастбищ в Западном Казахстане нельзя признать удовлетворительным. Обводнительные сооружения, особенно шахтные колодцы, быстро выходят из строя. Анализ освоения капитальных вложений за анализируемый период свидетельствует о том, что в технологической структуре основную часть составляет доля строительно-монтажных работ, до 84,1% от всех капитальных затрат. И только 5,5% средств выделяется на приобретение и оснащение обводнительных систем и сооружений оборудованием, приборами, средствами механизации водоподъема и др. Поэтому на существующих обводнительных системах крайне недостаточно средств механизации, не говоря уже о средствах автоматизации. Для повышения технического уровня обводнительных систем и сооружений необходимо увеличить долю затрат на техническое оснащение современными и надежными средствами водоподъема, водораспределения между водопойными пунктами, средствами технической эксплуатации и т.д.

Как отмечалось выше, по четырем анализируемым областям при обводнении пастбищ было освоено 93,2 млн.руб. капиталовложений, за счет чего было введено в сельскохозяйственный оборот 16,6 млн.га обводненных площадей (ежегодный прирост составлял 2,0 млн.га), из которых 52,4% введены за счет нового строительства, а остальные 47,6% введены в действие за счет восстановления ранее использованных, но выпавших из сельскохозяйственного оборота, в основном, из-за выхода из строя обводнительных сооружений, отсутствия воды в источниках или повышения минерализации в них и т.д., площадей.

Приведенные примеры распределения между новым строительством и реконструкцией являются средними величинами за анализируе-

мый период. Если же рассмотреть их в динамике (табл.3), то окажется, что в 1975 году за счет нового строительства вводилось до 57% площадей, но постепенно из года в год происходило снижение, и к 1982 году их доля составила 38%. За счет реконструкции же ввод в сельхозоборот сельхозугодий увеличивался с 43% до 63%.

Таблица 3

Приросты обводненных площадей в Западной зоне
Казахстана

Годы	Всего, тыс.га	В том числе за счет			
		нового строительства		реконструкции	
		тыс.га	%	тыс.га	%
1975	3193	1815	56,8	1378	43,2
1976	2631	1597	60,7	1033	39,3
1977	2227	1341	60,2	886	39,8
1978	1851	1027	55,5	823	44,5
1979	2017	1075	53,3	942	46,7
1980	1704	697	40,9	1006	59,1
1981	1561	588	37,7	972	62,3
1982	1405	541	38,5	843	61,5
Итого:	16591	8685	52,1	7906	47,9

Приведенные примеры свидетельствуют об определенной закономерности, что необходимо учитывать при планировании. А также должна быть произведена переориентация строительных организаций с увеличением у них доли работ по реконструкции, которая имеет свои особенности и трудности.

На примере Актыбинской области проведен детальный технико-экономический анализ работы обводнительных систем за 1976 и 1982 годы. Исчисление показателей и анализ их производился по трем группам: производительные силы, использование производительных сил и результаты производства.

Анализ показателей первой группы (табл.4) свидетельствует о том, что производительные силы и природные ресурсы обводнительных систем обладают большими потенциальными возможностями. Имеется 20 млн.га пастбищных угодий, из которых 91,5% обводненные. Основными обводнительными сооружениями являются шахтные и трубчатые колодцы (8939 шт.), которыми обводнено 13,4 млн.га пастбищ-

ных угодий (81%). Результаты анализа свидетельствуют, что ежегодные темпы прироста шахтных колодцев составляют 3,5%, а скважин - 15,5%. Увеличились основные фонды за анализируемый период на 372,7 млн.руб и на 100 га сельскохозяйственных угодий их приходится 4,72 рубля (увеличение на 1,94 руб). поголовье овец с 2240,1 тыс.голов увеличилось до 2627,2. Занято в производстве 13,5 тыс. чабанов.

Технико-экономические показатели второй группы характеризуются положительными сдвигами в сельскохозяйственном производстве на обводненных площадях за период с 1976 по 1982 гг. Так, коэффициент использования пастбищ достиг 92% (против 77% в 1976 г.). Реализовано государству мяса овец на 13,32 тыс.т. больше, чем в начале анализируемого периода. Только незначительно снизилась реализация шерсти. Снизились общие затраты труда в овцеводстве, поэтому удельные затраты в последние годы составляют 1,53 чел.дн. на 1 голову овец, против 1,85 чел.дн./гол. в 1976 г. (снижение на 21,3%).

Таблица 4

Технико-экономические показатели работы обводнительных систем Актыбинской области

Наименование показателей	Ед. изм.	Годы		Изменение (+, -)
		1976	1982	
I	2	3	4	5
<u>I Группа показателей. Производительные силы и природные ресурсы.</u>				
1. Общая площадь пастбищ	млн.га	20,16	19,75	-0,41
2. Площадь обводненных пастбищ	.	15,58	18,26	-2,67
3. Количество шахтных колодцев	шт.	5931	7155	+1224
4. Площадь, обводненная шахтными колодцами	млн.га	7,58	8,91	+1,32
5. Количество трубчатых колодцев	шт.	932	1784	+852
6. Площадь, обводненная трубчатыми колодцами	млн.га	3,13	4,49	+1,35
7. Все основные фонды	млн.руб	690,6	1243,2	+552,6

Продолжение табл. 4

I	2	3	4	5
8. Основные фонды сельхозназначения	млн.руб	561,1	933,8	+372,7
9. Приходится основных фондов с.-х. назначения на 100 га с.-х. угодий	тыс.руб	2,78	4,72	+1,94
10. Всего овец	тыс.гол.	2240,1	2627,2	+387,1
11. Пастбишные корма	тыс.т.	3674	3723	+49,0
12. Среднее количество поголовья скота на 1 га пастбищ	гол/га	0,11	0,13	+0,02
13. Занято в производстве трудоспособных	тыс.чел.	66,4	72,6	+6,2
14. Количество чабанов	тыс.чел.	13,3	13,5	+0,2

II Группа показателей. Использование
производительных сил и природных
ресурсов.

15. Коэффициент использования пастбищ		0,77	0,92	+0,15
16. Скотоемкость фактически использованных пастбищ	г/гол.	6,96	6,95	-0,01
17. Продано государству мяса овец	тыс.т.	22,34	35,66	+13,32
18. Реализовано шерсти	тыс.т.	5,59	5,15	-0,44
19. Средняя нагрузка овец на 1 чабана	гол/чел	168,5	193,9	+25,3
20. Общие затраты труда в овцеводстве	тыс.чел.-дн.	4159	4036	-123
21. Удельные затраты труда в овцеводстве	чел.дн./гол	1,85	1,53	-0,32
22. Нагрузка используемых пастбищ на 1 чабана	га/чел	1172	1347	+174

III Группа показателей. Результаты
производства.

23. Стоимость валовой продукции овцеводства	млн./руб	52,22	78,36	+26,14
24. Стоимость баранины	млн./руб	19,68	38,16	+18,47
25. Стоимость шерсти	млн./руб	32,54	40,20	+7,66

Продолжение табл. 4

I	2	3	4	5
26. Себестоимость мяса	руб/ц	87,1	104,3	+17,2
27. Себестоимость шерсти	руб/ц	697,4	699,1	+1,7
28. Затраты на производство баранины	млн/руб	19,46	37,18	+17,71
29. Затраты на производство шерсти	млн/руб	38,99	35,97	-3,01
30. Общие затраты в овцеводстве	млн/руб	58,46	73,16	+14,7
31. Прибыль -"-	млн/руб	-6,23	+5,20	-1,03
32. Стоимость продукции овцеводства с единицы обводненной площади	руб/га	3,7	4,0	+0,3
33. Производительность труда в овцеводстве	руб/чел.дн.	14,1	18,1	+4,0

Результаты сельскохозяйственного производства свидетельствуют о том, что за анализируемый период увеличилась валовая продукция овцеводства при незначительном росте себестоимости. Поэтому в 1982 году общая прибыль составила 5,2 млн.руб, тогда как в 1976 году убытки превысили 6,2 млн.руб. Увеличилась производительность труда на 40 руб/чел.дн., достигнув результата 18,1 руб/чел.дн. Гектар обводнительных пастбищ дает продукции овцеводства 4,0 руб (в 1976 г. - 3,7 руб/га).

В хозяйствах Западной зоны Казахстана ежегодно производилось до 82,1 тыс.т. баранины и 17,2 тыс.т. шерсти в физическом весе. Валовая продукция с обводненных угодий ежегодно составляет 168,9 млн.руб.

Ю. П. Рыбинцев
инженер

Ю. Я. Гранкин
кандидат технических наук
(КазНИИВХ)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД ПОСЛЕ ИХ ОПРЕСНЕНИЯ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПАСТБИЩ

Казахстан – важнейший животноводческий район на Востоке нашей страны. Пастбища и сенокосы республики составляют около 50% всей их площади по стране. Пастбища Казахстана расположены преимущественно в пустынной и полупустынной зонах. В естественном виде эти пастбища малопродуктивны, плохо обеспечены пресной водой, что в значительной степени ограничивает возможности их использования. В последние годы в Казахстане проведены значительные работы по водоснабжению сельских населенных пунктов и обводнению сельскохозяйственных угодий. Достигнуты большие успехи в техническом оснащении водоснабжения и обводнения. Оснащенность населенных пунктов республики системами водоснабжения инженерного типа составляет в настоящее время более 40%, а пастбищ, пашни и сенокосов – 38% /1/.

Однако водоснабжение сельскохозяйственных районов республики до настоящего времени не отвечает требованиям интенсивного ведения развивающегося сельского хозяйства.

Одной из проблем водоснабжения в республике является использование минерализованных вод в сельском хозяйстве.

Для Казахстана она особенно актуальна, так как пресноводные источники распределены неравномерно по территории, и в отдельных районах наблюдается дефицит запасов пресных вод. В то же время республика располагает неисчерпаемыми запасами минерализованных подземных и поверхностных вод, которые распространены повсеместно. В научно-исследовательских и проектных институтах страны разработаны достаточно совершенные технические средства опреснения, а промышленностью освоено изготовление опреснительных установок, позволяющих эффективно использовать минерализованные природные воды для водоснабжения. В основном это электродиализные, а также ионообменные и гиперфильтрационные опреснительные установки. В последние годы начали получать широкое распростра-

нение опреснительные установки, использующие энергию солнца и ветра.

Водоснабжение сельскохозяйственных объектов в Казахстане решается путем строительства локальных систем водоснабжения и крупных групповых межхозяйственных водопроводов, позволяющих подавать пресную воду на значительные расстояния в районы с дефицитом пресноводных источников. К безводным объектам вода подвозится железнодорожным и автомобильным транспортом. Себестоимость привозной воды очень высока: она в 8...10 раз дороже, чем опреснение на месте. Строительство групповых систем водоснабжения требует больших объемов капитальных вложений и не всегда может осуществляться из-за отсутствия многодебитных источников для организации водозабора. Большие средства расходуются на поиски пресных источников: значительная часть скважин и шахтных колодцев не используется после их сооружения, так как дает минерализованную воду.

Небольшие суточные водопотребления сельских поселков, отделений и ферм делают нецелесообразным и транспортировку малых объемов воды на значительные расстояния по трубопроводам и каналам.

Для сравнения различных вариантов водоснабжения сельских объектов и обоснованного подбора средств опреснения нужны отдельные приемы оценки вариантов водоснабжения. Необходимы детальные исследования технических возможностей существующих опреснительных установок при работе на минерализованной воде с различной величиной содержания солей, жесткости и соотношения ионов растворенных солей. Эти факторы оказывают существенное влияние на производительность опреснительных установок, качество получаемой воды и ее себестоимость. Снабжение водой отгонных пастбищ и скотопрогонных трасс экономически выгодно осуществлять при помощи передвижных опреснительных установок, которые позволяют обслуживать за смену несколько пастбищных водопойных пунктов. В этом случае при экономическом обосновании необходимо учитывать скорость передвижной установки, радиус водопоя, дебит и запас воды источника, состояние дорог, сменную нагрузку на одну установку и т.д. Во всех случаях при обосновании применения как стационарных, так и передвижных установок необходим детальный экономический расчет, учитывающий все факторы, влияющие на себестоимость опресненной воды /2/.

Многолетние исследования работы опреснительных установок в реальных хозяйственных условиях позволили выявить технико-экономические показатели опреснения, определить надежность процесса, провести усовершенствование опреснительных установок. Ведутся работы по испытанию опытных образцов передвижных опреснительных установок, предназначенных для пастбищного водоснабжения.

Технические характеристики рекомендуемых к применению установок приведены в таблице I.

Таблица I

Технические характеристики электродиализных
опреснительных установок

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Тип установки				
			ЭДУ I- 400x2	ЭДУ I- 400x4	ЭДУ I- 400x6	НИИПМ- 36x2	ПЭДУ- 100
1.	Пределы минерализации исходной воды	г/л	3-10	3-10	3-10	3-6	3-14
2.	Минерализация опресненной воды	г/л	до I	до I	до I	до I	до I
3.	Количество электродиализаторов	шт	2	4	6	2	2
4.	Потребляемая мощность	квт	20	30	40	6	25
5.	Производительность	м ³ /сут	100	200	300	50	50-100
6.	Управление	-	полу- автом.	полу- автом.	полу- автом.	полу- автом.	полу- автом.
7.	Тип установки	-	стац.	стац.	стац.	стац.	передв.
8.	Себестоимость получаемой воды	коп/ м ³	15-120	14-100	10-25	40-100	60-400
9.	Стоимость установки	тыс. руб.	17	31	44	23	40
10.	Удельный расход электроэнергии	квт.ч м ³	2-3	2-3,5	3-5	1,5-3	3-5
11.	Размер помещения для установки	м	4x6	4x8	6x10	4x6	на автомобиле ЗИЛ-133Г
12.	Завод-изготовитель	-	АЭМЗ	АЭМЗ	АЭМЗ	Тамбовский машино- строи- тель- ный	опытная

Из таблицы I видно, что производительность установок позволяет решать задачи водоснабжения мелких и средних сельских водопотребителей, а при создании станций опреснения на базе выпускаемых установок – и более крупных водопотребителей.

При незначительной стоимости установок и невысоких капитальных затратах на строительство здания под опреснительную станцию основным фактором, влияющим на себестоимость воды, являются эксплуатационные затраты. При этом затраты на электроэнергию составляют менее 5%, а основные затраты приходятся на заработную плату, которая составляет более 20% от всех эксплуатационных расходов. Если учесть, что стационарные установки обслуживаются одним оператором в смену, то поддержание стабильной производительности или ее увеличение ведет к существенному снижению себестоимости получаемой воды. Поэтому при выборе типа установки и схемы опреснения очень важен правильный подбор режима работы, который зависит от солевого состава исходной воды, ее жесткости и класса.

Экономическая оценка применения электродиализных опреснительных установок в сравнении с подвозом воды транспортом или подачей по трубопроводам может быть выполнена по известной зависимости:

$$\Delta_r = [(C_c + E_n \cdot K_c) - (C_n + E_n K_n)] \cdot Q_{\text{год}} \cdot \text{руб/год}, \quad (I)$$

где

C_c – себестоимость существующего метода подачи воды потребителю, руб/м³;

K_c – удельные капитальные затраты существующего метода подачи воды потребителю, руб/м³;

C_n – себестоимость получения воды на опреснительной установке, руб/м³;

K_n – удельные капитальные затраты получения воды на опреснительной установке, руб/м³;

E_n – нормативный коэффициент окупаемости капитальных вложений, принимаемый 0,12;

$Q_{\text{год}}$ – годовой объем водопотребления объекта, м³/год.

Себестоимость и удельные капитальные вложения существующего метода подачи пресной воды потребителям известны в каждом конкретном хозяйстве, а себестоимость и удельные капитальные затраты получения опресненной воды на прилагаемых к внедрению типах

электродиализных опреснительных установок приводятся на рис. I в графическом виде в зависимости от минерализации природной воды.

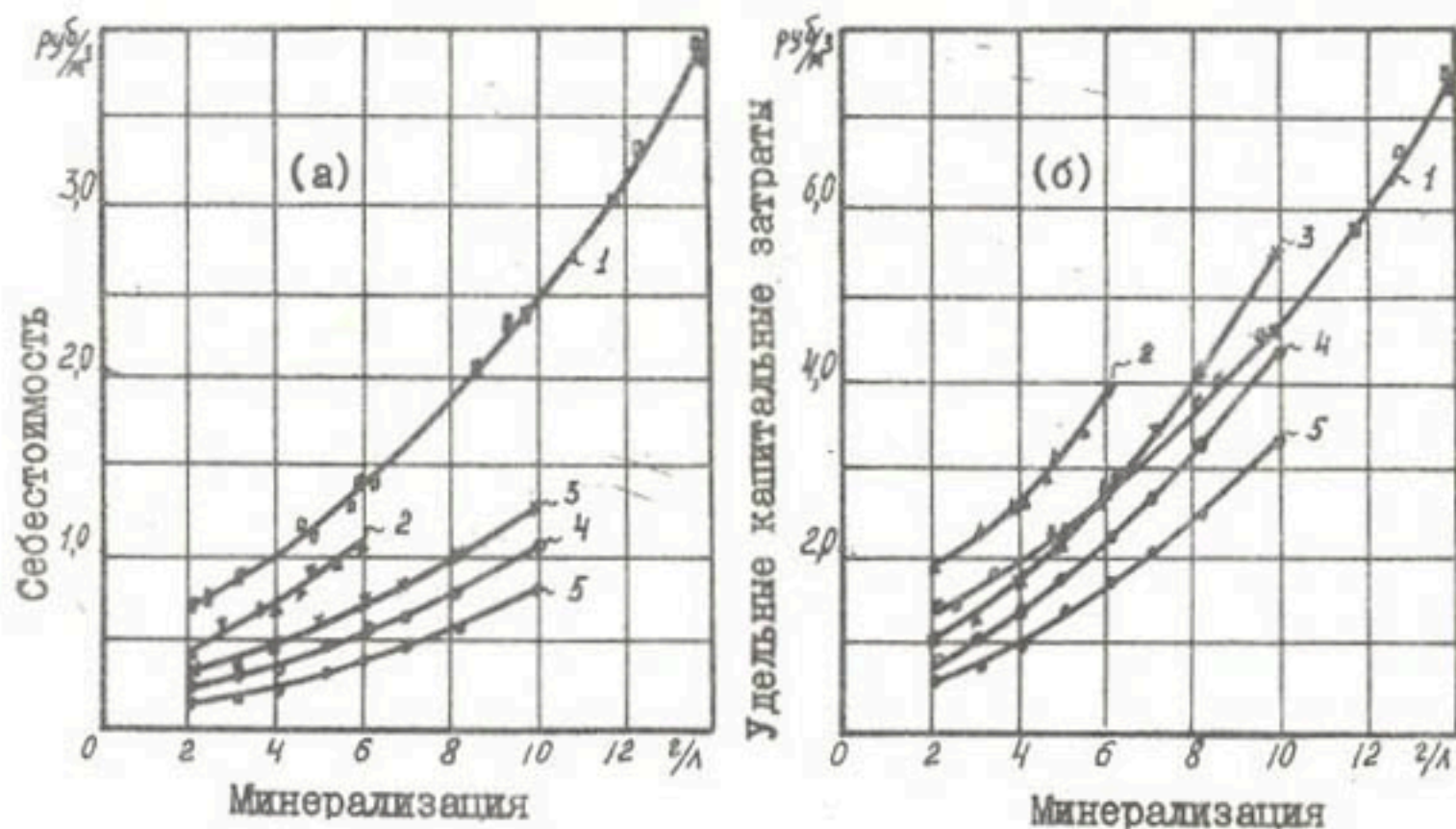


Рис. I. Изменение себестоимости опресненной воды (а) и удельных затрат на опреснение (б) в зависимости от минерализации исходной воды.
1 - ПЭДУ-100, 2 - НИИПМ-25х2, 3 - ЭДУИ-400х2, 4 - ЭДУИ-400х4, 5 - ЭДУИ-400х6.

По формуле (I) определяется экономическая эффективность, и если результат получен с отрицательным знаком, то это внедрение опреснительных установок нецелесообразно. Расчеты экономической эффективности применения стационарных электродиализных опреснительных установок показали, что опреснение природной воды соле-содержанием до 10 г/л экономически выгоднее, чем подвоз ее авто-водо-возами на расстояние более 30 км по грунтовым дорогам и 50 км по дорогам с асфальтовым покрытием. Применение передвижной уста-новки ПЭДУ-100 для получения опресненной воды в условиях пастбищ-ного водоснабжения целесообразнее, чем подвоз пресной воды к во-доп-ойным пунктам на расстояние более 25 км.

Исследования работы опытной передвижной опреснительной установки ПЭДУ-100 на отгонных пастбищах позволили выявить возможный радиус ее использования, количество обслуживающих водопойных пунктов и установить необходимые требования к дебиту источника с минерализованной водой, скорости передвижения, затратам времени на обслуживание установки, квалификации обслуживающего персонала и т.д. Установлено, что передвижная опреснительная установка типа ПЭДУ-100 может обслуживать до 3-х водопойных пунктов в смену, создавая на каждом суточный запас воды необходимого качества. При этом себестоимость получаемой воды намного ниже, чем при доставке автоводовозами, а качество ее значительно выше. Достигается экономия топлива и снижается численность рабочих, занятых в обслуживании водопойных пунктов.

При работе стационарных опреснительных установок себестоимость получаемой опресненной воды близка к себестоимости воды из традиционных пресных водисточников, их применение позволяет улучшить социальные и бытовые условия сельского населения и рационально решать вопрос использования больших запасов минерализованных поверхностных и подземных вод. При этом качество опресненной воды удовлетворяет требованиям ГОСТ 2874-73 "Вода питьевая" и СНиП П-81-74, достигается экономия топлива и высвобождаются трудовые ресурсы, занятые подвозом пресной воды.

Таким образом, одним из способов эффективного и рационального использования минерализованных поверхностных и подземных вод в сельскохозяйственном водоснабжении является их опреснение на стационарных и передвижных опреснительных установках. При этом решаются не только технические и экономические, но и социальные задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г а с а н о в П.М. Опреснение минерализованных вод в сельском хозяйстве. — А-Ата: Кайнар, 1979.
2. Р ы б и н ц е в Ю.П. и др. Разработка конструкции и испытание узлов передвижной электродиализной опреснительной установки для водоснабжения пастбищ. — в сб.: Методы повышения технического уровня и водообеспечения систем сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ. Ташкент, 1983, с.86-94.

М.Н. Нурпеисов
инженер
(КазНИИВХ)

ВОДОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Необходимость организации рационального комплексного использования водных ресурсов составляет сегодня одну из важнейших социально-политических проблем. Составной частью решения этой проблемы является широкое внедрение на водопроводах прогрессивной технологии водоочистки. Одним из эффективных методов очистки природных вод является повышение адгезионных свойств фильтрующих материалов путем модификации их химическими реагентами /1/. Очистка воды в режиме модификации позволяет повысить степень очистки воды и сократить эксплуатационные затраты. Снижение эксплуатационных затрат проводится не только за счет экономии химических реагентов, но и вследствие значительного сокращения расхода воды на собственные нужды, которые составляют 6...8% от производительности очистных сооружений /2/.

В традиционных схемах очистки вода на собственные нужды расходуется в основном на приготовление коагулянта, хозяйственно-бытовые нужды, и самый максимальный расход приходится на промывку фильтров. Промывка фильтров производится с целью регенерации задерживающей (адгезионной) способности фильтрующей загрузки. Осадок, задержанный в порах загрузки, сужает сечение пор. В связи с этим увеличиваются гидродинамические силы фильтрационного потока, отрывающие частицу от поверхности зерен фильтрующей загрузки. Для восстановления задерживающей способности загрузки необходимо удалить отфильтрованный осадок. Регенерация фильтрующей загрузки осуществляется промывкой слоя загрузки снизу вверх во взвешенном состоянии /3/. Интенсивность и время промывки зависят от диаметра зерен и высоты слоя фильтрующей загрузки, периодичность промывки – от мутности исходной воды, поступающей на фильтр. Промывные воды, как условно-чистые, без очистки сбрасываются обратно в водоем.

На Тобольском водопроводе промывка немодифицированных фильтров производится в соответствии с установленными нормами: при диаметре зерен загрузки 0,8...2,0 мм интенсивность промывки

составляет 10...12 л/с на 1 м² площади фильтра, время 8 минут, периодичность - 48...72 часа при мутности исходной воды 8...6 мг/л.

Модификация фильтрующей загрузки улучшает их адгезионные свойства, что в свою очередь позволяет увеличить продолжительность полезного действия фильтра от промывки до промывки и сократить их количество. Модификация фильтров производится по следующей технологической схеме. Раствор сернокислого алюминия (10...12%), который хранится в баках мокрого хранения, реагентными насосами подается на фильтры. С помощью перфорированных труб, уложенных в фильтрах над поверхностью фильтрующего слоя, раствор равномерно вводится в осветляемую воду. Вода, смешиваясь с коагулянтом, образует модифицирующий раствор сернокислого алюминия 0,1...0,2% концентрации, который, проходя через слой загрузки, модифицирует его. После 5...10 минут модификации подача коагулянта прекращается, и фильтры работают без предварительного коагулирования воды. Это стало возможным потому, что благодаря модификации электрокинетический потенциал поверхности зерен фильтрующей загрузки стал положительным, к которым более интенсивно прилипает отрицательно заряженная взвесь.

В процессе заиливания пор модифицированной загрузки осадком из задерживаемых частиц уменьшается положительный потенциал зерен фильтра, уменьшается зона электростатического захвата зерен и увеличивается концентрация взвеси в воде, проходящей через эту загрузку. В связи с этим фильтр должен быть промыт, затем снова обработан раствором коагулянта и включен в работу, т.е. нужно произвести все операции для регенерации адгезионной его активности.

По мере прилипания частиц взвеси вокруг модифицированного зерна фильтра контактная поверхность от него удаляется и положительный его потенциал ослабевает. Силы прилипания не могут удерживать частицу на контактной поверхности загрузки, так как одновременно увеличиваются гидродинамические силы фильтрационного потока в поровых каналах зернистой загрузки, сечение которого также к этому времени уменьшается.

После задержания в слое фильтра количества осадка, предельного в данных условиях (скорость фильтрования, свойства взвеси и фильтрующей среды), дальнейшее накопление осадка прекращается.

Следовательно, необходимо увеличить силы прилипания частиц взвеси к контактной поверхности для превышения ее над гидродинамическими силами фильтрационного потока. Потенциал поверхности зерна фильтра изменить невозможно, так как он уже изолирован пленкой грязевых отложений. Остается путь повышения адгезионных сил между частицами взвеси и контактной поверхностью грязевых отложений. Теоретически это возможно за счет создания на самой поверхности грязевой пленки в загрязненной фильтрующей среде зарядов, противоположных зарядам взвешенных частиц и коллоидов. Проведение вторичной модификации реагентами без удаления осадков с поверхности зерен фильтра способствует образованию на них пленки из положительно заряженных ионов и гидроокиси алюминия. При этом возникают новые силы взаимодействия F' между частицами загрязнений и модифицированной уже контактной поверхностью, на которой силы прилипания были снижены до величины F_{min} (рис. I).

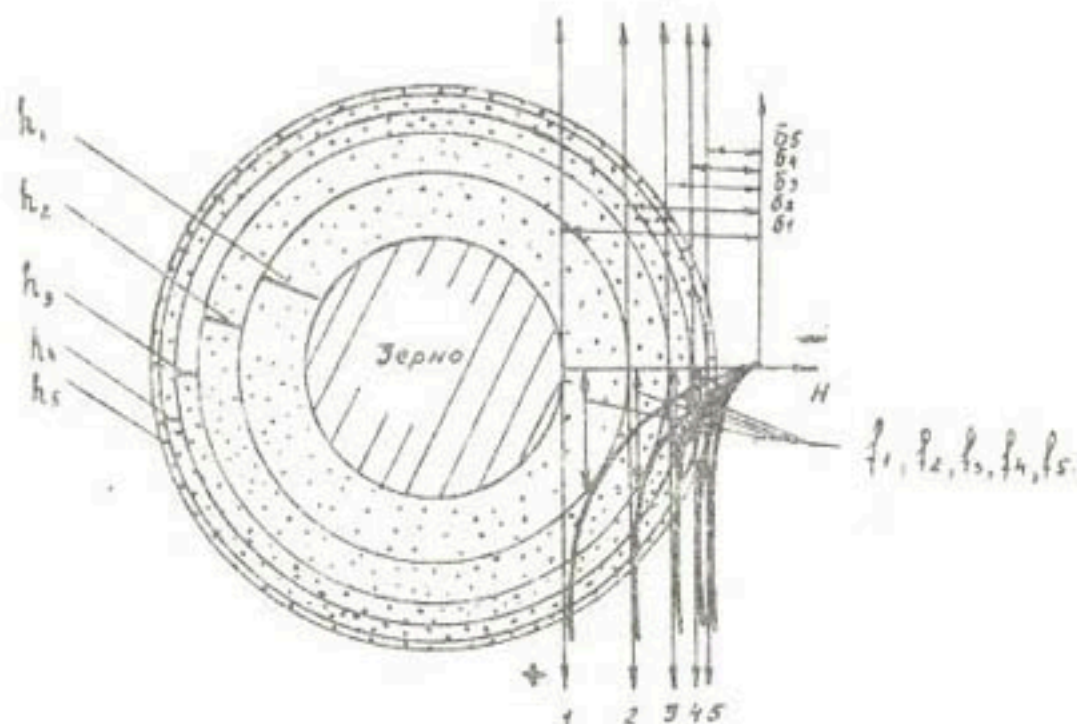


Рис. I. Схема взаимодействия частиц взвеси и контактной поверхности прилипания загрузки при многократном модифицировании.

- 1, 2, 3, 4, 5 - равнодействующие силы прилипания;
 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4, \sigma_5$ - ширина зоны электростатического захвата;
 f_1, f_2, f_3, f_4, f_5 - минимальные силы прилипания между частицей и контактной поверхностью, удерживающие частицу на поверхности;
 h_1, h_2, h_3, h_4, h_5 - возможная толщина грязевой пленки после многократной модификации.

Вокруг первичной грязевой пленки толщиной h_{np} образуется новый слой осадка, толщина которого h'_{np} будет определяться силами f' и более повышенными гидродинамическими силами фильтрационного потока. Новые силы прилипания, противодействующие гидродинамическим силам, в этом случае будут доведены до f_{min} . После "вторичной" модификации опять увеличивается интенсивность прилипания частиц взвесей к заиленной поверхности зерен фильтрующего слоя. Эти выводы подтверждаются механизмом повышения эффективности задерживания суспензии при фильтровании методом активации поверхности зерен песка. Например, при осветлении воды через фильтрующую загрузку с одновременной подачей полиэлектrolита образуется на поверхности зерен фильтра пленка с положительным зарядом. Полиэлектrolит дозируется непрерывно, и происходит постоянное обновление пленки. Но так как контактная поверхность взаимодействия с частицами взвеси постепенно удаляется от поверхности зерна фильтра по мере задержания частиц загрязнений, то в дальнейшем активации подвергается не поверхность зерна фильтра, а поверхность грязевой пленки вокруг него /4/.

Проведенные опыты с "повторными" модификациями в лаборатории и на промышленных фильтрах Тобольского водопровода также подтвердили их правильность и целесообразность.

После каждой последующей модификации значения минимальных сил прилипания, способных задержать частицы взвеси, увеличиваются, а расстояния контактных поверхностей от первоначальных модифицированных поверхностей уменьшаются. Таким образом, повторную модификацию внутренней поверхности загрузки можно успешно проводить до тех пор, пока силы прилипания на поверхности загрузки, обусловленные модификацией, уже не смогут больше противодействовать гидродинамическим силам фильтрационного потока

9

$$f_{нач} = f_{min} \leq 9. \quad (1)$$

На рис. I схематично показана картина взаимодействия сил прилипания и образования грязевых отложений на контактных поверхностях после каждой повторной модификации.

По мере сужения пор за счет увеличения толщины слоя осадка

увеличиваются гидродинамические силы потока воды q :

$$q_1 < q_2 < q_3 < q_4 < q_5 < q_6. \quad (2)$$

И уменьшается зона электростатистического захвата $\mathcal{G}$:

$$\mathcal{G}_1 > \mathcal{G}_2 > \mathcal{G}_3 > \mathcal{G}_4 > \mathcal{G}_5 > \mathcal{G}_6. \quad (3)$$

После каждой повторной модификации толщина слоя осадка, образованного в результате последующей модификации, меньше слоя осадка, образованного после предыдущей модификации:

$$h_1 > h_2 > h_3 > h_4 > h_5 > h_6. \quad (4)$$

В результате увеличения скоростей фильтрационного потока увеличиваются силы, отрывающие частицу от контактной поверхности. Поэтому значения минимальных сил прилипания, удерживающих частицу на поверхности, должны соответственно увеличиваться, чтобы противодействовать увеличивающимся гидродинамическим силам.

После того, как модифицированная поверхность будет обволакиваться слоем задержанных загрязнений, роль контактной поверхности будет выполнять поверхность грязевой пленки, расстояние которой от первоначальной поверхности меняется со временем в процессе задержания частиц. Модифицирование поверхности грязевой пленки, образованной из отрицательно заряженных частиц взвеси, вызывает ее перезарядку. Продукты гидролиза сернокислого алюминия, адсорбируясь на поверхности осадка, придают ей положительный заряд. Это подтверждено опытами по определению знака заряда загрязнений, удаляемых после многократной модификации промывной водой. Знак заряда осадка в промывной воде стал положительным (табл. I), тогда как до повторной модификации взвесь, отфильтрованная в осадок, в загрузке имела отрицательный заряд. Теоретические предпосылки о возможности проведения многократной модификации были подтверждены экспериментальными исследованиями, выполняемыми на производственных фильтрах.

Применение многократной модификации на производственных фильтрах позволило в 2 раза увеличить время их полезного действия.

Таблица I

Электрокинетические показатели поверхности загрузки и взвеси до и после промывки модифицированного фильтра

Исследуемые частицы	Потенциал частиц, мВ		
	до модификации	после модификации (до промывки)	после промывки
Песок кварцевый	-35...-38	+10...+15	-15...-20
Керамзит дробленый	-44...-49	0...+5	-18...-25
Взвесь	-28	-28	0...+5

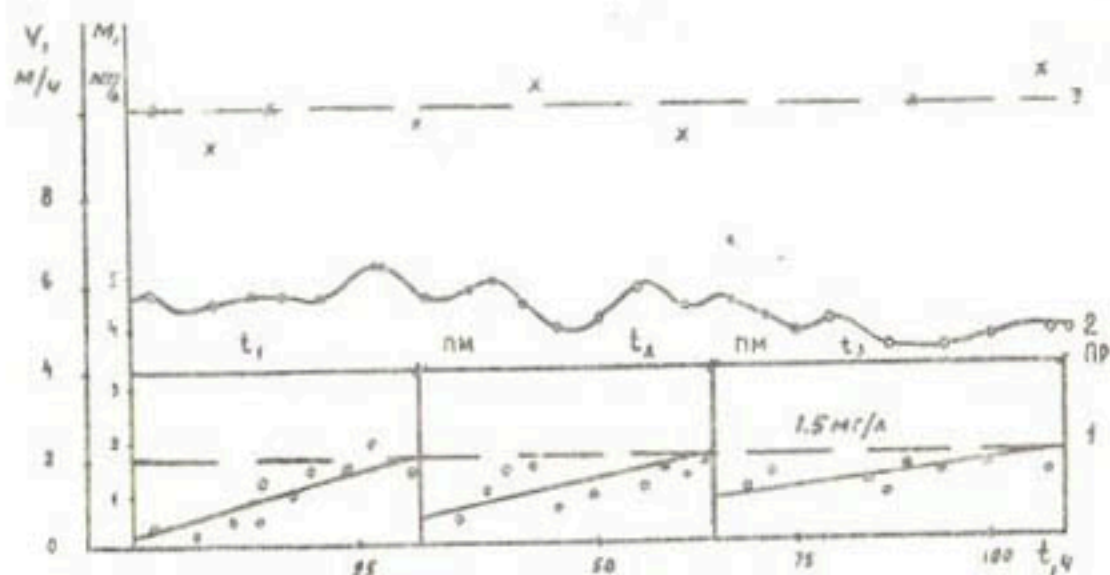


Рис. 2. Графики осветления воды в режиме многократной модификации 0,2% раствором сернокислого алюминия на производственных фильтрах:

- 1 — мутность фильтрата; 2 — мутность исходной воды;
3 — скорость фильтрования; ПМ — повторные модификации;
ПР — промывка фильтра.

Повторные модификации проводились без промывки фильтра. После достижения мутности фильтрата предельной величины (1,5 мг/л) в осветляемую воду, без остановки фильтра, вводился раствор коагулянта 5...10% концентрации. Введение раствора коагулянта в осветляемую воду осуществлялось с помощью перфорирован-

ных труб, установленных на высоте 5...10 см от поверхности загрузки. Время введения раствора назначалось в зависимости от подачи насоса, крепости коагулянта в баках хранения и требуемой концентрации модифицирующего раствора (0,1 и 0,2%).

Время полезного действия фильтров, работающих в режиме многократной модификации, складывается из времени полезного действия между модификациями: $t_1 + t_2 + t_3$ (рис.2).

Таким образом, многократная модификация сводится к периодическому кратковременному введению в фильтруемую воду раствора сернокислого алюминия, без остановки фильтра. Количество повторных модификаций зависит от степени насыщения пор загрузки задержанным осадком и, как следствие этого, от роста потерь напора. Когда потери напора достигают предельных величин, фильтр останавливается на промывку.

Увеличение продолжительности фильтроцикла за счет многократной модификации ведет к тому, что количество промывок сокращается на столько, сколько повторных модификаций будет проведено в течение общего фильтроцикла. На производственных фильтрах Тобольского водопровода число промывок фильтров сократилось почти в 2 раза в год, по сравнению с технологией очистки воды методом коагуляции, и, следовательно, во столько же раз уменьшилось потребление воды на собственные нужды очистных сооружений из водоема (табл.1).

При очистке воды в режиме коагуляции раствор сернокислого алюминия непрерывно подается на смеситель концентрацией 2...3%. На растворение и разбавление до необходимой концентрации рабочего раствора коагулянта требуется 12 м³ воды в сутки, которые также нужно брать дополнительно из водоема.

Таблица 2

Сравнение расходов воды на собственные нужды очистных сооружений при различных методах очистки

Показатели	Методы очистки	
	коагуляция	модификация
I	2	3
Количество фильтров, шт	4	4
Расход воды на промывку I фильтра, м ³	250	250

Продолжение табл.2

I	2	3
Продолжительность фильтро-цикла, сут	2,5...3,0	4,5...5,0
Количество промывок в год	72	50
Общий расход промывной воды, м ³	72000	50000
Расход воды на приготовление раствора коагулянта, м ³ /год	3000	-
Общий расход воды на собственные нужды, м ³ /год	75000	50000

Примечание: Вода в р.Тобол подвергается очистке в течение 7...8 месяцев в году.

Таким образом, применение эффективной технологии очистки воды методом многократной модификации позволяет снизить забор воды из водоемщика на собственные нужды в количестве 25000 м³ в год при очистке 2,5 млн.м³ воды. Общее потребление воды из поверхностных источников групповыми водопроводами в Казахстане составляет около 100 млн.м³ в год. Внедрение технологии многократной модификации в Казахстане обеспечит сокращение расхода водных ресурсов в объеме 100 тыс.м³ в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. О в о д о в а Н.В., О в о д о в а В.С. Рекомендации по применению метода модификации загрузки осветленных фильтров, работающих в режиме объемного фильтрования на водопроводных очистных сооружениях. - Новочеркасск, НИИ, 1976. - II с.
2. СНиП П-31-74. Водоснабжение. Наружные сети. Нормы проектирования. - Введ. 01.10.74. - 150 с.
3. К а с т а л ь с к и й А.А., М и н ц Д.М. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения. - М.: Высшая школа, 1962. - 558 с.
4. К л я ч к о В.А., Р у к а в и ш н и к о в Г.А. Увеличение грязеемкости скорых фильтров. - Водоснабжение и санитарная техника, 1968, № 4, с.16-18.

А.Т.Базарбаев
инженер
(КазНИИВХ)

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ПРОМЫВКИ ВЕРХНИХ БЬЕФОВ ГИДРОУЗЛОВ ГОРНОПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ

Интенсивное развитие мелиорации земель приводит к максимальному отбору воды и ее источников. В настоящее время в вегетационный период сток большинства рек юга Казахстана полностью забирается на орошение, что исключает применение традиционных гидравлических способов борьбы с наносами при водозаборе с помощью пескогравиеловок, наносоперехватывающих галерей, циркуляционных порогов и др.

В условиях дефицита водных ресурсов проблема оптимизации промывного режима гидроузлов актуальна: на промыв наносов в отдельных случаях расходуется до 10% суточного стока в самый напряженный вегетационный период.

С целью выбора расчетных формул по определению объема смыва наносов и оптимального режима промыва на Талгарском и Иссыкском гидроузлах были выполнены натурные наблюдения, в ходе которых определялись объем и фракционный состав отложившихся и смытых наносов, гидравлические характеристики потока, продолжительность межпромывного периода и длительность промыва наносов из верхнего бьефа.

Объем наносов определялся нивелирной съемкой по закрепленным створам через 10 м. Съемка верхнего бьефа производилась двукратно, до и после промыва наносов, которая включала измерения глубины воды через 2,5 м в поперечнике гидрометрической штангой, с одновременным фиксированием горизонта воды с обеих берегов нивелирной съемкой. Объем смытых наносов определяется методом наложения поперечников, построенных по результатам первой и второй съемок.

Результаты натурных исследований сопоставлялись с расчетными формулами. Ф.Ш.Мухамеджанова /1/, В.А.Мухина /2/, К.Ф.Артамонова и др. /3/ (табл.1).

По результатам сопоставления расчетных и натурных данных построен график зависимости $W_{см}^{факт} = f(W_{см}^{расч})$ (рис.1),

где $W_{см}^{факт}$ - фактический объем смытых наносов, m^3 (натурные данные);
 $W_{см}^{расч}$ - расчетный объем смытых наносов, m^3 (по формулам 1, 2, 3).

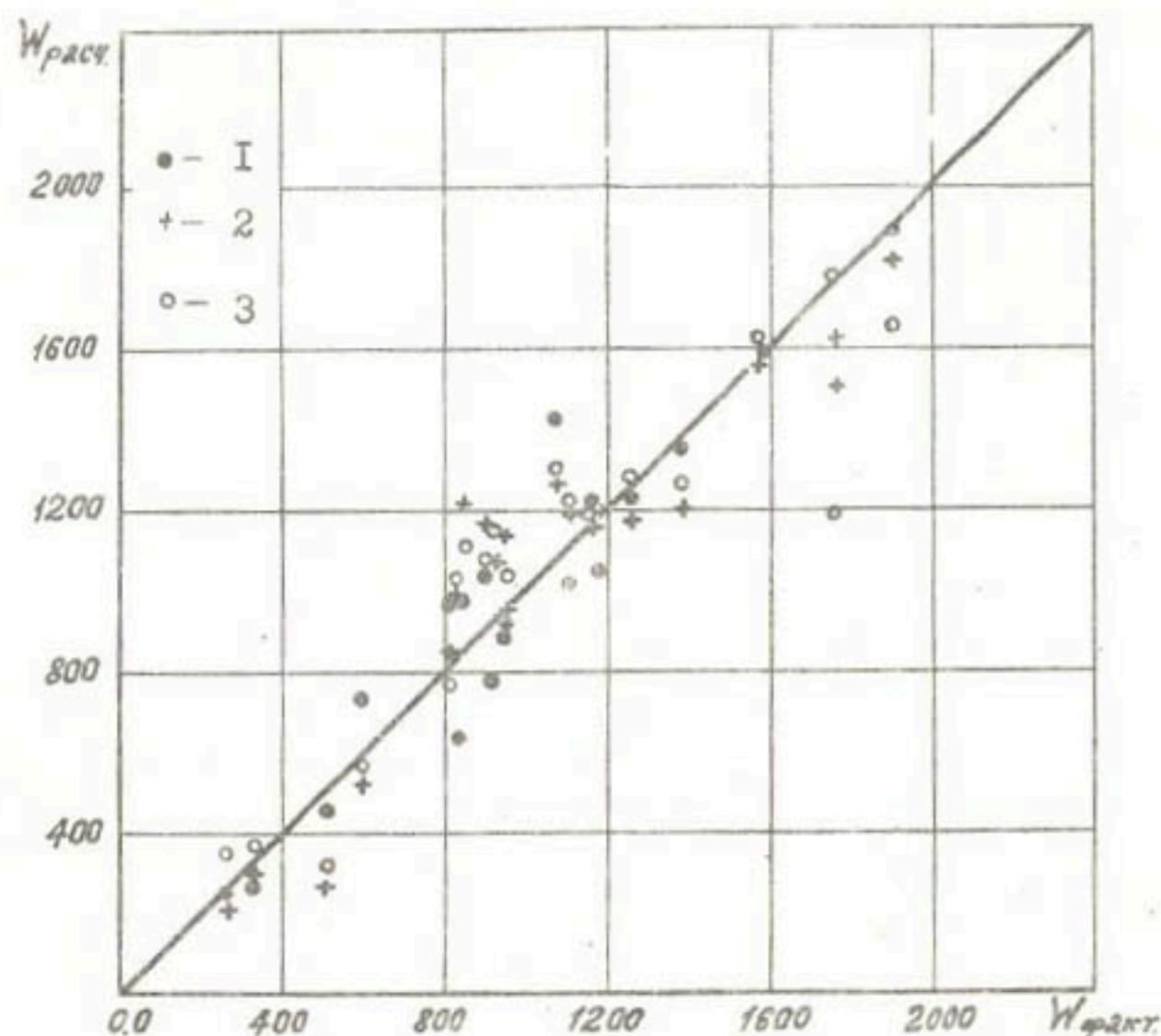


Рис. 1. Сопоставление фактических и расчетных объемов смыва наносов при промывке верхнего бьефа Талгарского гидроузла:
 по формуле: 1 - Мухамеджанова Ф.Ш., 2 - Мухина В.А.,
 3 - Артамонова К.Ф.

Среднеквадратичное отклонение расчетных значений от натурных данных составили: по формуле Ф.Ш.Мухамеджанова (1) - 16%, В.А.Мухина (2) - 19%, К.Ф.Артамонова и др. (3) - 18%.

Применимость формул (2) и (3) для практических расчетов ограничивается тем, что неизвестные параметры, входящие в форму-

Таблица I

Автор	Ф о р м у л а	Условные обозначения
Ф.Ш.Мухамеджанов (1)	$W_{cm} = \varepsilon A_2 h_c^{1,132} Q_{np}^{0,79} T_{np}^{0,433}$ (1) $\varepsilon = \frac{W_3}{W_a}$	W_3 - объем занесения верхнего бьефа; W_a - аккумулирующая емкость, м ³ ; A_2 - экспериментальный коэффициент; h_c - расчетное снижение горизонта воды в верхнем бьефе, м; Q_{np} - промывной расход, м ³ /с; T_{np} - время промыва, с; W_{cm} - объем смытых наносов, м ³ .
К.Ф.Артамонов, А.Н.Крошкин, Г.В.Калиниченко (3)	$T = \frac{0,6 K_{сж} K_{\varphi} \gamma_n \cdot L^{2,2}}{K_n^{0,5} \cdot g^{0,2} Q_{np}^{0,5} h^{0,2}}$ при известном h и T $W_{cm} = \left(\frac{K_n^{0,5} \gamma_n h^2 B \cdot Q_{np} T}{K \gamma_n} \right)^{\frac{1}{2}}$ (2) $B = \frac{2,6}{i_k^{0,2}} \left(\frac{Q_{np}}{\gamma g} \right)^{0,4}$	γ - объемный вес воды, кг/м ³ ; h - средняя толщина смыва в створе промывных отверстий, м; B - ширина устойчивого протекания промывного расхода, м; $K_n = \frac{d_{95}}{d_{ср}}$ - коэффициент неоднородности наносов; $K_n = 2,8$ - для горно-предгорных рек; K - безразмерный коэффициент; $K = 1$ на прямолинейных участках; $K = 2$ на криволинейных участках.
В.А.Мухин (2)	$T = \frac{\gamma_n \cdot d_{ср}^{0,615} W_{cm}^{2,32}}{18000 \varepsilon A^{0,92} \cdot Q_{np}^{1,86} \cdot H^{2,63}}$ после преобразования: $W_{cm} = \left(\frac{18000 \varepsilon A^{0,92} Q_{np}^{1,86} H^{2,63}}{\gamma_n d_{ср}^{0,615}} T \right)^{\frac{1}{2,32}}$ (3) $\varepsilon = \frac{1}{1+\varphi}$	$\gamma_n = 1650$, объемный вес наносов, кг/м ³ ; $d_{ср}$ - средний диаметр отложений наносов, мм; H - глубина размыва отложений перед сооружением, м; $A = 1$, параметр устойчивости; φ - параметр турбулентности; ε - коэффициент, учитывающий гидравлическую крупность наносов.

лы h и H , определяются по материалам нивелирной съемки, производимой в натуральных условиях.

Наиболее приемлемой для практических расчетов является формула (1), где неизвестными параметрами являются ξ и h_c , определяемые расчетным путем.

$$h_c = \nabla_{нпу} - h_{кр},$$

где $\nabla_{нпу}$ — отметка нормального подпертого уровня;
 $h_{кр}$ — критическая глубина, устанавливаемая на пороге водосбросных отверстий при промыве.

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q_{кр}^2}{g B_{сб}^2}},$$

где α = 1,1 коэффициент Кориолиса;
 $B_{сб}$ — ширина водосбросных отверстий;
 $\xi = \frac{W_3}{W_a}$ — относительный объем занесения, также определяется расчетом.

Для предварительных расчетов объем занесения W_3 определяется по формуле С.Т.Алтунина [4/].

$$W_3 = \alpha_{ср} \cdot \beta_{ср} \frac{G_{вл}}{\gamma_0} T, \quad (4)$$

где $\alpha_{ср}$ = 1...2 — доля участия взвешенных наносов в первый период формирования;
 $\beta_{ср}$ = 0,31...0,94 — коэффициент накопления отложений в подпертом бьефе;
 $G_{вл}$ — расход влекомых наносов, кг/с;
 T — время занесения верхнего бьефа, с;
 γ_0 — объемный вес наносов, кг/м³.

Расход влекомых наносов можно определить по формуле ВНИИКа мелиорации, при $\frac{H}{\alpha_{отм}} < 10$, $\frac{B}{H} > 10$, с уточнением непереводящей скорости $v_{a,n}$.

$$G_{вл} = K \cdot \alpha_i \cdot \beta_i \frac{v_{ср}^3}{H^{1,5}} (v_{ср} - v_{a,n}), \quad (5)$$

где α_i — коэффициент, учитывающий обеспеченность $P\%$ максимального расхода воды для среднеегодового года;

β_1 - коэффициент, учитывающий форму гидрографа, при первой волне паводка $\beta_1 = 2$, для второй $\beta_1 = 1$, для последующих и на спаде паводка $\beta_1 = 0,4$, для расходов осредненных за период транспорта наносов $\beta_1 = 1,0$.

Для среднегодового расхода за период влечения наносов округлой формы $\alpha, \beta_1 = 0,07$ и наносов пластинчатой формы $\alpha, \beta_1 = 0,05$.

κ - коэффициент, учитывающий влияние формы зерен наносов.

Округлая и эллипсоидная форма $\kappa = 1$, плоская форма $\kappa = 0,7 \dots 0,8$;

v_{cp} - средняя скорость потока в естественном русле;

H - средняя глубина воды в бытовом русле.

В формуле (5) среднюю неподвижную скорость потока $v_{ан}$, при которой прекращается движение влекомых наносов диаметром, предлагается определить как скорость, соответствующую началу движения влекомых наносов v_n . Эта скорость определяется из формулы:

$$v_n = \frac{Q_0}{\omega_0},$$

где Q_0 - расход воды, соответствующий началу движения влекомых наносов, определяемый по зависимости:

$$Q_0 = 0,45 \cdot i^{2,27} \cdot Q_{10\%}, \quad (6)$$

ω_0 - живое сечение потока при Q_0 , определяется по данным гидрометрических наблюдений или по зависимости:

$$\omega_0 = 0,56 \cdot i^{-0,33} \cdot Q_0^{0,33}, \quad (7)$$

где $\chi_3 = f(i_0)$ при $i \geq 0,01$ $\chi_3 = 0,5$.

Аккумулирующая емкость (объем) гидроузла W_a обычно определяется из проектных материалов, в случае их отсутствия ее можно определить по формуле /5/:

$$W_a = \frac{0,5 \cdot h_{гг}^2 \cdot B_{cp}}{i - J_0}, \quad (8)$$

где B_{cp} – средняя ширина верхнего бьефа;
 i – бытовой уклон дна реки;
 J_0 – средний продольный уклон поверхности гряды занесения, при $\varepsilon = 1$;
 h_{rp} – высота фронта гряды, определяемая по формуле:

$$h_{rp} = \frac{\Delta H^2}{H_0}, \quad (9)$$

где H_0 – величина напора;
 $\Delta H = H_0 - H$ – величина подпора;
 H – глубина воды в бытовом русле.

Анализ результатов сопоставления натуральных данных с расчетными формулами указанных авторов позволил рекомендовать формулу Ф.Ш.Мухамеджанова (I) для выполнения проектных расчетов. Использование формулы (I) для практических расчетов позволит оптимизировать время продолжительности промыва и сократить неэффективный сброс оросительной воды в нижний бьеф, обоснованно назначить сроки промыва наносов из верхнего бьефа гидроузла.

При известном объеме отложений наносов W_3 , подлежащем смыву, оптимальное время промыва наносов из верхнего бьефа определяется преобразованием формулы (I):

$$T_{пр} = \left(\frac{W_3}{\varepsilon \cdot A_2 \cdot h_c^{0.112} \cdot Q_{пр}^{0.79}} \right)^{\frac{1}{0.433}} \quad (10)$$

ПРИМЕР РАСЧЕТА

Исходные данные.

Низконапорный водозаборный узел, построенный в предгорной зоне, средневзвешенный уклон дна русла реки $i = 0,03$. Среднесуточный расход реки за период отложения наносов $Q_p = 20 \text{ м}^3/\text{с}$. Руслоформирующий расход $Q_{10\%} = 67,4 \text{ м}^3/\text{с}$. Средняя глубина в русле реки $H = 0,767 \text{ м}$, нормальный эксплуатационный напор плотины $H_0 = 3,6 \text{ м}$, ширина водосбросных отверстий $B_{сб} = 16 \text{ м}$, средняя ширина верхнего бьефа $B_{cp} = 25 \text{ м}$. Средневзвешенный диаметр русловых отложений $d_{отл} = 0,232 \text{ м}$, средневзвешенный диаметр влекомых наносов $d_{ср} = 0,042 \text{ м}$. Длительность межпромывного периода $T = 48 \text{ час } 45 \text{ мин}$. Промыв наносов из верхнего бьефа про-

изводится при полном открытии затворов водосбросных отверстий. Требуется рассчитать объем наносов, отложившихся в верхнем бьефе за межпромывной период при расчетном расходе и определить оптимальное время промыва наносов из верхнего бьефа гидроузла.

1. Определяем площадь живого сечения русла реки, соответствующую расчетному расходу Q_p по формуле (7):

$$\omega = 0,56 \cdot i^{-0,33} \cdot Q_p^{0,5} = 0,56 \cdot 0,03^{-0,33} \cdot 20^{0,5} = 7,96 \text{ м}^2$$

2. Определяем ширину русла реки по урезу воды при прохождении расчетного расхода:

$$B = \frac{\omega}{H} = \frac{7,96}{0,767} = 10,38 \text{ м.}$$

3. Определяем расход, соответствующий началу движения влекомых наносов:

$$Q_0 = 0,45 \cdot i^{0,27} \cdot Q_{10\%} = 0,45 \cdot 0,03^{0,27} \cdot 67,4 = 11,77 \text{ м}^3/\text{с.}$$

4. Находим площадь живого сечения русла реки, соответствующую расходу Q_0 по формуле (6):

$$\omega_0 = 0,56 \cdot i^{-0,33} \cdot Q_0^{0,5} = 0,56 \cdot 0,03^{-0,33} \cdot 11,77^{0,5} = 6,11 \text{ м}^2.$$

5. Рассчитываем скорость потока, соответствующую началу движения влекомых наносов:

$$v_n = \frac{Q_0}{\omega_0} = \frac{11,73}{6,11} = 1,93 \text{ м/с.}$$

6. Средневзвешенный диаметр отмытки русла реки вычисляется по формуле (7):

$$d_{отм} = 1,8. \quad d_{отл} = 1,8 \cdot 0,232 = 0,418 \text{ м.}$$

7. Определяем отношение: $\frac{B}{H}$ и $\frac{H}{d_{отм}}$

$$\frac{B}{H} = \frac{10,38}{0,767} = 13,53 > 10; \quad \frac{H}{d_{отм}} = \frac{0,767}{0,418} = 1,83 < 10.$$

8. Учитывая, что наносы в горно-предгорной зоне движутся в безгрядовой форме и при относительной шероховатости ложа русла $\frac{H}{d_{отм}} < 10$ и в условиях однорукавного плоского потока $\frac{B}{H} > 10$ с естественной отмыткой, расход влекомых наносов рассчитывается по формуле ВНИИКАмелиорации с поправкой КазНИИВХ (5):

$$G_{вЛ} = \kappa \cdot \alpha_1 \cdot \beta_1 \cdot \frac{v_{ср}^3}{H^{1,5}} (v_{ср} - v_n) Q_p,$$

где
$$v_{cp} = \frac{Q}{\omega} = \frac{20}{7,96} = 2,51 \text{ м/с};$$

$K = 1$, т.к. наносы округлой и эллипсоидной формы;

$\alpha_1 = 0,06$, расход воды $R\% > 20\%$;

$\beta_1 = 0,4$, коэффициент, учитывающий форму гидрографа.

$$G_{\partial A} = 1 \cdot 0,06 \cdot 0,4 \frac{2,51^3}{0,767^{1,5}} (2,51 - 1,93) \cdot 20 = 6,56 \text{ кг/с.}$$

9. Определяем объем наносов, отложившихся за межпромывной период в верхнем бьефе гидроузла, по формуле (4):

$$W_3 = \alpha_{cp} \cdot \beta_{cp} \frac{G_{\partial A}}{\gamma_0} T = 1 \cdot 0,94 \frac{6,56}{1600} 175500 = 676,34 \text{ м}^3.$$

10. По формуле (8) определяем аккумулирующую емкость верхнего бьефа:

$$W_a = \frac{0,5 \cdot h_{rp_0}^2}{i - J_0} B_{cp},$$

где
$$h_{rp_0} = 1,12 \frac{\Delta H^2}{H_0};$$

$$\Delta H = H_0 - H = 3,6 - 0,767 = 2,83 \text{ м};$$

$$h_{rp_0} = 1,12 \frac{2,83^2}{3,6} = 2,49 \text{ м.}$$

В зоне подпора обычно $J_0 = 0$, тогда

$$W_a = \frac{0,5 \cdot 2,49^2}{0,03} 25 = 2583 \text{ м}^3; \text{ тогда } \varepsilon = \frac{676,34}{2583} = 0,26.$$

11. При известном объеме наносов, отложившихся в верхнем бьефе, определяем оптимальное время промыва наносов по формуле (10):

$$T_{np} = \left(\frac{W_3}{\varepsilon \cdot A_2 \cdot h_c^{1,72} \cdot Q_{np}^{0,79}} \right)^{\frac{1}{0,433}}$$

Находим h_c , считая, что при промывке наносов из верхнего бьефа полным открытием щита на пороге водосбросных отверстий устанавливается критическая глубина, определяемая по формуле:

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{\alpha \cdot Q_{пр}^2}{g \cdot B_{сб}^2}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 20^2}{9,81 \cdot 16^2}} = 0,56 \text{ м};$$

$$h_c = H - h_{кр} = 3,6 - 0,56 = 3,04 \text{ м};$$

$$T_{пр} = \left(\frac{676,34}{0,26 \cdot 2,3 \cdot 3,04^{1,132} \cdot 20^{0,79}} \right)^{\frac{1}{0,433}} = 44 \text{ мин } 10 \text{ с.}$$

ПРИМЕЧАНИЕ: характеристики наносов - $d_{отл}$, $d_{ср}$, $d_{отм}$ и т.д. - при отсутствии материалов натурных наблюдений могут быть рассчитаны согласно рекомендациям, приведенным в /6/.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мухамеджанов Ф.Ш. К расчету промыва подпертых бьефов и ирригационных отстойников. Автореферат на соискание степени к.т.н. - Ташкент: 1965.
2. Мухин В.А. К расчету промыва верхних бьефов гидроузлов. - В кн.: Вопросы водного хозяйства. Фрунзе, 1972, вып.26.
3. Артамонов К.Ф., Крошкин А.Н., Калинин-ченко Г.В. Лабораторные изучения продолжительности промыва занесенного низконапорного бьефа в условиях горной реки. - В кн.: Вопросы водного хозяйства (гидротехника), Фрунзе, 1972, вып.26.
4. Алтунин С.Т. Регулирование русл. - М.: Сельхозиздат, 1962.
5. Румянцев И.С., Кроммер Р.К. Прогноз заиления верхнего бьефа водозаборного гидроузла. - Гидротехника и мелиорация, 1981, № 3.
6. Методические указания по расчету устойчивых аллювиальных русл горных рек при проектировании гидротехнических сооружений (ММВХ СССР, Союзоргтехводстрой). - М.: Колос, 1972.

УДК 626.81:631.587

ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО
ПОВЫШЕНИЮ ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ
(МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ)

М.М.Мусекенов, В.Н.Мухамеджанов

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985

Приводится определение понятия реконструкции оросительных систем, перечисляются возможные мероприятия по повышению водообеспеченности орошаемых земель и основные варианты их сочетания. На примере хозяйств ряда областей Южного Казахстана показана высокая эффективность таких мероприятий. Предложены расчетные выражения по выбору оптимального состава водохозяйственных мероприятий по повышению водообеспеченности существующих систем орошения.

Предлагаемые методические разработки могут быть использованы в плановой и проектной практике.

УДК 631.67:633.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ
В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ

Р.А.Кван, А.И.Околович, Г.Н.Жданов

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985

В статье рассматриваются пути и приемы эффективного использования орошаемых земель, основывающихся на лучшем использовании потенциально возможного в зоне вегетационного периода и повышения продуктивности посевов на базе рациональной структуры посевных площадей, правильного подбора культур, использования уплотняющих посевов, орошения.

Табл. 2, библиогр. 7.

УДК 634.1:631.67(574.52)

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ ЯБЛОНЕВОГО САДА
В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРИЙ ЮГА КАЗАХСТАНА

В.А.Жарков, Ю.Д.Жуйко

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985

Приведены результаты полевых исследований по установлению оптимальной влажности почвы и водопотребления яблоневого сада в условиях предгорий юга Казахстана. Рассмотрена работа системы импульсного дождевания в синхронном и асинхронном режимах.

Иллюстр. - 2, библиогр. 7.

УДК 631.175:681.142.2

ОПЫТ ОПЕРАТИВНОЙ КОРРЕКТИРОВКИ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ
В УСЛОВИЯХ АЛМА-АТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.В.Нугаева, А.А.Пост, Б.Т.Чокайбаева

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985

В статье на основе результатов НИР прошлых лет приводится формула методики расчета влажности почвы и корректировки режима орошения для участков программированного выращивания культур по метеоданным. С помощью этой методики в вегетационный период еженедельно выдаются рекомендации по режиму орошения для каждого поливного участка.

УДК 626.810:338.4

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НОРМ
ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

Р.Н.Баранов, В.И.Жданова, А.И.Парамонов

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985

В рамках технико-экономического анализа системных функций показана возможность отыскания оптимального водопотребления той или другой культуры, входящей в севооборот.

На примере свекловичного севооборота показан характер изменения оросительных норм сельскохозяйственных культур в зависимости от уровня обеспеченности.

Табл. 5, библиогр. 6.

УДК 631.347

ДОПУСТИМАЯ ИНТЕНСИВНОСТЬ ДОЖДЯ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ УКЛОНОВ МЕСТНОСТИ

Ю.Р.Кван

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985

Рассмотрены вопросы влияния интенсивности дождя на процесс впитывания воды почвой и поверхностный сток, возможности применимости дождевальной техники при поливах сельскохозяйственных культур на участках с повышенными уклонами местности. Приведены результаты полевых и лабораторных исследований, на основании которых выведена зависимость допустимой интенсивности дождя от уклона местности и продолжительности дождевания с учетом почвозащитной роли растений для тяжелосуглинистых горных сероземов.

Табл. 3, иллюстр. 42, библиогр. 8.

УДК 631.67:633.1

ПРЕДПОСЫЛКИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ ПРИ ОРОШЕНИИ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ В УСЛОВИЯХ ЮГА КАЗАХСТАНА

А.Я.Рабинович, Н.Д.Креккер

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985

Приведен анализ влияния способов и техники полива на продуктивность использования оросительной воды при поливе зерновых колосовых на юге Казахстана.

Установлена существенность влияния культуры земледелия и структуры посевов на эффективность использования водных ресурсов.

Табл. 3, иллюстр. 2, библиогр. 8.

УДК 626.845:002.5

ГИДРОЦИКЛОННАЯ ОЧИСТКА ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ НА АГРЕГАТАХ ТИПА ДДА-100МА

Р.П.Помашев

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985

В статье приводятся результаты сравнительных испытаний различных типов гидроциклонных устройств, установленных взамен заводского водозаборного поплавкового клапана агрегата ДДА-100МА.

Обосновывается выбор рациональной схемы устройства для очистки воды при ее заборе в движении и методика расчета его основных конструктивных параметров.

Иллюстр. 4, библиогр. 9.

УДК 633.18:631.67:338.45

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ОРОСИТЕЛЬНОЙ НОРМЫ
И УРОЖАЙНОСТИ РИСА НА ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
РИСОВОЙ СИСТЕМЫ

А.Г.Рау

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985

В статье изложены результаты исследования влияния недополивов по фазам развития растений риса на урожайность и экономические показатели рисовой системы, приведены расчетные зависимости по определению ущерба от обеспеченности оросительной нормой.

Табл. 5, иллюстр. 4.

УДК 633.18:631.67

ОПТИМИЗАЦИЯ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА
РИСОВЫХ СИСТЕМАХ КАЗАХСТАНА

А.Е.Михель

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985

Работа посвящена вопросам повышения эффективности использования оросительной воды на рисовых системах Казахстана, которые решаются на основе современных методов оптимального планирования водораспределения с помощью экономико-математической модели.

Библиогр. 6.

УДК 633.18.001.1

ПРОГРАММИРОВАННОЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЕ РИСА НА МЕЛИОРАТИВНЫХ
ЗЕМЛЯХ АКДАЛИНСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ

А.Г.Бегалиев, А.Б.Караубаев

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985.

В статье приводятся результаты исследований сектора мелиоративных исследований по оптимизации технологии программированного возделывания риса на мелиоративных землях Акдалинского рисового массива.

Табл. 3, иллюстр. 1, библиогр. 6.

УДК 631.674.2.003(574)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛИМАННОГО ОРОШЕНИЯ
В КАЗАХСТАНЕ

А.Ф.Мац, К.А.Шомаев

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985

Лиманное орошение, экономическая эффективность, кормопроизводство.

Статья написана по результатам исследований 1981...1982 гг. Приведены результаты оценки технико-экономической эффективности лиманного орошения в Западном и Центральном Казахстане. Выявлены основные резервы повышения эффективности лиманного орошения.

Табл. 5.

УДК 551.49:631.67(574.52)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ
В ДЖАМБУЛСКОЙ ОБЛАСТИ

М.М.Мусекенов, Л.Г.Елькина, Т.М.Бабаев

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985

В статье обобщен имеющийся в Джамбулской области опыт использования подземных вод для орошения. В частности, приведены данные об источниках, площадях орошения (новых и повышения водообеспеченности), продуктивности орошаемых земель. Предложена методика расчета по определению доли эксплуатационных затрат на участках нового орошения из общей суммы их по объектам подземных вод на орошение (в настоящее время такой раздельный учет не практикуется), и на этой основе установлены удельные показатели - себестоимость водоподачи, полива, единицы площади и т.д.

Табл. 3, библиогр. 4.

УДК 532.5.011

УДК 631.585:628.1.003

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ
СКВАЖИН ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОБВОДНЕНИЯ И ОАЗИСНОГО ОРОШЕНИЯ

Л.Г.Югай, А.А.Пак

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985

В аридной зоне Казахстана для обводнения пастбищ имеется 7,41 тыс.скважин, дебит которых более 2 л/с. Для водопоя животных используется не более 1...2% их дебита. Поэтому на базе существующих скважин можно создавать оазисные участки орошаемого земледелия для возделывания кормовых культур общей площадью 55...60 тыс.га.

Табл. I, иллюстр. I, библиогр. 3.

УДК 631.585:628.1.003(574)

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБВОДНЕННЫХ
ПАСТБИЩ В ЗАПАДНОМ КАЗАХСТАНЕ

Н.Я.Эрнст, С.М.Лян

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985

В статье дана технико-экономическая оценка использования обводненных пастбищ в Западном Казахстане, приведены основные источники обводнения, которыми обводнено 76% пастбищ. Остальные площади нуждаются в коренном улучшении и обводнении и в этом смысле являются резервом дальнейшего роста поголовья скота и увеличения животноводческой продукции. Анализом установлено, что в настоящее время хозяйства Западной зоны Казахстана за счет реализации продукции овцеводства получают до 168,9 млн.руб. ежегодно.

Табл. 4.

УДК 628.16:628.176

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ
ВОД ПОСЛЕ ИХ ОПРЕСНЕНИЯ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПАСТБИЩ

Ю.П.Рыбинцев, Ю.Я.Гранкин

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985

Рассмотрена возможность использования больших запасов минерализованных вод после их опреснения для водоснабжения на пастбищах. Приведены технические характеристики серийных и опытных электродиализных опреснительных установок, и дана экономическая оценка их применения в зависимости от минерализации исходной воды.

Табл. I, иллюстр. I, библиогр. 2.

УДК 628.16

ВОДОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

М.Н.Нурпеисов

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985

В статье приводится теоретическое обоснование, сущность и результаты исследований технологии очистки природных вод способом многократной модификации фильтрующей загрузки. Многократная модификация фильтров позволяет увеличить межпромывной период и сократить расход воды на собственные нужды очистных сооружений групповых сельскохозяйственных водопроводов.

Табл. 2, иллюстр. 2, библиогр. 4.

УДК 532.5.011

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ПРОМЫВКИ ВЕРХНИХ БЬЕФОВ ГИДРОУЗЛОВ ГОРНО-ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ

А.Т.Базарбаев

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1985

В статье приводятся результаты натурных исследований процессов занесения и промыва наносов из верхних бьефов низконапорных плотин при коэффициенте водозабора, равном единице.

Рекомендации авторов позволяют выполнить практические расчеты по прогнозированию процессов занесения и оптимизировать время промыва наносов из верхнего бьефа гидроузла при 100% водозаборе.

Табл. I, иллюстр. I, библиогр. 6.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

1. М.М.Мусекенов, В.Н.Мухамеджанов. Обоснование состава водохозяйственных мероприятий по повышению водообеспеченности орошаемых земель (методические аспекты)	3
2. Р.А.Кван, А.И.Околович, Г.Н.Жданов. Эффективность использования орошаемых земель в различных природно-климатических зонах	8
3. В.А.Жарков, Ю.Д.Жуйко. Водопотребление и режим орошения яблоневого сада в условиях предгорий юга Казахстана	17
4. Т.В.Нугаева, А.А.Пост, В.Т.Чокайбаева. Опыт оперативной корректировки режима орошения в условиях Алма-Атинской области	23
5. Р.Н.Баранов, В.И.Жданова, А.И.Парамон- нов. Техничко-экономическое обоснование норм водопотребности для орошения	27
6. Ю.Р.Кван. Допустимая интенсивность дождя в зависи- мости от уклонов местности	37
7. А.Я.Рабинovich, Н.Ю.Креккер. Предпосылки рационального использования воды при орошении зерновых колосовых в условиях юга Казахстана (в порядке обсуждения)	44
8. Р.П.Помашев. Гидроциклонная очистка оросительной воды на агрегатах типа ДДА-100М	59
9. А.Г.Рау. Методика оценки влияния величины ороситель- ной нормы и урожайности риса на экономические по- казатели рисовой системы	68
10. А.Е.Михель. Оптимизация водораспределения на рисо- вых системах Казахстана	80
11. А.Г.Бегалиев, А.Б.Караубаев. Программи- рованное возделывание риса на мелиоративных зем- лях Акдалинского массива орошения	86
12. А.Ф.Мац, К.А.Шомаев. Экономическая эффектив- ность лиманного орошения в Казахстане	95

13. М.М.Мусекенов, Л.Г.Елькина, Т.М.Бабаев. Эффективность использования подземных вод для орошения в Джамбулской области	I03
14. Л.Г.Югай, А.А.Пак. Повышение эффективности использования действующих скважин для целей обводнения и оазисного орошения	III
15. Н.Я.Эрнст, С.М.Лян. Техничко-экономическая оценка использования обводнения пастбищ в Западном Казахстане	II7
16. Ю.П.Рыбинцев, Ю.Я.Гранкин. Эффективность использования подземных минерализованных вод после их опреснения для водоснабжения пастбищ	I26
17. М.Н.Нурпеисов. Водосберегающая технология очистки природных вод для целей сельскохозяйственного водоснабжения	I32
18. А.Т.Базарбаев. Оптимизация режимов гидравлической промывки верхних бьефов гидроузлов горно-предгорной зоны	I40
19. Р е ф е р а т ы	I49