

**МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ "САНИИРИ"
СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ им. В. Д. Журина**

**СБОРНИК
НАУЧНЫХ ТРУДОВ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

(МЕЛИОРАЦИЯ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО)

ТАШКЕНТ 1996

**МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ "САНИИРИ"
СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ им. В. Д. Журина**

**СБОРНИК
НАУЧНЫХ ТРУДОВ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

(МЕЛИОРАЦИЯ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО)

ТАШКЕНТ 1996

В сборнике представлены результаты исследований молодых ученых, специалистов и аспирантов Среднеазиатского научно-исследовательского института ирригации имени В.Д.Журина в области мелиорации и водосберегающей технологии, эксплуатации гидромелиоративных систем, водохозяйственного строительства и систем управления водохозяйственным комплексом.

Редакционная коллегия:

Икрамов Р.К. /гл.редактор/, Рахимов Ш.Р., Якубов Х.И.,
Хорст М.Г., Беглов Ф.Ф., Пулатов А.Г.

Среднеазиатский научно-исследователь-
ский институт ирригации им.В.Д.Журина,
1996

ПОТЕРИ НАПОРА ПО ДЛИНЕ КАНАЛОВ В ЗЕМЛЯНЫХ РУСЛАХ

Формула для расчета коэффициента сопротивления при определении потерь напора по длине для русел рек и каналов с $V/H_{cp} > 10$ имеет вид

$$G = \frac{V^2}{C^2 H_{cp}}, \quad (1)$$

где G - коэффициент потерь напора по длине;

V - средняя скорость;

H_{cp} - средняя глубина потока;

C - коэффициент Шези.

Для плоского безотрывного плавноизменяющегося потока коэффициент Шези рассчитывается по формуле (1)

$$C = \frac{V}{\sqrt{i_n \times H_{cp}}} \times \frac{1}{\sqrt{1 - (\alpha_k / \alpha_f \times Fr \times (1 - i_d / i_n))}}, \quad (2)$$

где i_d - уклон дна русла;

i_n - уклон водной поверхности;

α_k - коэффициент Кориолиса, для подводящего участка

Каршинского магистрального канала $\alpha_k = 1, 2$;

α_f - коэффициент, учитывающий форму русла [1];

Fr - число Фруда;

Обозначим

$$C_{pr} = \frac{V}{\sqrt{i_n \times H_{cp}}}, \quad (3)$$

$$K_n = \frac{1}{\sqrt{1 - (\alpha_k / \alpha_f \times Fr \times (1 - i_d / i_n))}}, \quad (4)$$

Тогда (1) с учетом (2, 3 и 4) принимает вид

$$G = \frac{I}{K_H^2} \times \frac{V^2}{C_p^2 \times H_{op}}. \quad (5)$$

Обозначим $\frac{I}{K_H^2} = K$, тогда

$$K = I - (a_k/a_f) \times Fr \times (1 - i_d/i_p). \quad (6)$$

В выражении (5) второй сомножитель оценивает потери по длине, вызванные взаимодействием потока с руслом, коэффициент K учитывает потери напора на изменение структуры потока в условии его неравномерности, в частности, при подпорном режиме на торможение вышележащих слоев потока, имеющих большую скорость, нижележащими. При спаде уровня при любом соотношении i_d/i_p и значении числа Фруда величина коэффициента K не превышает 1,03 и в инженерных расчетах ею можно пренебречь.

Оценим количественно влияние неравномерности потока на величину потерь напора на примере Каршинского магистрального канала. Расчет выполнялся по данным измерений продольного профиля, гидравлических параметров потока подводящего участка

19.09.84. Длина участка $L = 14$ км, средний уклон по гребням шероховатости $i_d = 0,00004$, уклон водной поверхности $i_p = 0,000025$, расход в м³/с в канале $Q = 132,25$ м³/с. Кроме того, при существующей методике очистки канала от отложившихся наносов земснарядами по всей длине канала сформированы искусственные выступы шероховатости (рисунок), высота которых колеблется от 0,3 до 2,0 м и в среднем равна $h_{ш} = 1,0$ м, а длина – от 50 до 300 м и в среднем равна $l_{ш} = 135,5$ м. Таким образом, на подводящем участке имеются локальные, работающие в режиме подпора уровня водной поверхности, которые чередуются с участками, работающими в режиме спада.

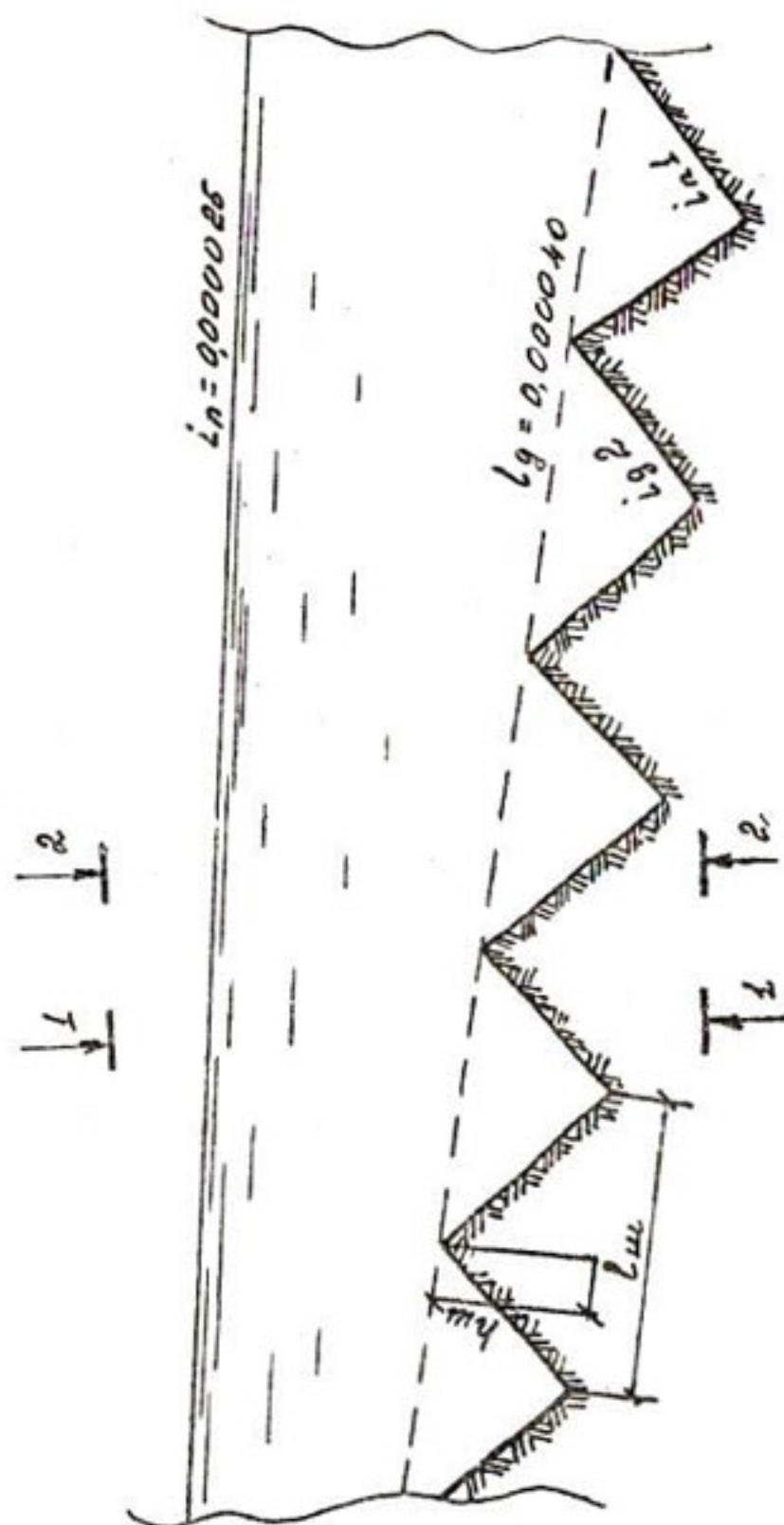


Схема продольного профиля поглотящего участка
Каршинского магистрального канала

Рассчитаем уклоны дна

а) в подвалье макрошероховатости канал работает в режиме полпора и уклон равен

$$i_{д1} = 0,5 \times h_{ш}/l_{ш} + i_{д} = 0,5 \times 1,0/135,5 + 0,00004 = 0,01480;$$

б) на гребне шероховатости канал работает в режиме спада и уклон равен

$$i_{д2} = -0,5 \times h_{ш}/l_{ш} + i_{д} = -0,5 \times 1,0/135,5 + 0,00004 = -0,01472.$$

Число фруда и $\alpha\phi$ рассчитываем методом последовательного приближения для сечения I-I и 2-2 при симметричной форме макрошероховатости. В нашем случае $f\tau = 0,0042$, $\alpha\phi = 0,86$.

Тогда

$$K = 0,5 \times K_{\text{подпор}} + 0,5 \times K_{\text{спад}} = 0,5 \times I \left(\alpha\phi / \alpha\phi \right) \times f\tau \left(I - i_{д1}/i_{п} \right) + 0,5 \times I - \left(\alpha\phi / \alpha\phi \right) \times f\tau \left(I - i_{д2}/i_{п} \right) = 2,22 + 0,5 = 2,75.$$

Из расчета видно, что на перестройку структуры потока при режиме спада потерь напора практически не происходит ($0,5 \times K_{\text{спад}} = 0,5$, тогда $K_{\text{спад}} = 1$). При полпоре уровня поток значительную часть энергии тратит на торможение вышележащих слоев потока нижележащими ($0,5 \times K_{\text{подпор}} = 2,22$, тогда $K_{\text{подпор}} = 4,44$).

Первая насосная станция ЮМК в меженный период работает в условиях дефицита уровня воды, равного 0,5-1,0 м. Для ликвидации данного дефицита рекомендуется реконструкция насосной станции путем замены на ней насосных агрегатов. Выполненный расчет показывает возможность уменьшения дефицита уровня воды путем совершенствования технологии очистных работ в русле канала.

Список использованной литературы

1. Т и х о н о в а О.Н. Гидравлические способности машинных каналов в земляных руслах (на примере Каршинского магистрального канала) // Дис. на соиск.уч.степени канд.тех.наук. Ташкент, 1992, 221 с.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ*

Сбор и обработка исходной информации – весьма ответственный этап моделирования. В настоящее время главной проблемой практического применения математического моделирования в экономике является наполнение моделей конкретной и качественной информацией.

На наш взгляд, информационное обеспечение экономико-математической модели оптимизации посевов сельскохозяйственных культур представляет собой систему, которая должна состоять из функциональных подсистем и учитывать специфику региона (общеекономическую и агротехническую), ограниченность людских ресурсов. Целевая функция и экономический аппарат модели должны отвечать требованиям, предъявляемым к экономическим расчетам в условиях рыночной экономики [1,2].

Модель определения оптимальной структуры посевов сельскохозяйственных культур на возделываемых землях республики включает следующие подсистемы:

- прогноз развития сельскохозяйственного производства;
- статистический учет;
- техническое планирование;
- экономический анализ.

* Работа выполняется под руководством
проф. В.А. Духовного.

При разработке и функционировании информационной системы следует соблюдать следующие принципы:

1. Каждая входная информация должна извлекаться из банка данных однократно.
2. Каждая экономическая задача для организационного объекта любого уровня управления должна решаться в системе, то есть всегда быть объектом, к которому относится эта экономическая задача. Отсюда следует, что объект агрокомплекса должен иметь четко определенный перечень экономических задач, которые должны решаться в системе агрокомплекса не только для собственной потребности, но и для всех объектов, которые в этом нуждаются.
3. Должна осуществляться логическая взаимосвязь отдельных частей информационной системы: связь модулей и особенно программное обеспечение системы должны быть унифицированы [3] .

Функционирование информационной системы должно основываться на постоянно обновляемом банке данных и на использовании банка данных для нужд планирования [4] .

Решение задачи с использованием банка данных представляет для определенного уровня управления и определенной задачи исходную информацию. Следует отметить, что исходная информация банка данных для какого-либо уровня управления часто становится входной для другого уровня управления или для другой задачи, использующей банк данных. Примером может служить стандартная оптимизационная модель планирования развития производства и капитальных вложений, где моделью, использующей банк данных, является модель оптимизации посевов сельскохозяйственных культур. В этом случае данными служат коэффициенты модели.

Числовым методом, использующим банк данных, является, например, обобщенный симплексный алгоритм.

Перечень необходимой информации для матричной
модели оптимизации посевов сельскохозяйствен-
ных культур на возделываемых землях Республики
Узбекистан

Вопросы подготовки исходной информации, выявления ее свойств, оценки достоверности и влияния на результаты решений относятся к числу наиболее важных и сложных как при оптимизации развития народного хозяйства страны в целом, так и его отдельных составляющих на каждом этапе предплановых исследований, перспективного планирования и проектирования.

Применительно к задачам оптимизации под информацией понимается обычно состав и количественные характеристики сведений о рассматриваемой системе, включая ее структуру, внешние и внутренние связи, природные условия и др. При этом имеются в виду измеримые величины, которые могут принимать те или иные численные значения. В исследованиях различных авторов по проблемам исходной информации выделяются два момента, на которые следует ориентироваться:

состав отдельных данных и достоверность отдельных показателей зависят прежде всего от цели исследования, то есть они могут изменяться для одного и того же объекта в зависимости от конкретной задачи;

получаемые в результате решения численные значения искомых параметров зависят от достоверности исходной информации [5,6] .

Точность информации, в свою очередь, определяется как

реальными (объективными) свойствами исследуемой системы, так и качеством сбора и обработки исходной информации.

Основными исходными материалами для рассматриваемой оптимизационной модели являются данные статистических органов, проработки проектных и научно-исследовательских институтов, представляющие обобщенные технико-экономические показатели объектов и мероприятий по производству основных видов сельскохозяйственной продукции, потребностям и использованию воды основными водопотребителями с учетом местных особенностей, обеспеченности водными ресурсами.

В связи с этим необходимо иметь четкое представление об объеме необходимой исходной информации, ее свойствах, достоверности, возможных формах математического описания и представления в модели.

В создаваемой модели входная и выходная информации располагаются в матрице коэффициентов (матричная модель), для формирования которой используются следующие технико-экономические показатели:

1. Посевные площади сельскохозяйственных культур: вся посевная; орошаемая; богарных земель; пастбища; отведенные под сельхозкультуры на период исследования.
2. Урожайность сельскохозяйственных культур: ретроспективные данные; перспективная оценка урожайности; на орошаемых землях; на богарных землях; на пастбищах и естественных сенокосах.
3. Суммарный головной водозабор в республике: водные ресурсы на орошение.
4. Оросительные нормы сельскохозяйственных культур.
5. Потребные объемы производства сельскохозяйственных культур, согласно медицинским нормам.

6. Фактическое потребление сельскохозяйственной продукции.
7. Цены на сельскохозяйственную продукцию: закупочные; рыночные (на внутреннем рынке); мировые.
8. Себестоимость сельскохозяйственной продукции.
9. Объем экспортируемой сельскохозяйственной продукции: в натуральном выражении; в денежном; ретроспективный анализ экспорта; перспективный анализ экспорта.
10. Объем импортируемой продукции: в натуральном выражении; в денежном; ретроспективный анализ импорта; перспективный анализ импорта.
11. Парк сельхозтехники: наличный парк; технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур; цена покупаемой сельхозтехники; ликвидная цена сельхозтехники.
12. Денежные средства: краткосрочные кредиты (условия выдачи и процентная ставка кредитования); долгосрочные кредиты (на покупку сельхозтехники, строительство хранилищ, перерабатывающих предприятий и т.д.); условия выдачи долгосрочных кредитов; процентная ставка по долгосрочному кредитованию.
13. Дополнительная информация: севообороты; ограничения на производство ряда культур (если есть необходимость).

Более детально рассмотрим некоторые технико-экономические показатели, влияющие на значение целевой функции создаваемой экономико-математической модели определения оптимальной структуры посевов сельскохозяйственных культур на возделываемых землях Республики Узбекистан.

Потребность страны в продукции сельскохозяйственного производства

Оценка перспективной потребности республики в сельскохозяйственной продукции проводится в соответствии с прогнозируемой численностью населения и нормами потребления продуктов питания (табл. I, 2)

Т а б л и ц а I

Динамика роста численности населения, тыс. чел.

Год	Численность населения	В том числе	
		городское	сельское
1979	15391	6341	9050
1989	19905	8101	11804
1991	20708	8344	12364
1992	21207	8483	12724
1993	21703	8559	13144
1994	22192	8653	13539

Из приведенных данных видно, что за указанный период население увеличилось на 6801 тыс. чел., в том числе за последние 5 лет (1989 – 1994 гг.) на 2287 тыс. чел., или на 11,5%, в том числе сельское население увеличилось на 14,7%. Высокий удельный вес сельского населения объясняется аграрной специализацией республики. Поэтому при разработке прогнозов следует ориентироваться на традиционно высокий прирост населения, так как в ближайшее время, несмотря на проводимую в Узбекистане демографическую политику, ситуация не изменится.

В табл. 2 приведены рекомендуемые и перспективные нормы питания, в табл. 3 – производство и потребление основных продуктов питания по Республике Узбекистан.

Т а б л и ц а 2

Потребление пищевых продуктов по Республике Узбекистан, кг/год

Вид продуктов	Рекомендуемый ассортимент на 2000 г.	Перспектив- ные нормы*	Нормы пита- ния на ду- шу населе- ния**
Хлеб и хлебобродукты (в переводе на муку)	-	120,0	137,0
Рис	6,3 - 8,2	-	-
Картофель	45,0	95,0	45,0
Овощи и бахчи	142,0	-	142,0
Бахчи	26,0-37,0	-	-
Фрукты и ягоды	78,0	110,0	78,0
Виноград	14,0-18,0	-	-
Цитрусовые	2,0 - 6,0	-	-
Косточковые	10,0-14,0	-	-
Ягоды	1,0	-	-
Яблоки	25,0-33,0	-	-
Груши	1,0 - 3,0	-	-
Прочее	1,0 - 3,0	-	-
Яйца (шт)	219,0	-	219,0
Мясо и мясoproдукты	68,0	85,0	68,0
Сухофрукты	9,0	3,6	2,65
Крупы и бобовые	-	14,6	-
Сахар	-	46,0	33,1
Молоко и молочные продукты	-	486,0	270,0
Растительное масло	-	10,0	12,0

* Рекомендованы Институтом питания Академии мед.наук СССР.

** Нормы приводятся по данным Госплана СССР, 1984.

Т а б л и ц а 3

Производство и потребление основных продуктов питания на душу населения по Республике Узбекистан, кг/гол

Вид: продуктов	Пр-во 1991- 1994гг	Фактическое потребление			
		1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.
Мясо и мясо-продукты	23,4	30,0	24,5	21,0	22,0
Молочные продукты	146,5	196,0	167,0	166,0	170,0
Яйца (шт)	118	107	80	60	80
Рыба	1,3	3,1	2,1	1,7	1,7
Сахар	-	21,8	12,6	12,0	12,0
Растительное масло	24,6	13,6	12,4	11,8	11,8
Картофель	16,2	25,0	23,0	22,0	24,0
Овощебахчевые	185,0	114,0	111,0	112,0	115,0
Фрукты	67,8	23,0	23,0	23,0	24,0
Хлеб и хлебо-продукты	120	167,0	162,0	164,0	165,0

Как видно, в структуре потребления основных продуктов питания более половины занимает углеводная группа: хлеб, макаронны, крупа, картофель. Потребление хлебопродуктов значительно превышает минимальный медицинский норматив, а потребление молочных и рыбопродуктов, жиров и фруктов ниже минимально допустимого норматива.

Посевные площади сельскохозяйственных культур

Динамика изменения посевных площадей приведена в табл.4. В последние годы площади, отводимые под хлопчатник, снизились с 1830,1 в 1990 г. до 1695,1 тыс га в 1993 г., а под зерновые культуры, овощи, картофель – увеличились, что является результатом проводимой в республике аграрной политики. Наша задача – обеспечить продуктами питания население республики на базе собственного производства сельскохозяйственной продукции.

Т а б л и ц а 4

Посевные площади сельскохозяйственных культур

(во всех категориях хозяйств), тыс га

Показатель	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.
Вся посевная площадь	4194,2	4200,3	4222,0	4229,7
в том числе:				
зерновые культуры	1008,1	1079,9	1212,2	1280,3
технические	1876,3	1760,4	1704,2	1731,8
из них хлопчатник	1830,1	1720,5	1666,7	1695,1
картофель	41,8	40,0	42,9	44,5
овощи	140,2	165,6	179,5	151,9
бахчевые культуры	79,8	83,2	73,8	48,1
кормовые культуры	1039,7	1065,7	1004,6	967,8

Урожайность сельскохозяйственных культур

Урожайность сельскохозяйственных культур относится к числу наиболее важных технико-экономических показателей, влияющих на целевую функцию поставленной задачи. В расчетах используется информация из статистических сборников. Следует учитывать, что конкретная величина урожайности задается диапазоном

значений, определяемых двумя категориями прироста – низкий, соответствующий сложившейся динамике за рассматриваемый период; высокий, соответствующий возможности резкого прироста урожайности в соответствии с мелиоративными мероприятиями.

Урожайность сельскохозяйственных культур (ее повышение) в основном зависит от водообеспеченности, мелиоративного состояния и планировки земель (табл.5).

Т а б л и ц а 5

Урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га

Показатель	! 1990 г.	! 1991 г.	! 1992 г.	! 1993 г.
Зерновые	18,8	17,3	13,6	16,7
Кукуруза на зерно	39,6	39,7	37,1	38,4
Рис	34,2	32,2	29,5	30,1
Хлопчатник	27,6	27,0	24,8	25,0
Картофель	80,0	87,0	83,0	97,0
Овощи	192,0	188,0	181,0	188,0
Бахчи продовольственные	115,0	106,0	113,0	120,0
Кукуруза на силос	189,0	181,0	178,0	182,0
Кормовые корнеплоды	304,0	315,0	309,0	292,0
Сено многолетн. трав	82,4	82,6	84,3	84,3
Сено однолетн. трав	46,3	41,9	50,5	48,0
Сено естествен. сенокосов	9,3	7,2	9,1	9,7
Плодово-ягодные	47,0	36,7	49,3	38,5
Виноградные насаждения	76,2	50,9	46,4	40,2

Предпосылки к определению рационального соотношения экспорта и импорта сельско- хозяйственной продукции

Цель нашей работы – создание рекомендаций по рациональному использованию земельно-водного ресурсного потенциала республики. Так как Узбекистан не в состоянии обеспечить население продукцией растениеводства и животноводства на базе собственного производства, следует учитывать и тот факт, что часть ее придется закупать за рубежом. То есть создаваемая нами модель должна определить оптимальное соотношение импорта и экспорта продукции растениеводства. Модель оптимизации посевов сельскохозяйственных культур предусматривает закупку продовольственной продукции за пределами республики.

Для нормального функционирования модели необходимо провести экспертную оценку возможных объемов импорта и экспорта продукции. Так, потребность республики в зерне составляет 6 млн. т, то есть на базе собственного производства мы не можем обеспечить себя зерном в полной мере, часть его необходимо закупать. Кроме того, мы вынуждены закупать и другие продовольственные товары (сахар, мясомолочную продукцию и др.). Модель создана таким образом, что увеличение экспорта позволяет увеличить объем импорта, выполнение этого условия заложено в целевую функцию модели. Так как хлопковое волокно является одним из источников поступления средств, необходимых для закупки продовольственной продукции за рубежом, проанализируем ситуацию на мировом рынке.

В 1995 г. резко возросли цены на хлопок, что стимулирует, как указывают специалисты, расширение посевных площадей под этой культурой. В 1994-1995 гг. мировое производство хлопкового волокна оценивалось в 18,3 млн. т, в 1996-1997 гг. по прогнозам,

оно возрастет до 19,3 млн.т.

Согласно отчету Бременской хлопковой биржи, под влиянием роста (с конца 1993 г.) цен на хлопководство площади, занятые в мире под хлопчатником, увеличились на 8%, или до 3,5 млн.га, однако во многих странах их прирост только компенсировал сокращение в предыдущие годы. Ожидается, что в следующем сезоне производство хлопка в ряде стран либо сократится, либо удержится на уровне 1994-1995 гг. Основные причины - стойкое поражение посевов вредителями или общая неустойчивая экономическая ситуация. Следствием будет достаточно высокий средний уровень цен на средневолокнистые сорта хлопчатника.

По оценке министерства сельского хозяйства США, расширение посевных площадей в ряде государств приведет к увеличению мирового сбора хлопка в 1995-1996 гг., по сравнению с 1994-1995 гг., на 5% и с 1993-1994 гг. - на 15%.

В Узбекистане посевные площади по ряду объективных причин уменьшились на 2%, или до 1,5 млн.га.

Т а б л и ц а 6

Динамика внешней торговли Республики Узбекистан
со странами ближнего и дальнего зарубежья, млн.долл.

США

Показатель	! Январь - июнь 1994 г.	! Январь - июнь 1995г.
Товарооборот	2855,55	2491,97
Экспорт	1630,35	1380,51
Импорт	1224,90	1111,46
Сальдо	405,45	269,05

Объем импорта продовольственных товаров в Узбекистан сократился с 51,8% в первом полугодии до 43% в соответствующий период 1995 г. Такие изменения в структуре импорта являются положительным результатом принимаемых правительством мер по импортозамещению, насыщению рынка потребительскими товарами местного производства, сокращению нерациональных валютных расходов республики, завозу по импорту необходимого высокотехнологического оборудования. Приведенные в табл.6 данные показывают, что покупательная способность Узбекистана достаточно низкая. Республика располагает достаточно небольшим запасом валютных средств, при этом существует объективная необходимость в закупке нефти и зерна. Поэтому, на наш взгляд, при определении оптимальной структуры посевных площадей следует по возможности ориентироваться на обеспечение себя продуктами питания и сырьевой продукцией для перерабатывающей промышленности на базе собственного производства.

Список использованной литературы

1. В о л к о н с к и й В.А. Модель оптимизации планирования и взаимосвязи экономических показателей. М.:Наука, 1967.
2. П р я ж и н с к а я В.Г. Математическое моделирование в водном хозяйстве. М.:Наука, 1985. 240 с.
3. П р о х о р о в Ю.В., Р о з а н о в Ю.А. Теория вероятностей. М.:Наука, 1972.
4. Л е о н т ь е в В.А. Реализация математических моделей на ЭВМ. М.:Энергия, 1981. 176 с.
5. Экономико-математические методы управления сельским хозяйством в странах СЭВ/ Под ред. проф. Р.Г.Кравченко, М.:Колос, 1980. 264 с.
6. К а р т е р А. Структурные изменения в экономике США. М.:Статистика, 1974. 271 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЧАРТАКСКОГО СЕЛЕВОДОХРАНИЛИЩА

Для исследований по повышению работоспособности селеводохранилищ путем сохранения их полезной емкости выбрано Чартакское.

Расход воды р.Чартаксай изменяется от 2,0 до 10 м³/с. Характер течения по реке расходов ливневых паводков отличается внезапностью появления, высокой мутностью воды и кратковременностью. Прибывание воды с высокой интенсивностью часто вызывало переполнение русла Чартаксая и затопление заселенной долины на ширине от 300 до 500 м. Паводковые разливы реки причиняли особенно большие ущербы на левом берегу в районе санатория "Чартак". С целью уменьшения ущерба и защиты заселенных территорий, а также регулирования стока реки для использования воды на орошение построено Чартакское селеводохранилище, эксплуатируемое с 1974 г. В качестве селеводохранилища используется чаша, образованная в долине реки, перегораживающей ее земляной плотиной, наращиваемой по очереди. После пятой очереди наращивания максимальная высота плотины 33 м, длина и ширина по гребню соответственно 1250 и 8 м. Заложения откосов - верхового - 1:3, низового - 1:2,5. Проектный объем при НПУ 19,0 млн. м³ и при МПУ 21,0 млн. м³, в том числе мертвый объем 2,0 млн. м³. Максимальная глубина у плотины при НПУ 30 м и при МПУ 31 м. В настоящее время осуществляется строительство шестой очереди.

При эксплуатации селеводохранилище наполняется до отметки на 1,0-2,0 м ниже НПУ с целью создания резервной призмы для регулирования паводков объемом 2,0-3,0 млн.м³. В составе гидроузла имеется двухочковый трубчатый водовыпуск из железобетонных

труб, сечение каждого $2 \times 2,5$ м. Порог водовыпуска заложен на отметке уровня мертвого объема 67,10 м. Расход водовыпуска при НПУ $30 \text{ м}^3/\text{с}$.

Расход воды при прохождении селевого паводка регулируется затворами, установленными в специально. камере в средней части труб водовыпуска. Кроме этого, узел сооружений имеет катастрофический водосброс по типу открытого водослива, гребень которого заложен на отметке НПУ и предусмотрен на пропуск расхода воды $25 \text{ м}^3/\text{с}$.

При эксплуатации селеводохранилище наполняется со второй половины октября до начала февраля, когда в нем аккумулируется почти весь поступающий речной сток. С февраля возможно появление ливневых расходов, поэтому бытовые расходы реки этого месяца, поступающие в селеводохранилище, транзитом пропускаются в его нижний бьеф.

Дальнейшее наполнение селеводохранилища до НПУ к началу вегетации осуществляют за счет задержания паводков. Аналогичные режимы работы имеют почти все селеводохранилища Ферганской долины [1]. Недостатком такого режима работы малых селеводохранилищ адьрной зоны является то, что к началу появления ливневых паводков селеводохранилища оказываются в значительной мере наполненными. В этих условиях насыщенные большим содержанием наносов воды селевых паводков при прохождении через селеводохранилище отлагают в нем большую часть наносов, способствуя резкому заилению [2,3].

Для полного представления о процессе аккумуляции воды и наносов в чаше селеводохранилища и промывке их в нижний бьеф при описанном выше режиме работы приведем некоторые результаты натурных наблюдений, выполненных в различные периоды эксплуатации разными авторами [4-6]. В Чартакское селеводохрани-

лище 31 мая 1988 г. поступил ливневый паводок с пиковым расходом $248 \text{ м}^3/\text{с}$, мутностью $310 \text{ кг}/\text{м}^3$, продолжительностью 16 ч. По нашим данным, 26 мая 1993 г. также поступил ливневый паводок с пиковым расходом $325 \text{ м}^3/\text{с}$, мутностью около $350 \text{ кг}/\text{м}^3$, продолжительностью 18 ч., 9 мая 1994 г. поступил ливневый паводок с пиковым расходом $230 \text{ м}^3/\text{с}$, мутностью около $300 \text{ кг}/\text{м}^3$, продолжительностью 16 ч.. В 1995 г. ливневых паводков не наблюдалось.

Перед началом паводка отметка ПУ равнялась 688,6 м, на 1,4 ниже отметки НПУ. Через водовыпуск в нижний бьеф сбрасывался расход порядка $8\text{--}10 \text{ м}^3/\text{с}$. По мере возрастания расхода паводка уровень воды в селеводохранилище повышался до отметки НПУ. Для уменьшения интенсивности такого подъема было увеличено открытие отверстий водовыпуска до полного подъема затворов, в результате величина сбрасываемого расхода воды превысила $30 \text{ м}^3/\text{с}$. К моменту прохождения пика паводка и началу спада расходов уровень воды превысил отметку НПУ, в связи с чем включили катастрофический водосброс плотины, максимальный расход которого достиг $20 \text{ м}^3/\text{с}$. При этом в чаше водохранилища во время прохождения ливневого паводка образовалось явно выраженное по русловой части продольное течение мутной воды в сторону плотины с растеканием по ширине и глубине чаши. По мере увеличения расходов воды скорость распространения увеличивалась, что привело к значительному выравниванию и уполаживанию дна селеводохранилища, а также и за счет насосных отложений при прохождении предыдущих паводков. Мутный поток достиг плотины через 1,5–2,0 ч. после начала паводка. При этом мутность сбрасываемого потока составляла $7,75 \text{ кг}/\text{м}^3$, а через 3 ч. – 8,9, в конце паводка – 0,6.

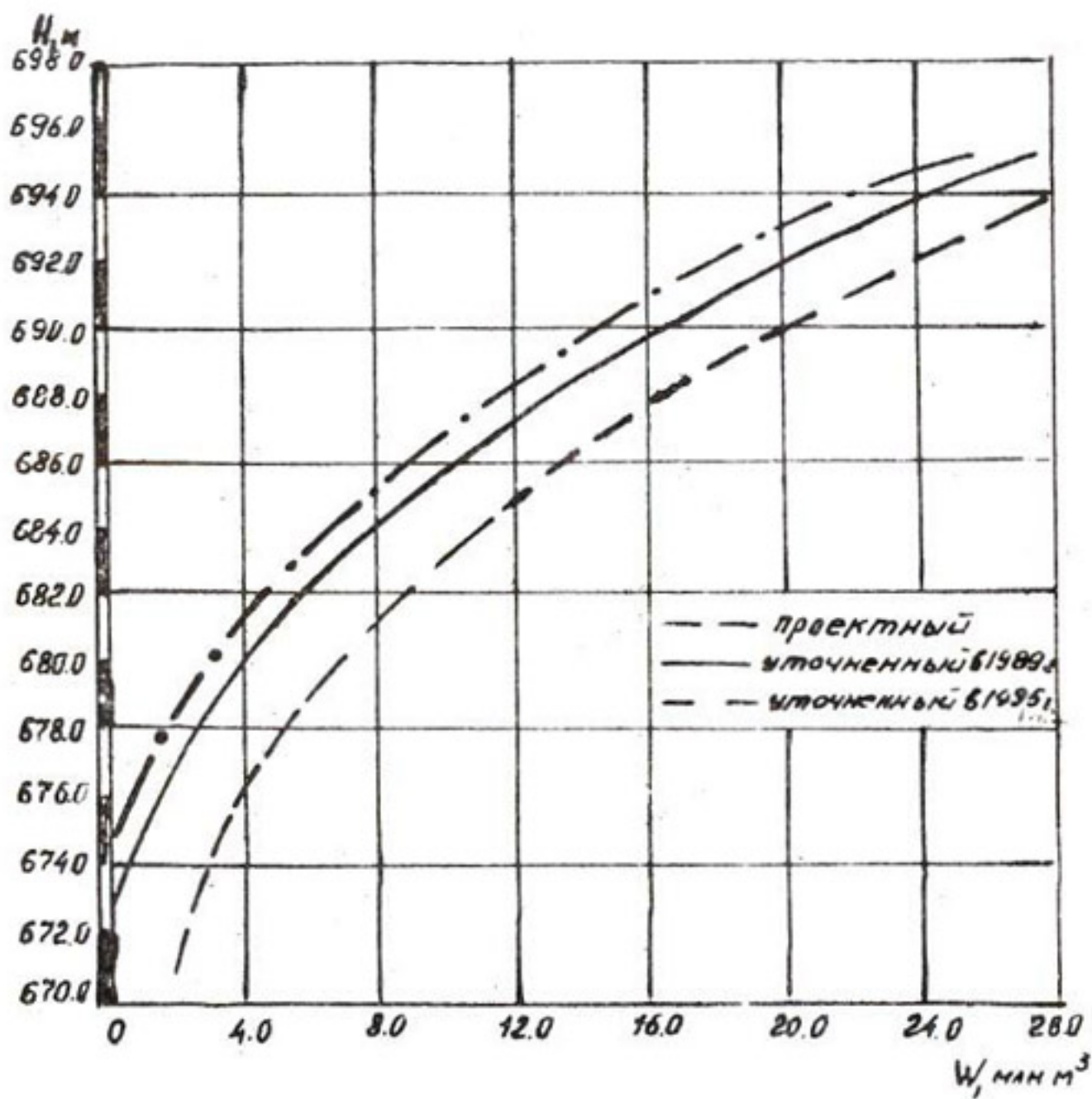
По расчетам разности мутности при входе и выходе в нижний бьеф объем отложения наносов составил $419,6 \text{ тыс м}^3$, в ниж-

ний бьеф из этого объема поступило 200 м^3 . Подобный характер отложений во время прохождения селевых паводков наблюдался в 1988–1995 гг. В период наполнения паводочными расходами происходит отложение наносов. Во время его опорожнения в связи со снижением уровня воды часть их размывается, заполняя более глубоководные места в пределах мертвого объема. Следовательно, заиление мертвого объема происходит при опорожнении селеводохранилища [5,6] .

Служба эксплуатации не проводит систематического наблюдения за процессом заиления. Поэтому практически осуществляемый график водораспределения на орошение и регулирование ливневых паводков часто не соответствует проектным. В связи с этим с целью выявления эксплуатационного режима и объема отложений наносов в последний период эксплуатации нами были выполнены натурные исследования (1995 г.).

Методика обычная, намеченные ранее створы использованы при съемке уровня воды, объема наносных отложений и объема воды в селеводохранилище.

В июне 1995 г. в процессе наблюдения и измерения выявлен объем заиления более $5,0 \text{ млн м}^3$ при отметке подпёртого уровня воды 689,5 м, что значительно больше мертвого объема. Объем воды составлял около 13 млн м^3 , согласно измерениям 1989 г., на этой же отметке уровня объем воды равен $15,7 \text{ млн м}^3$ при объеме отложения наносов более $3,0 \text{ млн м}^3$. Следовательно, полезный объем воды, накопленный в чаше селеводохранилища уменьшился на $2,7 \text{ млн м}^3$ (рисунок).



Изменение графика зависимости объема воды от наполнения Чартаковского селоводохранилища в результате заиления

Для поддержания тела плотины в увлажненном состоянии опорожнения селоводохранилища в процессе его работы для обеспечения поливной водой орошаемых площадей производились до отметок 675,0–675,5 м, при которых в чаше остается 0,5–1,0 млн.м³ воды.

Изучение наносных отложений вдоль селоводохранилища показало, что распределение крупности наносов в подпертом бьефе зависит от гидрологических, геоморфологических и эксплуатационных факторов. Во время прохождения паводковых расходов в селоводохранилище поддерживаются наибольшие уровни воды. В этом случае интенсивное отложение наносов начинается в зоне полезного объема. Мельчайшие наносы постепенно транспортируются до створа плотины и даже могут проходить в нижний бьеф. Механический анализ изъятых проб из наносных отложений по длине показал, что в зоне выклинивания подпора наблюдаются отложения более крупных частиц ($18 < d < 35$ мм и до 100 мм), мельчайшие частицы ($d = 0,02$ мм) наблюдаются ближе к плотине.

В ы в о д ы

Интенсивное заиление малых водохранилищ Ферганской долины создает трудности в процессе их эксплуатации. Ежегодное уменьшение регулирующего объема селоводохранилищ отрицательно влияет на обеспечение подачи воды на орошение сельскохозяйственных культур из-за большого объема отлагающихся наносов. Объем заиления Чартакского селоводохранилища составляет более 5,0 млн.м³.

На Чартакском селоводохранилище порог водовыпуска расположен на отметке 671,0 м на уровне мертвого объема, что исключает возможность промыва наносных отложений из мертвого объема и сброса в нижний бьеф.

Наносные отложения, расположенные выше отметки мертвого объема, возможно промыть в нижний бьеф путем частичного снижения уровня на короткое время, для чего необходимо разработать схему промыва при эксплуатации и инструкцию, без которых надежность селоводохранилища снижается.

Список использованной литературы

1. И с м а г и л о в Х.К. Гидравлические основы расчета противоселевых сооружений для предгорной зоны Средней Азии// Дис. на соискание ученой степени доктора технических наук. М., 1991. 365 с.
2. Д а в р о н о в Г.Т. Заиление малых водохранилищ и мероприятия по борьбе с ними. М., 1991. 270 с.
3. Л а п ш е н к о в В.С. Прогнозирование русловых деформаций в бьефах речных гидроузлов. Л., 1979. 240 с.
4. Ш у л ь ц Л.В. Реки Средней Азии. Ташкент, 1970. 120 с.
5. С а д ы к о в А.Х., А б д у р а у п о в Л.Р. О современном техническом состоянии селоводохранилищ Узбекистана// Сб. тезисов научных докладов учебно-научного центра по подготовке инженеров-ирригаторов ТИИМСХ, 1994.
6. А б д у р а у п о в Л.Р., С а д ы к о в А.Х. Определение надежности гидротехнических сооружений// Сб. научных трудов молодых ученых. САНИИРИ, 1994.

ВОЗМОЖНЫЕ РЕФОРМИРОВАНИЯ В ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЕ
ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В СВЯЗИ С ЗАМЕНОЙ ГОСУ-
ДАРСТВЕННЫХ ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НЕГОСУДАРСТВЕННЫМИ

Данный вопрос целесообразно рассмотреть с учетом анализа международного опыта в создании и функционировании организационных структур водохозяйственных организаций по более чем 15 стран, включая США, страны Латинской Америки, Западной Европы и Юго-Восточной Азии.

С образованием частной собственности, коренным изменением уклада экономики и возникновением новых структур изменится структура водохозяйственных организаций. Все местные агентства (организации), осуществляющие водоподачу могут сформироваться по следующему типу:

- общественные (государственные) водохозяйственные агентства;
- кооперативные водохозяйственные компании;
- коммерческие водохозяйственные компании.

При этом необходимо четко представлять отношение к собственности этих структур, границы управления, источники покрытия затрат в данных структурах, механизм сбора и распределения средств и др. В таких условиях водопользование будет осуществляться только на основе платы за водохозяйственные услуги с участием государства и местных органов. Общественные (государственные) водохозяйственные агентства могут образовываться на государственном уровне в законодательном порядке с регламентированием функций, структуры, источников финансирования и охватываемой площади; кроме того, на основе общественной инициативы. В последнем случае источником финансирования капитальных

в них будет выпуск акций, а повседневная деятельность осуществляется за счет налогов на землю, платы за подаваемую воду, зарабатываемых прочих доходов и т.д.

Данные организации по примеру зарубежных стран наделяются достаточно большими полномочиями, имеют эксплуатационные и строительные функции, право покупать и продавать воду, не принимать в эксплуатацию сооружения, не соответствующие их назначению; вести договорную деятельность с различными крупными водохозяйственными организациями (могут продавать воду за пределы района на основе краткосрочных соглашений), устанавливают размер налогов и плату за водопользование, а также оплату других услуг.

Эксплуатация водохозяйственных сооружений подобными структурами в мире признана достаточно эффективной.

Кооперативные ирригационные компании – наиболее распространенный тип водохозяйственных организаций. Они основаны на добровольных началах, цель их – не получение прибыли, а обеспечение всех членов компании водой.

Некорпорированные кооперативные общества могут формироваться по принципу территориального соседства по совместной эксплуатации водохозяйственных систем. Такие общества составляют от 40% и выше всех водохозяйственных организаций в мире.

Для проведения финансовых и технических мероприятий обязательно согласие всех членов кооператива, так как они являются совладельцами собственности. Это можно отнести к недостатку их деятельности в плане принятия решений, а также то, что нет средств заставить членов кооператива возмещать эксплуатационные затраты. Эти компании не имеют права на выпуск собственных акций, полностью зависят от собственного источника водоснабжения. Не имеют полного торговозакупочного права, а также устанавливать налоги на землю.

Корпоративные кооперированные общества могут действовать без обязательного согласия всех пайщиков. Совет директоров имеет полномочия заставлять пайщиков делать денежные взносы. Такие организации могут получать кредиты под активы компании.

Коммерческие водохозяйственные компании создаются на основе государственного законодательства о частной собственности.

Стоимость поставляемой потребителю воды устанавливается в коммерческих объединениях на государственном уровне. Однако выпускать собственные акции такие структуры имеют право. Практически единственными потребителями их являются фермеры. Коммерческие компании имеют ограниченные юридические права. Такие организации очень мало распространены в мире, так как из-за имеющихся недостатков вытесняются более сильными водохозяйственными структурами.

По мнению автора, управление водопользованием на низшем звене, как и в мировой практике, целесообразно осуществлять через муниципальные организации, имеющие государственный статус, а также через ассоциации фермеров и водопользователей. Причем границы управления на низшем звене могут быть от 30 до 6000 га. Затраты различных структур водохозяйственных организаций в мировой практике покрываются единичными фермерами от 8 до 30%, ассоциациями водопользователей – до 80%. Однако практически во всех анализируемых странах (от 20% в Нигерии до 90% в Египте) часть затрат покрывается государством. Такой механизм покрытия затрат необходимо учесть при внедрении платного водопользования в странах бассейна Аральского моря.

Водохозяйственными структурами в зависимости от их мощности, полномочий и правового статуса могут эксплуатироваться фонды от границ фирм и сельскохозяйственных объединений, включая все крупные сооружения, до границ муниципального управления.

При любой структуре водохозяйственных организаций строительство и крупномасштабная реконструкция объектов в мировой практике осуществляются за счет государственных средств, за редким исключением с помощью кредитов, выделяемых водопользователям на длительный период по льготным кредитным процентным ставкам, либо беспроцентным кредитам.

Амортизационная политика должна осуществляться за счет общих затрат, платного водопользования и других источников, устанавливаемых правительством на законодательном уровне с аккумулярованием данных средств непосредственно в водохозяйственных структурах и целенаправленном расходовании на возобновление основных фондов.

Проведение текущих и капитальных ремонтов должно осуществляться водохозяйственными организациями с привлечением подрядчиков различного типа на конкурсной основе. Кроме того, возможна эксплуатация водохозяйственных объектов на основе аренды арендными и акционерными обществами. Подобные арендные объединения могут брать на себя обязательство эксплуатировать оросительные, дренажные системы, насосные станции у муниципальных организаций с базовыми эксплуатационными затратами. В процессе эксплуатации базовые затраты увеличиваются арендными предприятиями для водопользователей, при этом арендное предприятие заинтересовано в экономии их внутри своей организации за счет ужесточения водопотребления, повышения коэффициента использования воды и других мероприятий. Однако при арендном методе управления, учитывая несформировавшееся еще в регионе рачительное отношение к арендуемой собственности, арендный договор должен обязательно включать полную сохранность арендуемой собственности, обеспечение ее работоспособности, повышение технического уровня эксплуатируемых систем в процессе

арендной эксплуатации.

Как видно из анализа мирового опыта, организационная структура водохозяйственных организаций различна. В общем функционирование этих организаций создает определенный механизм финансирования водного хозяйства в условиях рыночной экономики, формирует экономические отношения между водохозяйственными структурами и водопользователями, основанные на взаимных интересах.

По мнению автора, принципиальными условиями для создания различных новых водохозяйственных структур рыночного типа должны быть:

законодательные положения о водном и земельном праве, включая частное;

введение платного водопользования;

введение в законодательном порядке торговозакупочного водного права.

ВЫБОР КАТЕГОРИЙ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ НОРМИРОВАНИИ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД*

Основная задача водоохранной деятельности заключается в сохранении, а также благоприятном преобразовании вод как составной части среды обитания всего живого – биосферы, существенно изменяющейся под антропогенным воздействием. Такая цель водоохраны обусловлена тем, что неконтролируемые антропогенные воздействия на экосистему водного объекта, как правило, вызывают ухудшение качества воды [1].

Водоохранная деятельность не может быть эффективной без определенной системы нормирования как регламентации воздействия на водные объекты. Кроме того, методической основой рекомендаций по разработке водоохранных мероприятий, а также прогнозов состояния качества воды является нормирование качества вод водных объектов.

В настоящее время нормирование качества вод осуществляется для хозяйственно-питьевого, культурно-бытового, рыбохозяйственного и в некоторых случаях других видов водопользования.

Основной принцип регламентации качественного состояния поверхностных вод заключается в установлении предельных значений основных показателей состава и свойств воды, соблюдение которых должно исключить ограничения или нарушения нормальных условий водопользования. Однако ни гигиенические, ни рыбохозяйственные нормативы не ориентированы на обеспечение благоприятного режима

* Работа выполнена под научным руководством к.т.н.А.Н.Крутова.

функционирования водных экосистем [27]. В связи с этим возникла необходимость нормирования качества воды с позиций экологического благополучия водных объектов и определения допустимого уровня воздействия на них в результате хозяйственной деятельности.

Поэтому при нормировании качества воды рассматривается система "водный объект – водопользователь". Если рассматривать благополучие водного объекта как экосистемы, то оценка качества воды как природного ресурса не связана с конкретным видом водопользования. Если учитывать специфические требования водопользования, то оценка качества воды проводится с этой точки зрения.

При разработке нормирования качества воды с экологических и хозяйственных позиций основным является выбор категорий водных объектов, для которых должно проводиться нормирование. При выборе категорий водных объектов прежде всего должно учитываться современное состояние качества вод, поскольку водные источники используются для различных видов хозяйственной деятельности, что в значительной степени повлияло на формирование экосистем водных объектов.

Расположение водных объектов во многом определяет состояние экосистем водных объектов. Поэтому первым принципом, на котором основан выбор категорий водных объектов, является их географическое расположение.

Ряд водных объектов находится в уникальных природно-климатических зонах и является неотъемлемой частью заповедных территорий. Часть водных объектов принадлежит к компонентам городского и природного ландшафта. Кроме того, на территории Республики Узбекистан в верховьях рек хозяйственная деятельность либо отсутствует, либо слабо развита из-за незначительной заселенности.

При экологическом нормировании должна быть учтена степень антропогенного воздействия на водные источники. Это следующий принцип выбора категорий водных объектов. Так, по степени антропогенного воздействия водные источники делятся на уникальные или заповедные территории; со слабым антропогенным воздействием; подверженные антропогенному воздействию в значительной степени [3].

Третий принцип, на котором основан выбор категорий водных объектов, - определение характера водопользования. Основные водопользователи - орошаемое земледелие, промышленность, коммунальное хозяйство, рыбное хозяйство, рекреация. Главный вид водопользования Республики Узбекистан - орошаемое земледелие.

Цель разработки экологических нормативов качества вод водных объектов - обеспечение водой необходимого качества всех водопотребителей и водопользователей; сохранение уникальных водных объектов и их экосистем в состоянии, близком к естественному; создание условий, необходимых для воспроизводства биологических ресурсов для рационального использования; определение допустимого уровня антропогенного воздействия на водные объекты; удовлетворение эстетических и культурных потребностей человека.

Таким образом, с учетом характера водопользования, а также исходя из условий формирования экосистем предлагается выделить следующие категории водных объектов, для которых должны быть разработаны нормативы качества вод:

водные объекты заповедных территорий;

верхние участки рек с отсутствием или слабым развитием хозяйственной деятельности;

водные объекты, являющиеся источниками хозяйственно-питьевого водоснабжения;

водные объекты, являющиеся источниками оросительной воды;
водные объекты, используемые в рыбохозяйственных целях;
водные объекты, используемые в целях рекреации;
водные объекты, расположенные в пределах населенных

пунктов;

прочие водные объекты, не вошедшие ни в одну из указанных категорий.

Выбор категорий водных объектов в зависимости от специфики их назначения, видов водопользования, а также состояния экосистем водных объектов служит основой для определения приоритетных показателей, дающих наиболее полную картину состояния водного объекта.

Для различных категорий водных объектов должны быть определены группы показателей веществ, находящихся в воде:

показатели, дающие общую характеристику качества воды;

показатели, для которых должны быть установлены верхние и нижние пределы;

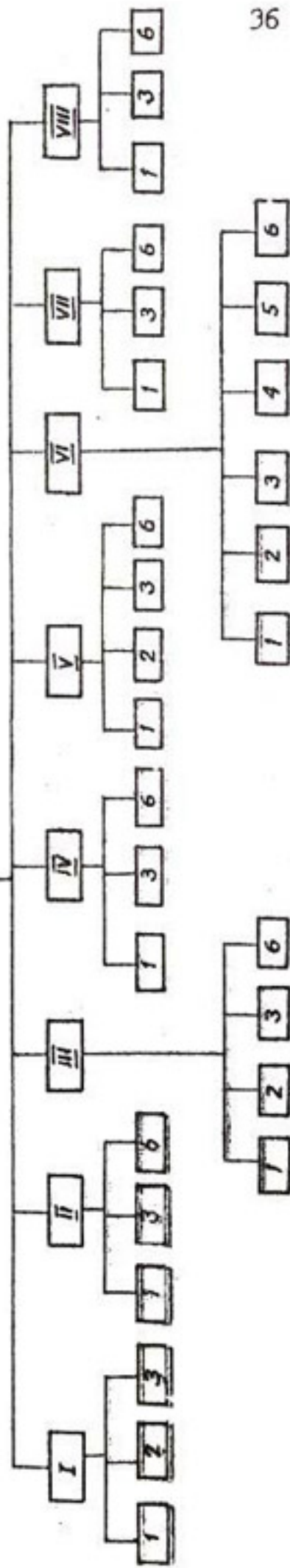
ингредиенты, допустимое содержание которых в воде определяется по лимитирующим показателям вредности (ЛПВ);

показатели загрязнения, для которых допустимый предел устанавливается на основе технико-экономических расчетов;

ингредиенты, допустимое содержание которых определяется расчетным путем;

загрязняющие вещества, которые должны отсутствовать в водах всех категорий (рисунок).

Нормативы качества воды



Категории водных объектов

- I. Заповедные территории;
- II. Верховья рек;
- III. Источники питьевого водоснабжения;
- IV. Рекреация;
- V. Источники рыбохозяйственного водоснабжения;
- VI. Источники орошения;
- VII. Источники на территории населенных пунктов;
- VIII. Прочие водные источники.

Принципы нормирования качества вод

- I. Показатели, дающие общую характеристику качества воды;
- II. Показатели, для которых должны быть установлены верхние и нижние пределы;
- III. Ингредиенты, допустимое содержание которых в воде определяется по лимитирующим показателям вредности (ЛПВ);
- IV. Показатели загрязнения, для которых допустимый предел устанавливается на основе технико-экономических расчетов;
- V. Ингредиенты, допустимое содержание которых определяется расчетным путем;
- VI. Загрязняющие вещества, которые должны отсутствовать в водах всех категорий.

Разработка экологических нормативов качества воды дает возможность оценить качество воды с точки зрения экологического благополучия водных объектов и ее пригодности для различных видов водопользования, а также позволяет рекомендовать оптимальный набор водоохраных мероприятий.

Список использованной литературы

1. Проблемы охраны вод. Харьков. Вып.6. 1975. С.3-10.
2. Защита речных бассейнов, озер и эстуариев от загрязнений/
Под ред. проф. А.М. Никонорова, д-ра Р.К. Руссо. Л.: Гидро-
метеиздат, 1989.
3. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природ-
ной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1979.
4. Реймерс Н.Ф. Природопользование. М.: Мысль. 1990.
5. Проблемы охраны вод. Харьков. Вып.8. 1979. С.3-15.

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ
ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА
ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Оптимизация структуры используемых площадей для Республики Узбекистан предлагается нами на основе экономико-математической модели. Основные предпосылки для определения целевой функции и системы ограничений обусловлены региональной спецификой:

высокий темп роста населения.

Регион испытывает демографическое давление достаточно продолжительный период времени (от 3,2-2,8% в 80-е годы до 2,3% в 1994 г.). В последние годы прирост населения незначительно снизился.

Демографическое давление, создаваемое столь высокими темпами роста населения, оказывает влияние на:

определенный уровень развития сельскохозяйственного производства с целью максимального обеспечения населения основными продуктами питания (потребные объемы производства, ограничения используемых площадей, требования к росту урожайности, увеличению продуктивности используемых земель);

определенный уровень развития производственных сил, особенно в аграрном секторе, т.к. сельское население составляет около 60% от общего, проблема использования трудово-

* Работа выполняется под научным руководством проф.

В.А. Духовного.

го потенциала, проблема занятости населения;

определенные требования к водным ресурсам по количеству и качеству, определяющему социально-экономическое развитие региона;

ограниченность земельно-водных ресурсов.

При высоких темпах роста численности населения в Узбекистане продолжает уменьшаться показатель удельной (на душу населения) площади пашни. В 1985 г. площадь пашни на одного человека составляла 0,2 га, в 1994 г. – 0,19, а к 2000 г. по прогнозу, выполненному отделом водного хозяйства, она может сократиться до 0,14–0,15 га. Увеличение посевных площадей в первую очередь ограничено из-за недостаточности водных ресурсов. При таком положении проблемы оптимизации использования водно-земельных ресурсов, повышение продуктивности используемых земель, а также повышение продуктивности используемой воды, внедрение водосберегающих технологий очень актуальны.

Специфика экономической ситуации в республике на современном этапе характеризуется: обретением независимости Республики Узбекистан и необходимостью создания рациональной экономической структуры, включая рационализацию использования аграрного сектора, упорядочение и выгодность экспортно-импортных операций; общей экономической нестабильностью, выражающейся в снижении валового внутреннего продукта по данным экономического обзора ЕСИ в 1994 г. к уровню 1990 г. на 12% и др; необходимостью проведения реформ в отраслях экономики и в области государственной политики, способствующих развитию рыночных отношений.

Исходя из специфичных условий, указанных выше, мы сформулировали следующие задачи, решаемые в модели. При определении оптимальной структуры посевов сельскохозяйственных культур на возделываемых землях Республики Узбекистан необходимо прогнозирование развития сельхозпроизводства, учитывающее специфические условия формирования рыночных отношений. Главным условием выдвигается максимально возможное удовлетворение населения основными продуктами питания на базе собственного производства исходя из рациональных медицинских норм и динамики населения [1-4] .

Кроме того, необходимыми условиями оптимизации являются следующие:

определение рациональных объемов импорта и экспорта сельскохозяйственной продукции. Экспорт сельскохозяйственной продукции должен быть в объеме, позволяющем осуществлять импорт продовольствия с тем, чтобы максимально удовлетворить растущее население республики продуктами питания. Импортировать рационально ту продукцию, которую по ряду причин невозможно или нецелесообразно производить внутри страны;

рационализация природопользования в целях смягчения последствий интенсивного водопотребления.

Под оптимизацией использования водных и земельных ресурсов подразумевается выявление оптимальных вариантов размещения посевов сельскохозяйственных культур на возделываемых землях Республики Узбекистан.

При оптимизации должны учитываться следующие особенности сельскохозяйственного производства:

дифференциация различных зон и районов по специализации предприятий, их экономической эффективности и др.;

универсальность основного средства сельскохозяйственного производства - земли, позволяющая получать весьма разнообразную продукцию, а зачастую в условиях республики и по два урожая в год;

ограниченность земельных и водных ресурсов;

взаимозаменяемость технологических процессов производства;

частичная или временная взаимозаменяемость производимой и потребляемой продукции (например, кормовых культур);

подвижность и регулируемость ряда важных ресурсов;

транспортабельность основных видов производимой сельскохозяйственной продукции [5-8] .

Приведенный перечень основных положений показывает, что в рассматриваемой задаче возможно множество решений, в которых целесообразнее применить экономико-математическое моделирование и вычислительную технику.

При планировании перспектив развития сельского хозяйства целесообразно рассматривать его по отраслям: растениеводство на орошаемых и богарных землях и животноводство, а также учитывать необходимость импорта и экспорта сельскохозяйственной продукции. Представим это в виде схемы



Первоначально оптимизационная задача решается на макроуровне, то есть в целом для Республики Узбекистан. При этом авторами сделан ряд допущений, уместных, на наш взгляд, для оценочной модели данного уровня.

Известно, что продуктивность земель, а следовательно, и урожайность зависят от таких факторов, как природное плодородие почв, климатический потенциал, мелиоративное состояние земель, водообеспеченность и др. Некоторая часть из них учитывается коэффициентами бонитета, другая – введением понижающих коэффициентов, полученных в результате исследований зависимости урожайности от различных факторов (засоленности почв, водообеспеченности и др.). Разработанная модель макроуровня дает принципиальный ответ о целесообразности возделывания сельскохозяйственных культур в том или ином объеме в целом по республике, не классифицируя выгодность использования объема площадей под различные виды сельскохозяйственных культур по зонам, областям, районам и т.д. Поэтому в данной работе влияние указанных факторов на продуктивность сельскохозяйственного производства не учитывалось. Представляется, что на последующих этапах исследований при разработке модели для микроуровня (вплоть до хозяйства) эти факторы будут учтены.

Сформулируем целевую функцию определения оптимальной структуры посевов сельскохозяйственных культур на возделываемых землях Узбекистана [9,10] .

Целевая функция представляет собой сопоставление выгод и затрат предлагаемой оптимизации на микроуровне

$$ВП_{общ,t} \cdot d_t - (C_{общ,t} + K_t + П_{и,t}) \alpha_t \rightarrow \max, \quad (I)$$

$ВП_{общ,t}$ – общая валовая продукция растениеводства в год t ;

$C_{общ,t}$ – общие текущие затраты на создание и реализацию производственной продукции в год t ;

K_t - единовременные затраты на создание агротехнического потенциала в год t ;

$\Pi_{иt}$ - стоимость импортируемой сельскохозяйственной продукции в год t ;

t - период дисконтирования;

α_t - коэффициент дисконтирования;

$$ВП_{общt} = ВП_{в} + ВП_{э} , \quad (2)$$

$ВП_{в}$ - валовая продукция, потребляемая внутри страны;

$ВП_{э}$ - валовая продукция, идущая на экспорт;

$$ВП_{в} = \sum_{i=1}^N y_i F_i C_i , \quad (3)$$

y_i - урожайность i -той культуры;

F_i - площадь i -той культуры;

C_i - реализационная цена i -того вида сельскохозяйственной продукции.

При существующей системе сельскохозяйственного производства и проводимой аграрной политики государства цены реализации могут быть на часть продукции жестко государственные (хлопок - 60% валового производства, зерновые - 50% валового производства), а также свободные рыночные.

$$ВП_{э} = \sum_{i=1}^N V_{эi} C_{эi} , \quad (4)$$

$V_{эi}$ - объем импорта i -того вида сельскохозяйственной продукции;

$C_{эi}$ - экспортная цена i -того вида сельскохозяйственной продукции;

$$C_{общ} = \sum_{i=1}^N C_{с/хi} + C_{в/х} + \sum_{i=1}^N C_{эi} + \sum_{i=1}^N C_{иi} + \sum_{i=1}^N C_{рi} ; \quad (5)$$

$C_{с/хi}$ - издержки при производстве i -того вида сельскохозяйственной продукции;

$C_{в/хi}$ - издержки водного хозяйства;

$C_{эi}$ - издержки при экспорте i -того вида сельскохозяйственной продукции;

$C_{иi}$ - издержки при импорте i -того вида сельскохозяйственной продукции;

C_{pi} - затраты на реализацию внутри страны i -того вида сельскохозяйственной продукции;

$$K = \sum_{i=1}^N \bar{K}_i \cdot F_i^* ; \quad (6)$$

$\bar{K}_i$ - удельные укрупненные капиталовложения на замену парка сельхозтехники при изменении сельхозспециализации i -той культуры на площади F_i^* ;

F_i^* - площадь земель, на которых изменяется сельхозспециализация;

$$\Pi_i = \sum_{i=1}^N V_i \cdot \Pi_{Hi} ; \quad (7)$$

V_i - объем импортируемой продукции i -того вида;

Π_{Hi} - цена импортируемой продукции i -того вида;

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+i)^t} ; \quad (8)$$

i - норма возврата капитала принята нами численно равной нормативу отраслевой эффективности;

t - период дисконтирования;

Ограничения по использованию земельных угодий

$$F_i = F_i' + F_i'' + F_i''' , \quad (9)$$

для орошаемых земель

$$\sum_{i=1}^N F_i' \leq F_{op} , \quad (10)$$

для богарных земель

$$\sum_{i=1}^N F_i'' \leq F_{bor} , \quad (11)$$

для пастбищ

$$\sum_{i=1}^N F_i''' \leq F_p , \quad (12)$$

F_i - общая площадь земельных угодий;

F_i' - площадь, отводимая под i -тую культуру на орошаемых землях;

F_{op} - общая площадь орошаемых земель;

F_i'' - площадь, отводимая под i -тую культуру на богарных землях;

F_{bor} - общая площадь богарных земель;

F_i^m - площади, занятые под пастбища и сенокосы;

F_n - общая площадь пастбищ.

Ограничения по использованию водных ресурсов

$$\sum_{i=1}^N F_i' \cdot O_{p\delta_i} \leq [W_{op}] , \quad (I3)$$

$O_{p\delta_i}$ - оросительная норма i -той сельскохозяйственной культуры;

$[W_{op}]$ - лимит воды на орошение.

Ограничение по выполнению плана реализации продукции

$$V^{in} + V^{im} \geq [V_i] + V^{\varepsilon}, \quad (I4)$$

V^{in} - объем выращенной продукции для внутреннего потребления;

V^{im} - объем импортируемой продукции;

$[V_i]$ - общая потребность в сельскохозяйственной продукции;

V^{ε} - объем экспортируемой продукции.

В модель включены также ограничения, обеспечивающие неотрицательность переменных в модели.

Список использованной литературы

1. Пряжинская В.Г. Математическое моделирование в водном хозяйстве. М.:Наука, 1985. 240 с.
2. Экономико-математические методы управления сельским хозяйством в странах членах СЭВ / Под ред. проф. Р.Г. Кравченко. М.:Колос, 1980. 264 с.

3. Ш а д и е в Т.Ш. Экономические модели развития сельского хозяйства. Ташкент: Фан, 1986. 168 с.
4. Б у с а л а е в И. В. Сложные водохозяйственные системы. Алма-Ата: Наука, 1980. 229 с.
5. К а р т е р А. Структурные изменения в экономике США. М.: Статистика, 1974. 271 с.
6. Л е о н т ь е в В.А. Реализация математических моделей на ЭВМ. М.: Энергия, 1981. 176 с.
7. А г а н б е г я н А.Г., Б а г р и н о в с к и й К.А., Г р а н б е р г А.Г. Система моделей народно-хозяйственного планирования. М.: Мысль, 1972. 426 с.
8. К а н т о р о в и ч Л.В., М а к а р о в А.А. Оптимальные методы перспективного планирования. М.: Мысль, 1963. 312 с.
9. Х е д и Э., К а н д л е р У. Методы линейного программирования. М.: Колос, 1965. 565 с.
10. Ш а г а л о в Г.Л. Внешнеэкономическое сотрудничество СССР в условиях перестройки. М.: Экономика, 1990. 385 с.

УДК 626.83

АЛЬ АЛИ ФИСАЛ

РАСЧЕТ НОРМАЛЬНОГО РЕЖИМА СИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРО- ДВИГАТЕЛЕЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ПРИ СОВМЕСТНОЙ ИХ РАБОТЕ С ПИТАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТЬЮ

Система машинного водоподъема для орошения состоит из большого количества взаимосвязанных объектов — крупные мелиоративные насосные станции, подводящие и отводящие каналы и питающая электрическая сеть.

Электрические сети с понизительными подстанциями снабжены длинными линиями электропередач, по которым осуществляется энергоснабжение насосных станций, а также питание различных сельхозпотребителей. Кроме того, линия сети имеет активную, индуктивную и емкостную нагрузки. Из-за длинных линий электропередачи и наличия сельхозпотребителей с низким коэффициентом полезного действия (КПД) на питающих сетях наблюдаются потери активной и реактивной мощностей. В результате этих потерь снижается напряжение на шинах насосной станции и увеличиваются потери в синхронных электродвигателях.

Питающая электрическая сеть эксплуатируется при разных режимах по передаваемой мощности в зависимости от типов электродвигателей, мощности насосной станции и различных сельхозпотребителей.

В этой статье рассчитывается нормальный режим работы синхронных электродвигателей насосной станции "Аму-Занг" с учетом питающей электрической сети. При расчетах рабочих режимов все элементы сети представляются схемами замещения с соответствующими параметрами.

При наличии нелинейных элементов существенно усложняются

расчеты электрических сетей. Основные нелинейные элементы сети — нагрузки, заданные мощностями. Уравнения связи между токами и напряжениями не линейные, а второго порядка. В связи с этим не могут быть непосредственно использованы методы линейной алгебры. Поэтому для упрощения расчетов нелинейных схем применяют итеративные методы и линеаризацию характеристик нелинейных элементов.

В питающих электрических сетях имеют место несколько большие напряжения и потери мощности, а следовательно, и большие отклонения от номинального напряжения и различия по фазе между напряжениями в отдельных пунктах.

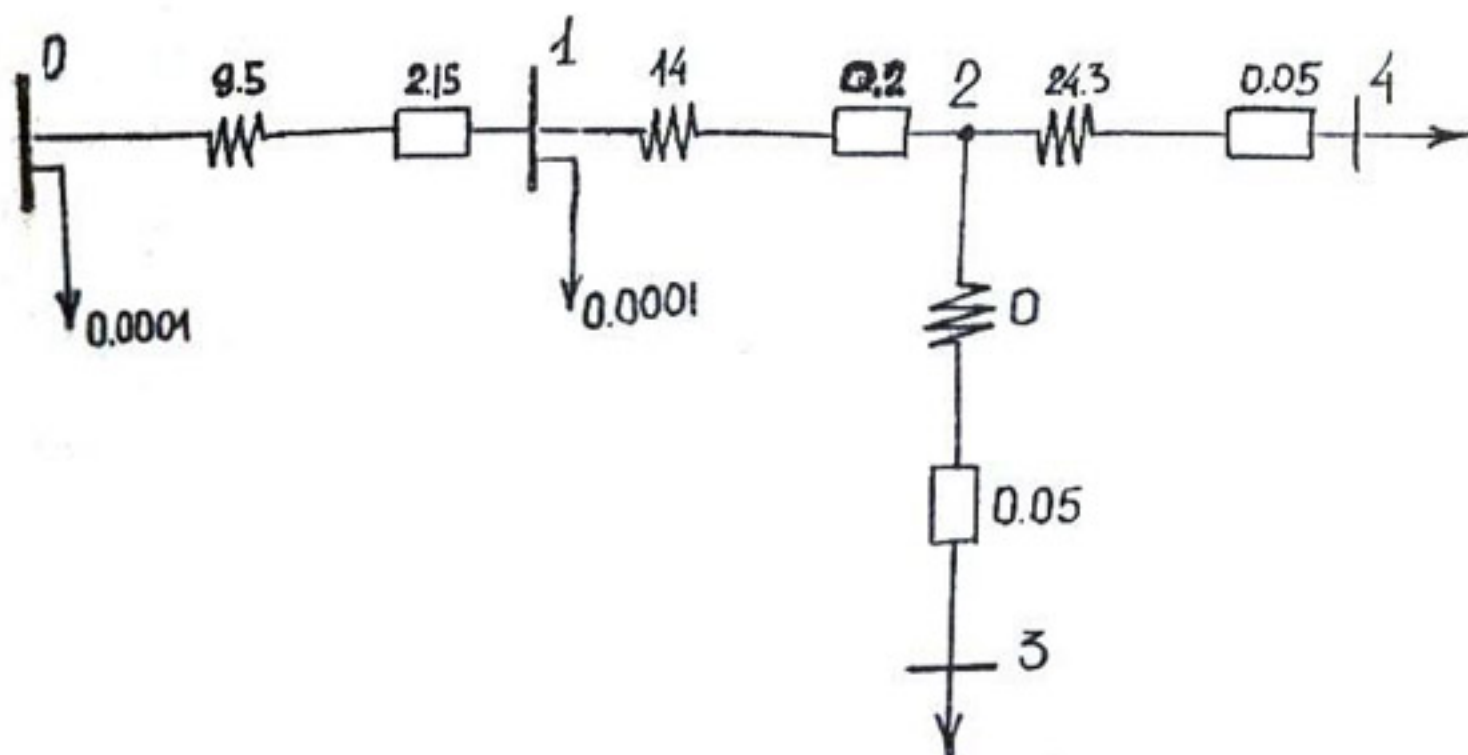
Обычно для питающих электрических сетей заданными являются напряжение источника питания и полные мощности нагрузок или активные мощности и значения коэффициента мощности $\cos(\varphi)$ или коэффициента реактивной мощности $\tan(\varphi)$ нагрузок. Поэтому необходимо знать значения полных мощностей у источника питания. Они складываются из суммарной мощности нагрузок и потерь мощности в сети. В начале расчетов напряжения в пунктах сети неизвестны, схема замещения сети, таким образом, оказывается нелинейной, и расчеты рабочих режимов резко усложняются. Расчет разомкнутых питающих сетей при этом производится следующим образом. Потери мощности в линии определяются приближенно по номинальному напряжению по формуле [1].

$$\Delta P_A = \frac{(P^*)^2 + (Q^*)^2}{V_z^2} \cdot R \quad \text{и} \quad \Delta Q_A = \frac{(P^*)^2 + (Q^*)^2}{V_z^2} \cdot X.$$

Суммируя мощности нагрузок и потери мощности по пути от конца линий к их началу, получают мощности в начале линий, отходящих от источников питания. Вычитая значения потерь напряжений из заданной величины напряжения на шинах источника электроэнергии, получают значения напряжения во всех пунктах сети.

При этом для сетей с напряжениями 110-220 кВ можно не учитывать поперечную составляющую падения напряжения.

Моделированием совместных режимов работы синхронных электродвигателей и питающей электрической сети определяются их нормальные режимы. Используем расчетную схему замещения электроснабжения насосной станции "Аму-Занг" (рисунок).



Расчетная схема замещения электроснабжения насосной станции "Аму-Занг"

Установление нормальных режимов заключается в определении напряжений в узлах 1-4, потоков активных и реактивных мощностей по ветвям и суммарных потерь мощностей в рассматриваемой схеме.

Заданными по схеме являются:

параметры элементов $g_A, x_A, b_{cl}, g_{tv}, x_{tv}, g_{to}, x_{to},$

$$g_{tn}, x_{tn}, K_{tbn} = V_{bn} / V_{nn}, K_{tbc} = V_{nn} / V_{cn};$$

мощность отбора на нагрузку $P_H = 65 \text{ мвт}$, $Q_H = 40 \text{ мвар}$;

напряжение энергосистемы $V_0 = 230 \text{ кВ}$;

в узле I заданы: 1) $P_{св} = 75 \text{ мвт}$, $Q_{св} = 0$; 2) $P_{св}$ и $|V_1|$ -

- модуль напряжения, который должен быть обеспечен за счет регулирования реактивной мощности в пределах Q_{min} и Q_{max} .

Исходные данные

Участок схемы между узлами	Z , Ом	X , Ом	K_T
0 - 4	2,15	9,5	I
1 - 2	0,20	14	I
2 - 3	0,05	0	I
3 - 4	0,05	24,3	5,8

Основные соотношения для расчетов нормальных режимов получены на основе узловых уравнений в форме балансов потерь мощности в следующем виде [2]:

$$\Delta P_k = \sum_{j=1}^4 |V_k||V_j| [-g_{kj} \cos(\delta_k - \delta_j) + B_{kj} \sin(\delta_k - \delta_j)] + P_k,$$

$$\Delta Q_k = \sum_{j=1}^4 |V_k||V_j| [g_{kj} \sin(\delta_k - \delta_j) - B_{kj} \cos(\delta_k - \delta_j)] + Q_k, \quad k=1,2,4,$$

где g_{kj} , B_{kj} - элементы матрицы узловых проводимостей, получаемых на основе топологии схемы и элементов схемы замещения;

$|V_k|$, $|V_j|$ - модуль напряжения в узлах схемы;

δ_k , δ_j - фазовые углы напряжений в узлах I-4;

P_k , Q_k - активные и реактивные мощности в узлах I-4.

Для решения этих уравнений использовался [3] метод Ньютона-Рафсона, который обеспечивает довольно быструю сходимость.

Ниже приводятся результаты расчета нормального режима синхронных электродвигателей насосной станции "Аму-Занг" и питающей электрической сети.

$N_{\text{вет}}$	Начало	Конец	P_{i-j}	Q_{i-j}	P_{j-i}	Q_{j-i}	Потери P
1	0	4	87,29	28,60	-85,1	-20,44	2,28
2	1	2	85,01	30,02	-84,6	-16,6	0,41
3	2	3	12,00	6,50	-12,0	-6,5	0,00
4	3	4	72,60	14,54	-72,5	0,0	0,10

Из результатов расчета видно, что поддержанием на шинах насосной станции заданного значения напряжения можно уменьшить потери активной и реактивной мощности в сети.

Список использованной литературы

1. Солдаткина Л.А. Электрические сети и системы. М.: Энергия, 1978. 216 с.
2. Веников В.А. Математические методы и вычислительные машины в энергетических системах. М.: Энергия, 1975. 216 с.
3. Ортега Дж., Рейнболдт. Итерационные методы решения нелинейных систем управлений с многими неизвестными. М.: Мир, 1975.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К КАЧЕСТВУ ВОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ НОРМИРОВАНИЯ ДЛЯ ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ*

Нормирование качества вод заключается в установлении пределов, в которых допускается изменение их свойств [1]. Поэтому при разработке нормативов необходимо определить требования, предъявляемые к качеству водных источников, где было бы учтено экологическое благополучие водных объектов, а также использование вод для хозяйственных целей. Согласно этим требованиям должны быть выбраны показатели, характеризующие состав и свойства воды, а также их числовые пределы.

Основными нормативными документами, определяющими степень максимального загрязнения водоемов, при которых сохраняются безопасность для здоровья человека и нормальные условия водопользования [2], в настоящее время служат [3,4], входящие в состав правил охраны поверхностных вод, действующих с 1.03.1991 г. [5].

В документах установлены правила сброса сточных вод в водные источники, приведены перечни ПДК вредных веществ в воде водоемов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения, а также требования к составу и свойствам воды водных объектов для этих видов водопользования.

Но существующие нормы ПДК в ряде случаев не способствуют сохранению всего видового состава экосистем водных объектов. Так, допустимое нормативами содержание нитратов в природных водах в размере 10 мг/дм³ не предотвращает в них явления "цветения" (ГОСТ 17.1.01-77) [6]. Результатом "цветения" воды является ухудшение кислородного режима водоема, что может привести к

* Работа выполнена под руководством к.т.н. А.Н. Крутова

массовой гибели водных организмов [1].

Создание экологического нормирования подразумевает прежде всего определение границ сохранения структуры и функций экосистемы. Но определение этих границ зависит от того, какими целями задается человек при сознательном или ненамеренном воздействии на окружающую природу [7].

Общие требования к составу и свойствам воды, приведенные в [5], предъявляются только для мест хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового и рыбохозяйственного водопользования. В [5] не разработаны требования и нормы, предъявляемые к экологическому состоянию водных объектов, а также специальные требования к качеству вод, используемых в целях орошения. В требованиях, предъявляемых к качеству вод и входящих в состав нормативных документов, должна быть учтена степень антропогенного воздействия на экосистемы водных источников [7].

Для выполнения задачи по разработке нормативов качества поверхностных вод выбраны категории водных объектов. В зависимости от целевого назначения категорий водных объектов разработан перечень требований к составу и свойствам воды, в котором учтены экологическое благополучие водных объектов, обеспечение их пригодности для различных видов водопользования.

I. Водные объекты, расположенные на заповедных территориях. Определение требований, предъявляемых к качеству вод заповедных территорий, обусловлено тем, что заповедником является особо охраняемая законом территория, исключенная из любой хозяйственной деятельности для сохранения в нетронутом виде природных комплексов, а также охраны видов живого мира и слежения за природными процессами [1]:

качественный состав не должен вызывать гибель или нежелательные изменения количества и видового состава элементов эко-

системы, присущей водному объекту;

Вода должна иметь благоприятные эстетические и органолептические свойства, т.е. не обладать неприятным запахом, сохранять естественную цветность и прозрачность, не иметь на поверхности масляных пятен и мусора.

Рекомендуются следующие показатели, определяющие в данном случае качество воды:

- запах, цветность, прозрачность;
- содержание растворенного кислорода, БПК, ХПК;
- содержание металлов, пестицидов;
- содержание биогенных веществ;
- бактериологические и гидробиологические показатели.

2. Водные объекты, используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения (централизованного и нецентрализованного), должны иметь следующее качество вод:

в воде не должно содержаться в недопустимых количествах токсичных веществ, которые могут негативно повлиять на здоровье потребителей;

вода не должна содержать веществ, которые могут неблагоприятно отразиться на ее органолептических свойствах и которые не могут быть установлены соответствующими методами водоподготовки;

вещества, необходимые для организма человека, должны содержаться в определенных пределах, так как низкое или высокое их количество может привести к нежелательным последствиям;

вода не должна содержать болезнетворных бактерий;

общесанитарный режим водного объекта должен быть благоприятным для жизни гидробионтов и процессов минерализации органических веществ.

Требования, предъявляемые к качеству вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения, должны в первую очередь обеспечить уровень качества воды, необходимый для здоровья человека.

В число нормируемых показателей для данных водных объектов помимо тех, которые рекомендуются регламентировать в водах заповедных территорий, должны войти минерализация, общая жесткость, содержание главных ионов, температурный режим, рН.

3. Водные объекты рыбохозяйственного назначения.

Основные требования заключаются в обеспечении условий для продуктивности разведения рыбы.

Воды рыбохозяйственных водоисточников не должны содержать в недопустимых количествах вредных веществ, приводящих к гибели рыб, снижению их продуктивности, а также веществ, снижающих качество рыбной продукции; должны иметь благоприятный общесанитарный режим. Нормируемые показатели те же, что и для водных объектов хозяйственно-питьевого водоснабжения.

4. Водные объекты, используемые для орошения, не должны оказывать отрицательного воздействия на плодородие почв, почвенные микроорганизмы, вызывать снижение урожайности сельскохозяйственных культур, ухудшать качество сельхозпродукции, а также снижать долговечность службы гидротехнических сооружений, должны обеспечивать их сохранность. Нормируемые показатели те же, что и в водных объектах хозяйственно-питьевого назначения.

5. Водные объекты, используемые в целях рекреации, должны иметь такое качество воды, которое не оказывало бы вредного воздействия на здоровье людей, не представляло угрозы для их жизни; поверхность вод должна иметь привлекательный вид, не быть загрязненной плавающим мусором, маслами, нефтью и т.д.

Требования, предъявляемые к водным объектам, используемым в рекреационных целях, основаны не только на обеспечении благоприятного режима для здоровья людей, но и должны оказывать эстетическое воздействие. Нормируемые показатели те же, что и в водных объектах хозяйственно-питьевого назначения, за исключением минерализации и ионного состава.

6. В водных объектах, в пределах населенных пунктов, вода должна иметь благоприятные органолептические свойства; должны отсутствовать болезнетворные бактерии; загрязняющие вещества антропогенного происхождения не должны вызывать гибель сложившихся биоценозов; общесанитарный режим должен благоприятствовать процессам самоочищения. Нормируемые показатели те же, что и в водоемах, используемых в целях рекреации.

Воды водоемов, не вошедшие ни в одну из указанных категорий не должны содержать болезнетворных бактерий, а иметь благоприятный общесанитарный режим. Нормируемые показатели – содержание растворенного кислорода, БПК, ХПК, а также бактериологические.

При составлении требований к качеству вод поверхностных источников различных категорий учтено следующее: качество вод должно быть благоприятным для различных видов жизни, существующей в водных источниках, качество вод должно отвечать требованиям различных видов водопользования, состояние водных источников должно также иметь эстетический вид.

Разработка требований к качеству вод при нормировании с учетом экологического благополучия водных объектов, а также их использования для хозяйственных целей основана прежде всего на том, какими целями задается человек при использовании водных источников.

Список использованной литературы

1. Р е й м е р с И.Ф. Природопользование. М.:Мысль, 1990.
2. Б е с п а м я т н о в Г.П., К р о т о в Ю.А. Предельно-допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Л.:Химия, 1985.
3. Санитарные правила и нормы САНПиН № 4630-88. М.:Министерство здравоохранения.
4. Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций ПДК и ориентировочных безопасных уровней (ОБУВ) вредных веществ в воде рыбохозяйственных водоемов. Главрыбвод Минрыбхоза СССР, 1990.
5. Правила охраны поверхностных вод. Госкомприрода, 1996.
6. Защита речных бассейнов, озер и эстуариев от загрязнений / Под ред. д-ра геол.-минер. наук А.М. Никонорова, д-ра Руссо. С.14-33.
7. И з р а э л ь Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. Л.:Гидрометеиздат, 1979.

УДК 502.654(262.83)

О.Б. НАУМОВА, Л.Н. ДАНИЕЛОВА

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
НА ТЕРРИТОРИИ БАСЕЙНОВ РЕК ПРИАРАЛЬЯ

Специфические природно-климатические условия и особенности хозяйственного развития Приаралья предопределили оазисный характер расселения в этом регионе. Создание благоприятных условий проживания, сельскохозяйственное и промышленное производство на территории любого оазиса возможно лишь при наличии искусственного орошения, которое базируется на естественных водотоках и полностью зависит от их состояния. Это является не-

применным условием существования на рассматриваемой территории и единственной возможностью ее интенсивного использования. Экономические условия и факторы воздействуют на экологическое состояние территории, на которой они реализуются, и на находящиеся на ней водотоки. Поэтому для оценки степени потенциального воздействия отдельных участков Приаралья на состояние рек Сырдарьи и Амударьи необходимо проанализировать основные факторы системы "населения - производства - сельское хозяйство". Они определяют виды и характер негативных воздействий.

В качестве факторов при оценке подсистемы "население" рассмотрены: общая численность населения, численность городского и сельского населения, общая площадь территории, в том числе непосредственно заселенной части: плотность населения, в том числе всего и в заселенной части: плотность сельского и городского населения, в том числе всего и в заселенной части.

Значительное внимание уделено нами подсистеме "производство". Оценка проведена путем анализа структуры отраслей промышленности и класса вредности предприятий в каждой области Приаралья. Промышленный потенциал по отраслевым структурам производства распределен по республикам региона. Основная отрасль промышленности - топливно-энергетическая (до 57,6%). Причем в Туркмении она составляет 57,6% от общего производства республики, Казахстане - 23,3%, Узбекистане - 14,6%, Таджикистане - 6,7%. Предприятия металлургической промышленности в этой республике составляют 25,2 % предприятий региона, в Узбекистане - 15,8%, Туркмении - 0,1%. По объектам машиностроительного и металлообрабатывающего профиля наибольший процент производства отмечен в Узбекистане - 15,3; индустрия стройматериалов также занимает здесь высокое место - 5,6%.

В регионе наиболее развиты предприятия легкой промышленности, которые занимают около 1/3 от всех производств в Киргизии, Таджикистане и Узбекистане. Анализ распределения промышленного потенциала в пределах Республики Узбекистан показал, что наибольшая часть его, приходится на бассейн р. Сырдарьи – около 68% от промышленности республики; причем 46,7% приходится на территорию верхнего течения р. Сырдарьи – Ферганскую и Андижанскую области (14,9 и 25,7% соответственно). Здесь сосредоточено 69% предприятий микробиологической промышленности, 37 и 38% соответственно машиностроительной и топливной, около 27% химической и нефтехимической. Доминирующее место по сосредоточению промышленности в верхнем регионе занимают Ферганская и Андижанская области. В среднем течении р. Сырдарьи сосредоточено 22,5% предприятий. Здесь находятся практически все предприятия черной и цветной металлургии республики (93,8 и 97,6% соответственно), 40% химической и нефтехимической промышленности, четверть производств микробиологической отрасли; необходимо отметить некоторое увеличение развития этой отрасли. Пищевые предприятия составляют половину от республиканского.

Территория бассейна р. Амударьи размещает одну треть (30-32%) промышленных объектов. Отметим, что 50% предприятий – топливные объекты республики. В верхнем течении реки промышленность развита слабо. Существенный объем представлен хлопкоочистительной отраслью – около 12,4% на уровень 1990 г.; отмечена тенденция к снижению удельного веса отрасли по сравнению с 1987 г. (с 18,3 до 12,4%). В среднем течении р. Амударьи ведущей отраслью является топливная промышленность – до 3,5% в Кашкадарьинской области; до 27% занимает нефтехимичес-

кая отрасль; промстройматериалы – на уровне 26–28,8%. В нижнем течении реки основная промышленность сосредоточена в Каракалпакстане и представлена главным образом полиграфической отраслью – 79–75,1% от общереспубликанского производства; хлопкоочистительная промышленность составляет 10,5–12,7%. Оценка степени антропогенного воздействия на оазисные территории подсистемой "производство" нами проведена путем анализа структуры отраслей промышленности и класса вредности предприятий в каждой области республики. Это позволило определить масштабы антропогенного давления на ландшафт в баллах, которые выведены умножением доли того или иного вида производства в области относительно всей республики на балльную оценку класса его вредности в экологическом плане. Класс вредности отраслей и производств определен согласно СНиПу применительно к следующим видам промышленности:

- электроэнергетика – I–II класс;
- топливная – I–II класс;
- химическая и нефтехимическая – I–II класс;
- машиностроение и металлообработка – III–IV класс;
- деревообрабатывающая – III–IV класс;
- сборных материалов – IV класс;
- стекляная – IV класс;
- легкая – III–IV класс;
- пищевая – V класс;
- мукомольно-крупяная – IV класс;
- хлопкоочистительная – I–II класс;
- микробиологическая – III–IV класс;
- прочие – V класс.

Принятая шкала баллов оценивает классы вредности следующим образом: I–II – 3 балла; III–IV – 2; V – 1.

Расчеты показали, что в пределах Приаралья наибольшую антропогенную нагрузку от производства испытывает территория Туркмении – 229,4 балла (табл.) за счет топливно-энергетического комплекса. Нагрузка 172,8 балла производств Узбекистана оценивается в 185,3 балла, лидирующие отрасли – металлургическая и машиностроительная, имеющие 43,8, 31,6 и 30,6 баллов соответственно. Бальная оценка негативного воздействия структур производства Казахстана, Киргизии и Таджикистана составляет от 158 в Киргизии до 171,8 баллов в Таджикистане (табл.). В пределах Республики Узбекистан наибольшую нагрузку от производства испытывает бассейн р. Сырдарьи – 1969,05 балла, в Амударьинском ВХР – 1402 балла. В пределах ВХР Сырдарьи наиболее неблагоприятной является территория среднего течения 1169,54 балла за счет Ташкентской области – 959,38 балла, где наиболее развиты все отрасли промышленности. В верхнем течении р. Сырдарьи влияние промышленного комплекса на территорию и водоток оценивается в 709,51 балла, в том числе влияние предприятий Ферганской области определяется в 498,22 балла; Андижанской и Наманганской – в 177,27 и 124,02 соответственно. Территория и водотоки Амударьинского водохозяйственного региона испытывают нагрузку потенциального давления в 2 раза ниже, чем Сырдарьинского – 981,69 баллов, практически равную Ташкентской области. Наибольшее количество баллов отмечено в Кашкадарьинской области (256,45) за счет топливной отрасли промышленности (160,5 баллов). Достаточно высокое давление на территорию и водоток оказывают Сырдарьинская (200,85 баллов) и Бухарская (192,91 балл) – области. В Самаркандской области наиболее развита машиностроительная и металлообрабатывающая промышленности, Бухарской – химическая и нефтехимическая. Оценка совместимости промышленных производств с уче-

том общесанитарного и органолептического лимитирующих показателей вредности загрязняющих веществ, поступающих в водную среду показала, что самые неблагоприятные сочетания дает совмещение предприятий машиностроительной и металлообрабатывающей, химической и нефтехимической, текстильной и пищевой промышленности. Наиболее благоприятная ситуация по сочетанию предприятий перечисленных отраслей наблюдается по Сырдарьинскому ВХР, в том числе по Ферганской и Ташкентской области: химическая и нефтехимическая - 91%, деревообрабатывающая - 59%, машиностроение и металлообработка - 34%.

Балльная оценка негативного воздействия отраслевых структур производства республик Приаралья

Отрасль промышленности	Казахстан	Кыргызстан	Таджикистан	Туркменистан	Узбекистан
Топливо-энергетичес., балл	<u>233x3</u> 69,9	<u>9,9</u> 29,7	<u>6,7</u> 20,1	<u>57,6</u> 172,8	<u>14,6</u> 43,8
Металлургическая, балл	<u>31x2</u> 62	<u>8,5</u> 17,0	<u>25,2</u> 50,4	<u>0,1</u> 0,2	<u>15,8</u> 31,6
Химическая и нефтехим., балл	<u>8,0x3</u> 24,0	<u>0,3</u> 0,9	<u>4,4</u> 13,2	<u>2,9</u> 8,7	<u>5,1</u> 15,3
Машиностр., металлообработка, балл	<u>8,2x2</u> 16,4	<u>21,1</u> 42,2	<u>6,9</u> 13,8	<u>2,1</u> 4,2	<u>15,3</u> 30,6
Промстройматер., балл	<u>3,2x1</u> 3,2	<u>4,6</u> 4,6	<u>3,1</u> 3,1	<u>4,1</u> 4,1	<u>5,6</u> 5,6

Целлюлозно- бумажная, балл	<u>1,0x2</u> 2,0	<u>2,0</u> 4,0	<u>1,0</u> 2,0	<u>0,3</u> 0,6	<u>1,2</u> 2,4
Легкая про- мышленность, балл	<u>7,2x2</u> 14,4	<u>30,2</u> 60,4	<u>34,6</u> 69,2	<u>19,4</u> 38,8	<u>28,2</u> 56,0
Итого	161,1	158,8	171,8	229,4	185,3

Бальная оценка негативного воздействия отраслевых
структур производства по ВХР бассейна Аральского моря

Показатель	Верхнее течение Сырдарьи					Среднее течение			
	Анди- жанск.	Наман- ганская	Фер- ганск	Зсе- го	Джи- закск.	Сырда- рынск	Таш- кенто.	Все- го	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	
Вся промышлен- ность	25,7	6,6	14,4	46,7				211,74	
Электроэнер- гетика	0,87	0,18	28,32	29,37	0,36	94,8	146,58		
Топливная	5,1	-	108,9	114,0	-	-	18,3		
Черная металлургия	-	-	-	-	0,8	-	196,2		
Цветная металлург.	-	2,0	-	2,0	7,2	-	188		
Химичес. и нефтехимич.	0,06	6,78	71,46	78,3	5,1	0,9	108		
Машиностро- ен. и метал- лообработка	36,0	16,6	22,0	74,6	6,8	5,0	50		
Лесная и де- ревообраб.	20,6	14,0	44,2	78,8	2,0	2,0	62,8		

Продолжение табл.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Промстрой-мат.	4,0	6,8	8,6	19,4	3,4	3,5	26,3		
Легкая	20,84	25,66	45,84	92,34	6,64	6,86	13,4		
Хлопкоочист.	24,0	23,7	28,2	75,9	18,0	20,1	21,3		
Пищевая	8,0	7,2	12,8	28,0	2,5	2,8	16,3		
Микробиологическ.	37,6	-	100,4	138	1,6	-	60,4		
Полиграфич.	4,5	4,8	9,3	18,6	3,9	5,1	18,6		
Другие промышлен.	17,2	13,6	18,2	49	6,4	4,4	34,2		
	177,27	124,02	498,22	799,5	64,7	145,46	959,38	1169,5	

по ВХР Сырдарья-1969.05 балл

Бассейн р. Амуцарьи

Показатель	Верхнее течение Сурхандарья	Среднее течение Бухарская	Кашкардарья	Навоийская	Самаркандская	Нижнее течение Каракалпакская	Хорезмская
1	2	3	4	5	6	7	8
Электроэнергетика	0,21	0,41	3,84		1,35	21,29	2,3
Топливная	4,2	3,0	160,5		-	-	-
Черная металлург.	-	1,2	-		2,8	-	-

I	2	3	4	5	6	7	8
Цветная металлургия	-	-	-		2,8	-	-
Химическая и нефтехимич.	0,06	75,0	1,71		30,6	-	0,3
Машиностро- ен. и метал- лообработка	4,2	7,4	6,2		32,4	7,0	6,4
Лесная и де- ревообработ.	7,6	10,4	5,0		18,2	6,8	6,4
Промстрой- мат.	5,3	13,2	8,5		7,1	8,5	4,8
Легкая	11,72	22,4	12,4		15,8	7,5	11,4
Хлопкоочист.	37,2	30,6	32,7		22,5	18,9	22,8
Пищевая	4,9	6,4	5,6		20,8	6,3	6,4
Микробио- логическая	-	-	-		-	-	-
Полиграфич.	3,9	5,1	5,4		9,3	19,8	4,8
Другие промышл.	4,4	16,8	14,6		37,2	68,6	17,4
Итого	83,69	192,91	256,45		200,85	164,79	83,0
							17295,9

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИ-
МИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Гидромелиоративная система – важная и эффективная часть общего комплекса средств, при помощи которых создается необходимый водный, солевой, тепловой и пищевой режимы, обеспечивающие получение экономически оправданного урожая. Поэтому параметры гидромелиоративной системы должны соответствовать этой цели.

Существуют различные предложения по определению параметров оросительной сети на основе технико-экономических расчетов [1], общим недостатком которых является определение, как правило, одного-двух параметров. Технико-экономическая эффективность оросительной сети определяется множеством параметров в увязке с урожайностью сельскохозяйственных культур, загрязнением окружающей среды и дефицитностью материально-технических ресурсов.

До последнего времени мелиоративные системы на засоленных землях проектировались с использованием в качестве критерия оптимальности приведенных затрат, т.е. предполагалось, что максимально чистый доход обеспечивается максимальной сельскохозяйственной продукцией. При этом можно получить оптимальные параметры при отсутствии серьезных проблем с количеством и качеством оросительной воды, водоотведением, охраной окружающей среды, бесплатностью воды.

Однако в условиях применения на орошение минерализованной воды, ее дефицита, трудностей с водоприемниками, экологическими ограничениями, необходимостью платы за ресурсы тре-

бование получения максимального урожая обязательно соответствует максимальному доходу от сельскохозяйственного производства при строительстве коллекторно-дренажной сети и орошении или осуществлении других мелиоративных мероприятий. Поэтому при решении задачи оптимизации параметров гидромелиоративной системы за критерий оптимизации принимают максимальную разность между чистым доходом от сельскохозяйственного производства и приведенными затратами на оросительную сеть и КДС с учетом стоимости водных ресурсов и природоохранных требований.

$$\mathcal{E}_i = \Delta \mathcal{U}_i - [(E_n \cdot K_i^{op} + C_i^{op}) + (E_n K_i^{sp} + C_i^{sp}) \pm \gamma \Delta Q \pm (\beta \Delta Z_i + \delta \Delta X_i)] \rightarrow \max, \quad (I)$$

где $\mathcal{E}_i$ - экономическая эффективность i -го варианта, руб/га;

$\Delta \mathcal{U}_i$ - доход от прироста урожая с учетом издержек сельского хозяйства;

K_i^{op}, K_i^{sp} - капитальные затраты на реконструкцию оросительной и коллекторной сети;

E_n - нормативный коэффициент экономической эффективности;

C_i^{op}, C_i^{sp} - ежегодные эксплуатационные затраты на оросительную и коллекторно-дренажную сеть;

ΔQ - водные ресурсы, м³/га;

Z - земельные ресурсы;

X - трудовые ресурсы;

γ, β, δ - замыкающие оценки стоимости соответственно водных, земельных и трудовых ресурсов.

Решение задачи (I) довольно сложно из-за большого числа независимых и зависимых переменных.

Любому варианту глубин залегания грунтовых вод соответствует множество сочетаний глубин заложения дренажа и междренних расстояний, глубин заложения и уклонов коллекторов.

Увеличение уклонов дрен вызывает снижение затрат на поперечные сечения дрен и коллекторов, но увеличивает затраты

на глубину заложения.

Уменьшение глубин заложения дрен вызовет увеличение затрат на первичные дрены и уменьшит строительные и эксплуатационные затраты на отводящую сеть.

Мелиоративная система может функционировать при любом уровне грунтовых вод. Для любого уровня грунтовых вод при колебании оросительной нормы можно получить практически любой урожай в возможном диапазоне и соответственно множество сочетаний параметров дренажа, оросительной сети и водоохраных мероприятий.

Таким образом, из общей задачи поиска совокупного оптимума выделяется подзадача оптимизации параметров оросительной и коллекторно-дренажной сети для каждого варианта глубин залегания грунтовых вод.

Оптимизацию оросительной сети предполагается проводить, используя в качестве оптимальности минимум приведенных затрат на строительство и эксплуатацию оросительной сети.

$$Z_{op} = \sum_{i=1}^n Z_{opi} = \sum_{i=1}^n (E_n \cdot K_i^{op} + C_i^{op}) l_i. \quad (2)$$

В качестве примера рассмотрим лотковую оросительную сеть.

Анализируя проектные материалы лотковой сети, можно установить вид линейной зависимости, описывающей затраты на строительство лотка в следующей форме:

$$K_A = K_{сеч.л.} + K_{ст.л.},$$

где K_A — капитальные затраты на реконструкцию лотковой сети; $K_{сеч.л.}$ — капитальные затраты на реконструкцию сечения лотка (рис. I);
 $K_{ст.л.}$ — капитальные затраты на реконструкцию стойки лотка.

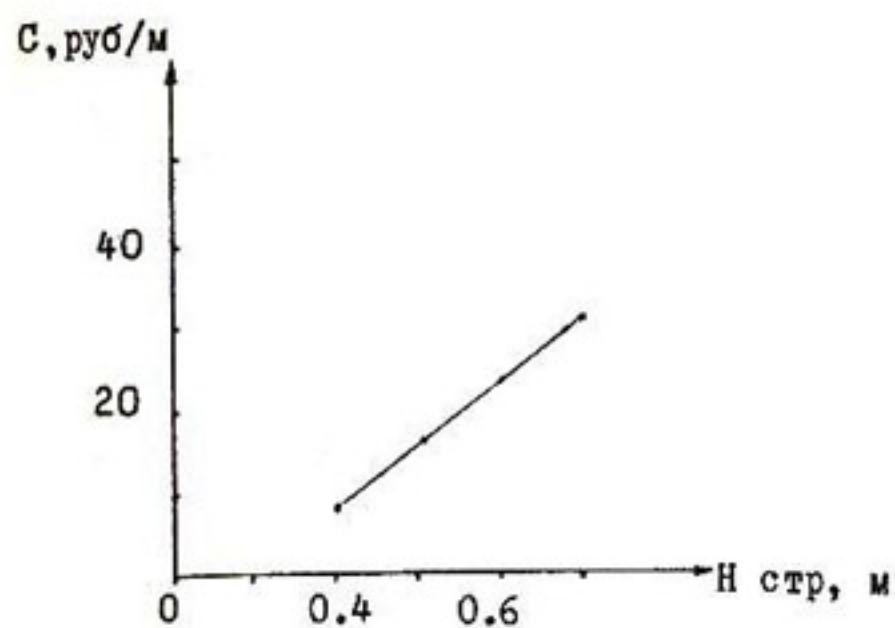


Рис. I. График зависимости стоимости лотка от строительной глубины.

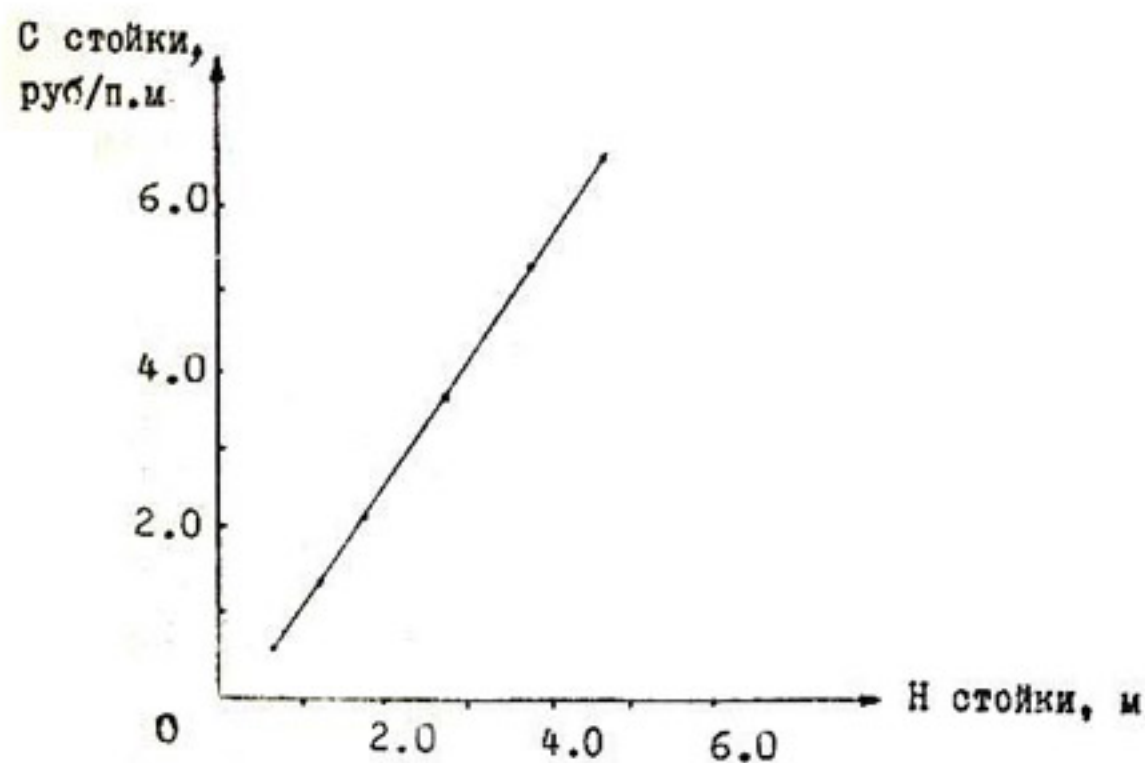


Рис. 2. Зависимость стоимости стойки лотка от высоты дна лотка над поверхностью земли.

$$K_{\text{сеч.л}} = \alpha_1 + \beta_1 \text{ Нстр.}, \quad (3)$$

α_1, β_1 - эмпирические коэффициенты, устанавливаемые для сечения лотка, значения которых приведены ниже:

Голодная степь	Участковый лоток	α_1	β_1
		-10,67	42,75

Нстр - строительная высота лотка, м;

$$\text{Нстр} = H_0 + \Delta h ;$$

H_0 - глубина воды в лотке, Δh - запас над уровнем воды в лотке, м.

Хотя зависимость стоимости стойки лотка от высоты стойки имеет криволинейный характер, для рассматриваемых целей можно использовать линейные приближения в виде (рис.2)

$$K_{\text{ст.л}} = \alpha_2 + \beta_2 h^{\text{сред}}, \quad (4)$$

где α_2, β_2 - эмпирические коэффициенты, устанавливаемые для стойки лотка, значения которых приведены ниже:

		α_2	β_2
Голодная степь	Стойка	-0,59	1,53

$h^{\text{сред}}$ - средняя высота стойки лотка, м.

Используя известные геометрические характеристики параболы, представим выражения для расхода в русле параболического сечения в следующей форме:

$$Q_n = 1,225 \times \frac{P^{2/3}}{n} \cdot H_0^2 \cdot i^{0,5} \quad (5)$$

где Q_A - пропускная способность лотка, $\text{м}^3/\text{с}$;

P - параметр параболы, м;

n - коэффициент шероховатости;

H_0 - глубина воды в лотке, м;

i - уклон лотка.

Обозначим через $A = 1,225 \times \frac{P^{2/3}}{n}$.

Тогда выражение (5) примет вид $Q_A = A H_0^2 \cdot i^{0,5}$ (6)

Таким образом, глубина воды в лотке примет вид

$$H_0 = \left(\frac{Q_A}{A} \right)^{0,5} \cdot i^{-0,25} \quad (7)$$

Прежде чем перейти к оптимизации параметров лотковой сети, выразим среднюю высоту стойки лотка через отметки поверхности, начальную отметку стойки лотка и уклон следующим образом:

$$h_{\text{сред}} = Z_N' - 0,5 (Z_N^3 + Z_K^3) - 0,5 \ell_A i_A,$$

где Z_N' - начальная отметка стойки лотка;

Z_N^3, Z_K^3 - отметки поверхности земли в начале и
конце лотка;

ℓ_A - длина лотка, м;

i_A - уклон лотка;

$$\Delta_A = \ell_A \cdot i_A.$$

Затраты на эксплуатацию лотковой сети используются в основном на поддержание рабочей глубины и пропускной способности лотка путем очистки его от зарастания и заиления и т.п.

Эксплуатационные затраты могут быть выражены в зависимости от строительной глубины лотка в виде линейной зависимости

$$C_{\text{экс.}} = \alpha_{\text{экс.}} + \beta_{\text{экс.}} \cdot H_{\text{стр.}}, \quad \text{руб/м}, \quad (8)$$

где $C_{\text{экс.}}$ - эксплуатационные затраты на очистку лотковой сети, руб/м;

$\alpha_{\text{экс}}$, $\beta_{\text{экс}}$ - эмпирические коэффициенты.

Тогда приведенные затраты на строительство и эксплуатацию лотковой сети большого количества лотков имеют вид

$$\begin{aligned} Z_{\text{оп}} &= \sum_{i=1}^n E_H (\alpha_1 + \beta_1 H_{\text{стр}i} + \alpha_2 + \beta_2 h^{\text{сред}}) \ell_i + \sum_{i=1}^n (\alpha_{\text{экс}} + \beta_{\text{экс}} H_{\text{стр}i}) \ell_i = \\ &= \sum_{i=1}^n E_H \left[\alpha_1 + \beta_1 \left(\Delta h + \left(\frac{Q_{\Lambda i}}{A} \right)^{0.5} \cdot i^{-0.25} \right) + \alpha_2 + \beta_2 (Z_{\text{Н}i}^{\Lambda} - 0.5(Z_{\text{Н}i}^3 + Z_{\text{К}i}^3) - 0.5 \Delta \Lambda_i) \right] \ell_i + \\ &+ \sum_{i=1}^n \left[\alpha_{\text{экс}} + \beta_{\text{экс}} \left(\Delta h + \left(\frac{Q_{\Lambda i}}{A} \right)^{0.5} \cdot i^{-0.25} \right) \right] \cdot \ell_i. \end{aligned} \quad (9)$$

Обозначим через $\alpha^* = E_H (\alpha_1 + \beta_1 \Delta h + \alpha_2) + \alpha_{\text{экс}} + \beta_{\text{экс}} \Delta h$,
 $\beta^* = E_H \cdot \beta_1 + \beta_{\text{экс}}$,
 $\beta^{**} = E_H \cdot \beta_2$.

Тогда приведенные затраты представим как

$$Z_{\text{оп}} = \sum_{i=1}^n \ell_i \left[\alpha^* + \beta^* \left(\frac{Q_{\Lambda i}}{A} \right)^{0.5} \cdot i^{-0.25} + \beta^{**} (Z_{\text{Н}i}^{\Lambda} - 0.5(Z_{\text{Н}i}^3 + Z_{\text{К}i}^3) - 0.5 \Delta \Lambda_i) \right]. \quad (10)$$

Выражение (8) дополняется ограничениями по

- 1) перепадам высот по i -ым лоткам $i_i^{\min} \cdot \ell_i \leq \Delta i \leq i_i^{\max} \cdot \ell_i$;
- 2) по превышению отметки дна лотка над поверхностью земли

$$Z_{\text{К}i}^3 + h_i^{\min} \leq Z_{\text{Н}i}^{\Lambda} - Z_{\text{К}i}^3 - \sum \Delta i \leq Z_{\text{Н}i}^3 + h_i^{\max},$$

где $h_i^{\max}$ - максимальная высота i -го лотка,

$h_i^{\min}$ - минимальная высота i -го лотка.

Уклоны лотковой сети подбираются исходя из условий обеспечения средних скоростей потока в следующих пределах:

$$V_{\min} \leq V \leq V_{\max}, \quad \text{м/с},$$

где $V_{\min}$ - минимально допустимая скорость, м/с;

$V_{\max}$ - максимально допустимая скорость.

Минимальная скорость определяется требованиями недопущения заиления и зарастания лотковой оросительной сети и может быть найдена по формуле, рекомендуемой СНиП [2].

$$V_{\min} = 0.3 R^{0.25}, \quad \text{м/с}, \quad (11)$$

где R - гидравлический радиус канала, м.

Величина максимальной скорости течения воды не должна превышать 6 м/с.

В ряде случаев удобнее оперировать предельно-допустимыми уклонами, зная предельно-допустимые скорости.

Для лотков параболического сечения величина максимально допустимого уклона будет иметь вид

$$i_{max} = \alpha_1 \cdot Q^{-0,67}, \quad (12)$$

где $\alpha_1 = 430,9 \times n^2$.

Предельная зависимость для неразмывающего уклона может быть представлена следующим образом:

$$i_{min} = \alpha_2 \cdot Q^{-0,364} \quad \alpha_2 = 0,117 \cdot n^2, \quad (13)$$

где n — коэффициент шероховатости.

Список использованной литературы

1. Р е к с Л.М. Техничко-экономическое обоснование оросительных норм и параметров гидромелиоративных систем // Гидротехника и мелиорация. 1974. № 2.
2. Мелиоративные системы и сооружения СНиП 2.06.03-85.М., 1986.

УДК 631.445.52:631.6:633.51

О.Г. Цай

НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛАГО-СЕЛЕПЕРЕНОСА В
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ И ВЛИЯНИЕ ЕГО НА
УРОЖАЙНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА (на ОПУ в совхозе
им. Г.Гуляма Сырдарьинской области)

Установлено, что для получения высоких урожаев на почвах, подверженных засолению, влажность корнеобитаемого слоя должна составлять 70% от предельно-полевой влагоемкости (ПВ) [1]. Другим фактором, влияющим на урожайность, является засо-

ние почвогрунтов – концентрация почвенного раствора.

Наилучшее развитие большинства сельскохозяйственных растений наблюдается при концентрации почвенных растворов в течение вегетационного периода 3–6 г/л [2]. Для хлопчатника она не должна превышать 2,0–1,5 г/л (по иону хлора) [3].

Для определения влажности почв в полевых условиях широко распространен термостатно-весовой метод. Оперативно влажность почв можно определить с помощью тензиометров – приборов, служащих для измерения всасывающего давления влаги в почве [4], при использовании эмпирических зависимостей влажности от всасывающего давления влаги для почв различного механического состава [5]. Обработка данных всасывающих давлений влаги позволяет установить направление движения влаги.

Методом водных вытяжек можно оценить общий запас легко-растворимых солей в почве. Количество солей, находящихся в данный момент времени в растворимом состоянии в почвенной воде, можно определить с помощью вакуумного пробоотборника – относительно недорогого прибора, по конструкции схожего с тензиометром, позволяющего отбирать почвенные растворы на различной глубине [4].

Предлагаемый способ исследования на основе применения тензиометров и изучения динамики концентрации солей в почвенном растворе в период вегетации (с 5 июня по 15 сентября 1990 г.) отрабатывался на примере проллювиально-аллювиальных отложений в условиях Голодной степи.

Опытный участок в совхозе им. Г. Гуляма Сырдарьинской области оборудован наблюдательной площадкой, где проводились комплексные исследования водно-физических свойств почвогрунтов, наблюдения за режимом грунтовых вод по наблюдательной

скважине, динамикой всасывающего давления влаги в зоне аэрации (зонды тензиометров устанавливались на глубинах:

25, 50, 75, 100, 150, 200, 300 м), динамикой влажности в интервалах 0, 25, 25-50, 50-75, 75-100, 100-125, 125-150 и т.д. через каждые 50 см до УГВ (термостатно-весовым методом), динамикой солей в почве (метод водных вытяжек), динамикой солей в почвенном растворе (с помощью вакуумного пробоотборника), фенологические наблюдения (по методике СОЮЗНИИХИ).

Почвогрунты – среднесуглинистые, тип засоления – сульфатный. Степень засоления оценивалась по классификации почв Н.И. Базилевича, Е.И. Панковой по содержанию токсичных ионов SO_4^{2-} [6]. Согласно этой классификации, к исходному моменту почвы по степени засоления метрового слоя относились к незасоленным.

Обработка данных измерений всасывающего давления почвенной влаги позволила составить хронологический график изменения всасывающего давления почвенной влаги (рис.1). Используя эмпирические зависимости (рис.2) [5] для почв различного механического состава, можно определить влажность почвы в любой момент времени на глубинах 25, 50 и 75 см по хронологическому графику (рис.1). Зная значение ППВ (ППВ в среднем для метрового слоя составляет 24% от веса сухого грунта), по графику (рис.2) можно определить величину оптимального всасывающего давления почвенной влаги, которая составила -3,8 м.в.ст. На рис.4 видно, что концентрация почвенного раствора к началу наблюдений на глубине 50 см составила 3,71 г/л при 0,12 г/л Cl и 2,353 г/л SO_4 , на глубине 75 см – 4,22 г/л при 0,11 г/л Cl и 2,632 г/л SO_4 (рис.4).

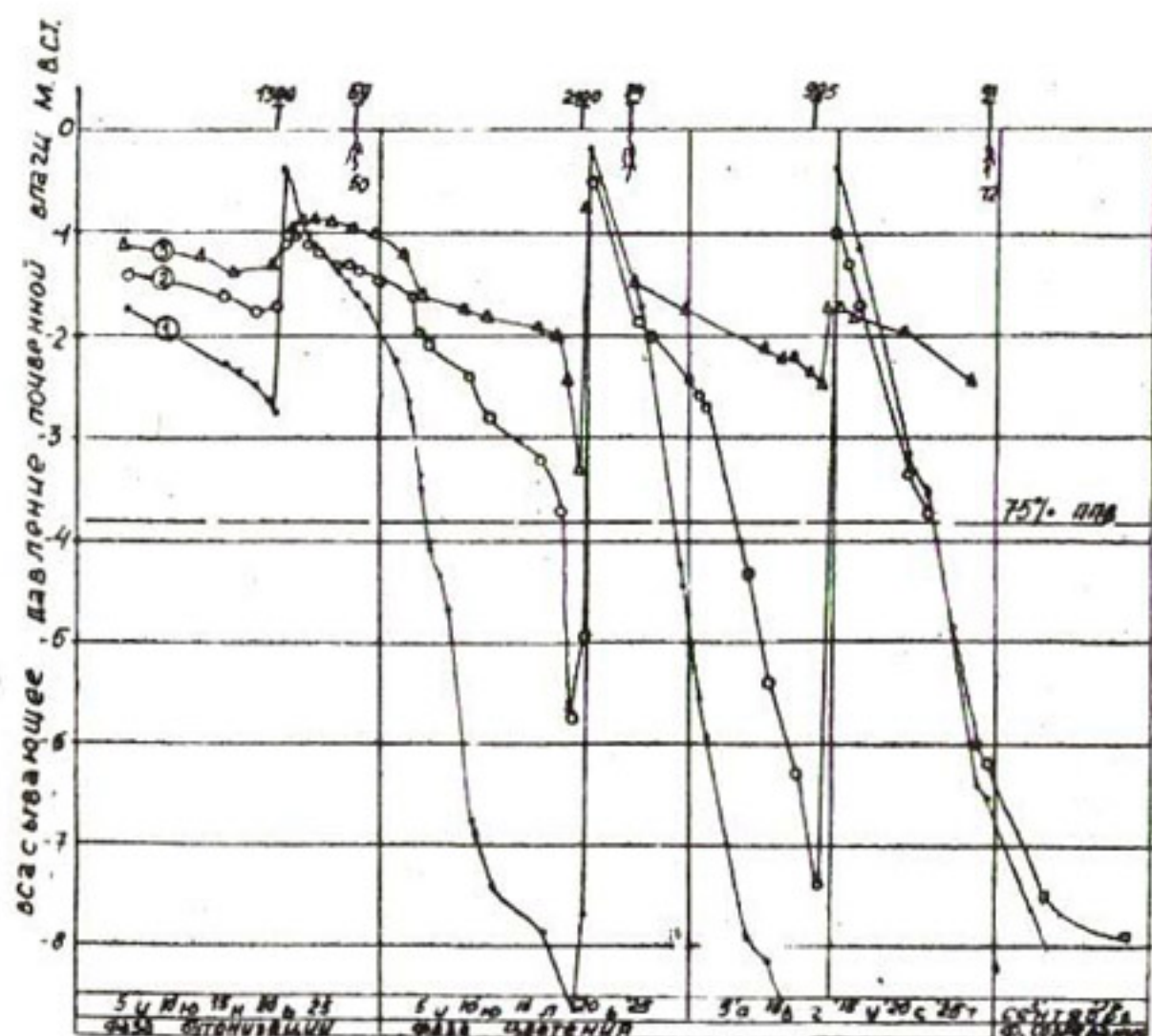


Рис. I. Изменение давления почвенной влаги на глубине 0,25; 0,5, 0,75 м:

I - номер тензиометра;

I - на глубине 0,24 м; 2 - 0,5 м; 3 - 0,75 м;

T - полив нормой 1300 м³ га;

59 - высота стебля хлопчатника, см;

50 - глубина корневой системы.

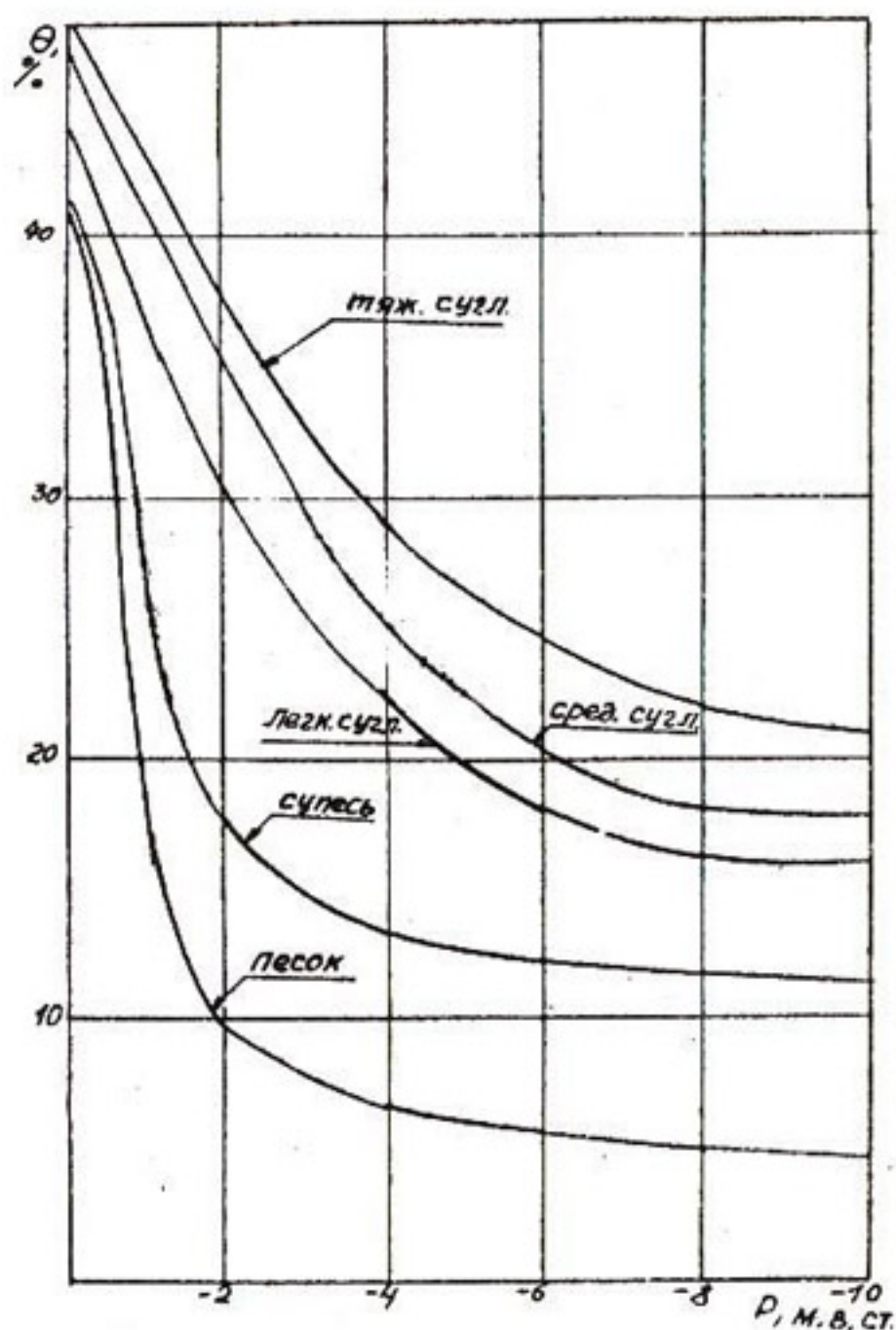


Рис.2. Зависимость всасывающего давления почвенной влаги (P , м.в.ст) от влажности (θ , % объема) (по данным обобщений О.М. Белоусова).

Концентрация солей в грунтовых водах на этот момент составила 7,540 г/л при 0,280 г/л Cl и 4,734 г/л SO_4 при их залегании 2,02 м.

Первый полив (с 20 по 21 июня 1990 г.) оросительной нормой 1300 м³/га вызвал поднятие УГВ до 1,90 м и увеличил влажность верхних горизонтов (26 июня). После полива к 26 июня содержание токсичных ионов $SO_4^{''}$, по данным водных вытяжек, в слое 0,25 см уменьшилось с 0,71 [6] (18 июня) до 0,45 мг-экв на 100 г почвы, в слое 25-50 см с 1,3 до 0,78, в слое 50-75 см - увеличилось с 1,05 до 2,45 мг-экв на 100 г почвы за счет вымывания солей сверху (рис.3). В слое 50-75 см содержание токсичных ионов $SO_4^{''}$ превышает порог токсичности [6]. За период между двумя поливами (фаза бутонизации и цветения) на глубине 25, 50, 75 см влажность почвы была выше оптимальной (>75 ППВ).

Второй полив (с 20 по 21 июля) оросительной нормой 2100 м³/га вызвал поднятие грунтовых вод с 2,72 (20 июля) до 2,34 (24 июля) м. После полива к 24 июля содержание токсичных ионов $SO_4^{''}$ в слое 0-25 см увеличилось с 2,07 (20 июля) до 2,34 мг-экв на 100 г почвы (24 июля), в слое 25-50 см - уменьшилось с 1,51 до 0,34, в слое 75-100 см - с 3,73 до 1,24. Содержание токсичных ионов $SO_4^{''}$ выше оптимального. Концентрация почвенного раствора на глубине 50 см достигла 2,644 г/л при 0,16 г/л Cl и 1,269 г/л SO_4 ; на глубине 75 см - 3,272 г/л при 0,15 г/л Cl и 2,106 г/л SO_4 ; на глубине 100 см - 3,80 г/л при 0,15 г/л Cl и 2,394 г/л SO_4 (рис.4).

В течение всего межполивного периода в фазу цветения (с 21 июля по 31 августа) на глубине 25 см более половины, а на глубине 50 см около 20% влажность почв была ниже оптимальной. В это время для удовлетворения хлопчатника в воде необ-

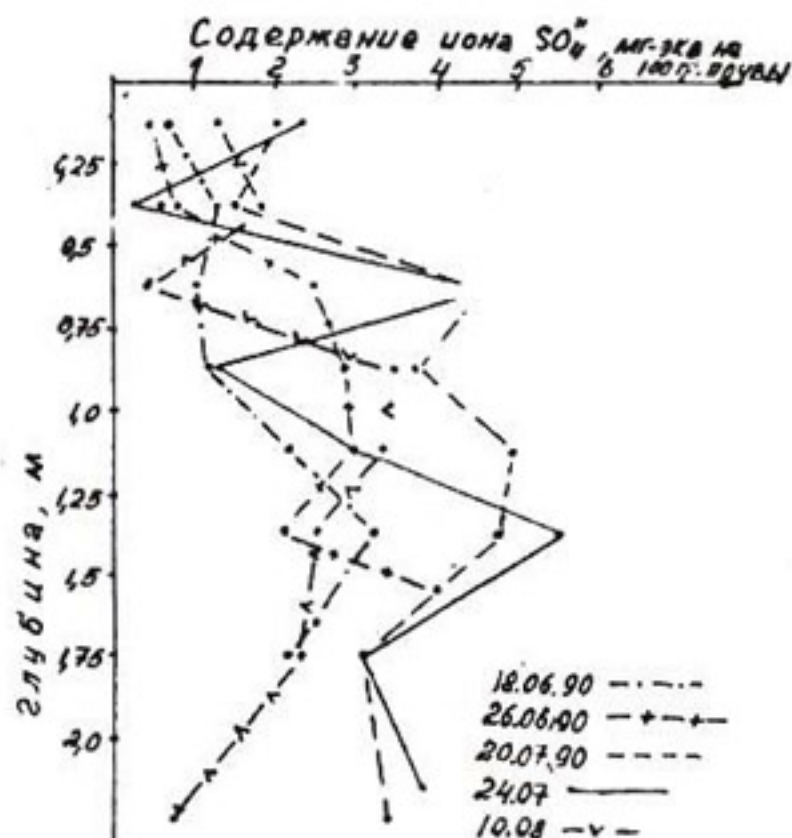


Рис.3. Содержание токсичных ионов SO_4 в почвогрунтах зоны аэрации (по волной вытяжке).

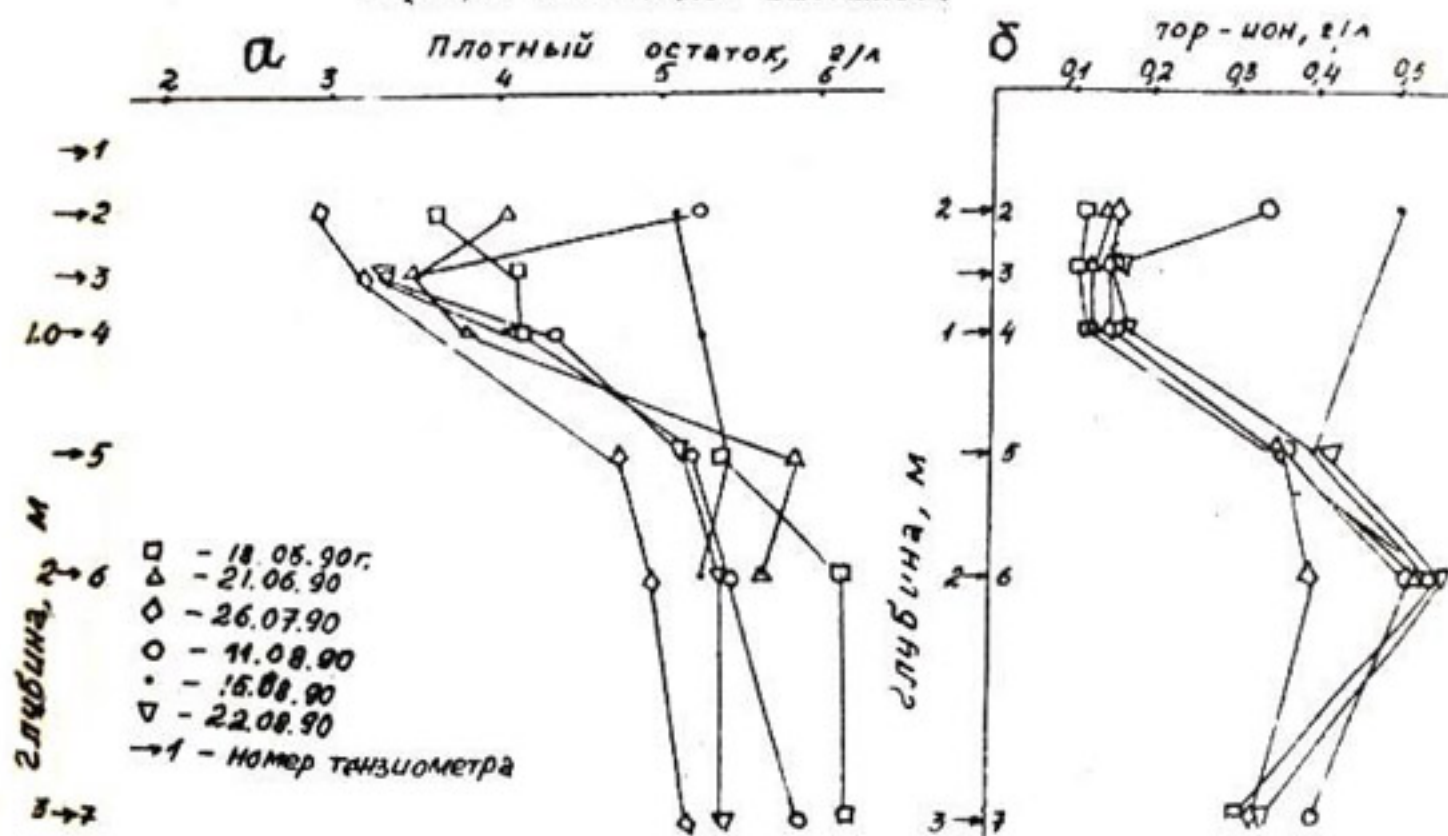


Рис.4. динамика концентрации почвенного раствора по глубине зоны аэрации:
а - по плотному остатку; б - по хлор-иону.

ходимо поддерживать оптимальную влажность до глубины 80–100 см.

Перед третьим поливом грунтовые воды залегали на глубине 2,65 м. Он проводился (с 13 по 15 августа) оросительной нормой $1300 \text{ м}^3/\text{га}$. Уже к 16 августа грунтовые воды залегали на глубине 2,70 м. Концентрация солей в них достигла $9,550 \text{ г/л}$ (23 августа) при $0,15 \text{ г/л Cl}$ и $1,990 \text{ г/л SO}_4$. Содержание токсичных ионов $\text{SO}_4^{''}$ (по данным водной вытяжки) в слое 0–25 см составило $1,34 \text{ мг-экв на } 100 \text{ г}$ почвы, в слое 25–50 см – $1,85$, в слое 50–75 см – $0,46$, в слое 75–100 см – $3,45$. В слоях 25–50 и 75–100 см содержание ионов $\text{SO}_4^{''}$ превышает порог токсичности. Концентрация почвенного раствора на глубине 50 см (11 августа) составила $5,198 \text{ г/л}$ при $0,340 \text{ г/л Cl}$ и $3,094 \text{ г/л SO}_4$; на глубине 75 см – увеличилась с $3,27$ (11 августа) до $3,410 \text{ г/л}$ (22 августа); концентрация ионов Cl' и $\text{SO}_4^{''}$ не изменилась и составила соответственно $0,15$ и $1,990 \text{ г/л}$.

К 20 августа влажность почвы на глубине до 50 см ниже оптимальной (рис. I). В августе (период массового плодообразования) расход воды хлопчатником за 1 день достигает максимума – $90 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Исследования на ОПУ показали, что влажность корнеобитаемого слоя почвы (0–50 см) находилась определенную часть времени в пределах ниже оптимальной. (В фазу цветения этот период составил $1/3$ от общего времени).

Обработка результатов химических почв и почвенных растворов позволила получить информацию о солевом режиме в корнеобитаемом слое. По данным химических анализов водных вытяжек почвы имели различную степень засоления: от незасоленных (в верхнем 0–30 см слое) до слабо- и средnezасоленных (ниже 30 см). В периоды между поливами в корнеобитаемом слое концентрация

токсичных ионов в почве увеличивается до величин, превышающих порог токсичности, что в условиях дефицита влаги (при влажности почв менее 75% от ППВ) является причиной снижения урожайности. В пределах корнеобитаемого слоя отмечается рост концентрации почвенного раствора в межполивные периоды.

Расчет по методике В.А. Духовного и С.А. Нерозина показал, что максимальная урожайность составляет 43,1 ц/га, фактическая – 27,2 ц/га. Таким образом, применение тензиометров позволяет оперативно проследивать такие важнейшие факторы, влияющие на урожайность сельскохозяйственных культур, как водно-химический режим почв, и корректировать мелиоративные и агрохимические мероприятия.

Список использованной литературы

1. Справочник по хлопководству. Ташкент: Узбекистан, 1965.
2. К о в д а В.А. Основы учения о почвах Т. I, 2. М.: Наука, 1973.
3. Р а б о ч е в И.С., Б у р л ы г и н а В.С. Влияние концентрации почвенного раствора на урожай хлопка// Мелиорация пустынных земель Туркменистана. Ашхабад: Илим, 1968.
4. Д з е к у н о в Н.Е., Ж е р н о в И.Е., Ф а й б и ш е н к о Б.А. Термодинамические методы изучения водного режима зоны аэрации. М.: Недра, 1987.
5. Б е л о у с о в О.М. Разработать эффективные методы управления почвенным плодородием, питанием растений и модели. Ташкент, 1994.
6. Б а з и л е в и ч Н.И., П а н к о в а Е.И. Опыт классификации почв по содержанию токсичных солей и ионов// Почвоведение. 1972. Вып. У.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОДАЧИ ЛОПАСТНЫХ НАСОСОВ РАЗЛИЧНЫХ БЫСТРОХОДНОСТЕЙ

В настоящее время в Узбекистане насчитывается около 18 тыс. передвижных насосных установок с приводом от двигателей внутреннего сгорания, чаще всего дизелей. Из них 11,5-12 тыс. - низконапорные установки типов СНП-150/5, ПГ-35М и СНП-500/10 [1], в которых используются насосы осевого типа с жесткозакрепленными лопастями рабочего колеса.

Известно, что насосным установкам с дизельным приводом свойствен ряд недостатков, главные из которых - низкая эксплуатационная надежность [2].

Один из самых перспективных путей повышения надежности и эффективности эксплуатации передвижных насосных агрегатов - замена дизельного привода электрическим. При этом особую важность приобретает вопрос регулирования подачи насосного агрегата.

Регулирование подачи насосного агрегата может осуществляться за счет изменения характеристик сети или насоса. В первом случае (количественный метод) все рабочие режимы располагаются на характеристике насоса - дросселирование и перепуск, во втором (качественный метод) - на характеристике сети. К этой категории принадлежат такие способы, как изменение частоты вращения рабочего колеса, поворот лопастей рабочего колеса, поворот лопаток входного направляющего аппарата и др.

Наиболее простым и широко распространенным из указанных способов является дросселирование. Но для регулирования подачи осевых жестколопастных насосов оно не применяется из-за

резкого повышения потребляемой мощности и возможности выхода из строя электродвигателя, а также резкого ухудшения кавитационных качеств насоса.

Наиболее экономичный из рассмотренных выше способов регулирования подачи – изменение частоты вращения рабочего колеса. Небольшие насосы приводятся в действие асинхронными электродвигателями, для изменения частоты вращения которых еще не найдено практически приемлемого решения. Существующие устройства либо очень дорогие (тиристорные преобразователи частоты), либо малонадежны при работе в полевых условиях (электродвигатели с фазным ротором, гидромеханические и электромагнитные муфты).

Лабораторией насосных станций и установок САННИРИ предложен новый способ регулирования подачи лопастных насосов [3] – путем закручивания потока перед рабочим колесом кинетической энергией жидкости, отводимой со стороны нагнетания насоса (перепуск с подкруткой). Поток, подходящий к рабочему колесу, закручивается по направлению вращения рабочего колеса. Благодаря этому происходит относительное снижение частоты вращения рабочего колеса на величину частоты вращения набегающего потока, что эквивалентно уменьшению числа оборотов насоса. Данный способ регулирования занимает промежуточное положение между качественным и количественным методами, так как подача снижается за счет изменения характеристики сети насоса.

Для оценки эффективности и возможной области применения новый способ регулирования подачи необходимо сравнить с традиционными, применяемыми на практике: протаселирование; изменение частоты вращения рабочего колеса; сброс части перекачиваемой среды в нижний бьеф; поворот лопастей рабочего колеса; впуск воздуха во всасывающую полость насоса; создание закрутки пото-

ка входным направляющим аппаратом; сброс части перекачиваемой жидкости из напорного трубопровода.

Для получения более полного представления о новом способе регулирования построены зависимости мощности от подачи для насосов с различными коэффициентами быстроходности, регулируемых разными путями.

Способы регулирования насосов заданной быстроходности удобно сравнивать в относительных координатах, позволяющих оценить качественную сторону процесса [4]. На рис. I приводятся зависимости мощности от подачи осевого жестколопастного насоса ОГВ-25 при различных способах регулирования. Кривая способа регулирования подачи изменением частоты вращения рабочего колеса получена расчетным путем. Для построения зависимости регулирования путем впуска воздуха были использованы данные экспериментов С.К. Переверзева, Т.И. Поповой [5]. Зависимости изменения подачи при помощи дросселирования, сброса части перекачиваемой среды из напорного трубопровода и перепуска с подкруткой получены на основе экспериментов, проведенных автором. Кривая способа регулирования подачи поворотом лопастей рабочего колеса получена путем пересчета с безразмерных характеристики колеса ОВ, приведенных в [6].

На рис. 2, 3 приведены аналогичные зависимости соответственно для центробежного КЭО-35 и диагонального Д-60-42 насосов. Зависимости изменения подачи путем дросселирования и перепуска с подкруткой получены на основе экспериментов, проведенных В.Н. Машковым [7, 8]. Кривые способа регулирования изменением частоты вращения рабочего колеса получены расчетным путем. Зависимости, показывающие изменение подачи при сброса в нижний бьеф и применении направляющего аппарата, заимствованы из [4]. Кривая способа регулирования поворотом

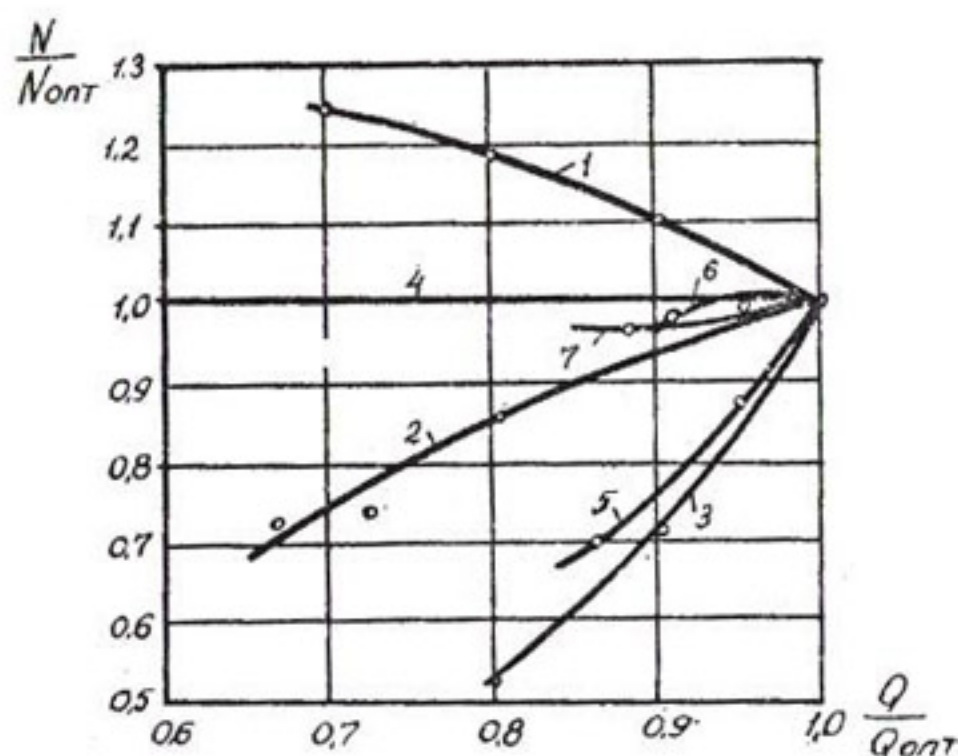


Рис.1. Зависимость мощности, потребляемой из энергосети, от подачи насоса ОГ8-25 ($n_s = 600$) при регулировании с помощью: 1 - дросселирования; 2 - перепуска с подкруткой; 3 - изменения числа оборотов рабочего колеса; 4 - сброса воды; 5 - поворота лопастей рабочего колеса; 6 - выпуска воздуха; 7 - сброса из напорного трубопровода.

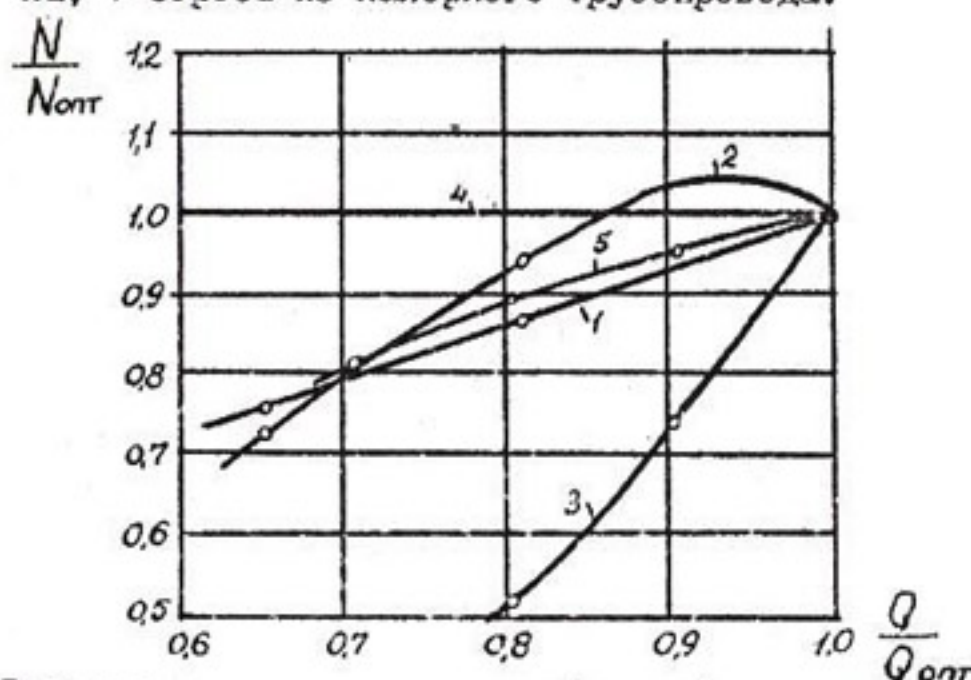


Рис.2. Зависимость мощности, потребляемой из энергосети, от подачи насоса К90-35 ($n_s = 120$) при регулировании с помощью: 1 - дросселирования; 2 - перепуска с подкруткой; 3 - изменения числа оборотов рабочего колеса; 4 - сброса воды; 5 - направляющего аппарата на входе в рабочее колесо.

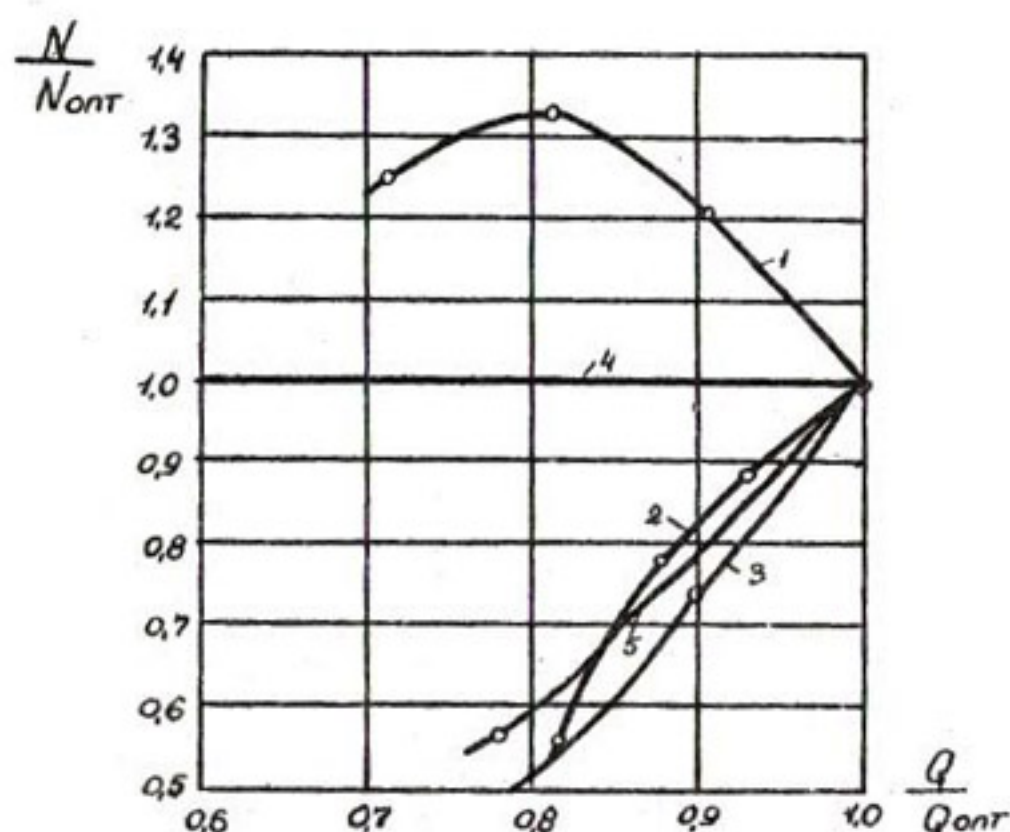


Рис.3. Зависимость мощности, потребляемой из энергосети, от подачи насоса Д-60-42 ($n_g=480$) при регулировании с помощью: 1 - дросселирования; 2 - перепуска с подкруткой; 3 - изменения числа оборотов рабочего колеса; 4 - сброса воды; 5 - поворота лопастей рабочего колеса.

лопастей рабочего колеса получена в результате пересчета с безразмерной характеристики, представленной в [9].

У лопастных насосов низкой быстроходности потребляемая мощность увеличивается с ростом подачи. С повышением коэффициента быстроходности насоса угол наклона мощностной характеристики к горизонтальной линии уменьшается — у диагональных насосов она становится близкой к горизонтальной линии. При дальнейшем увеличении быстроходности потребляемая мощность с ростом подачи насоса уменьшается.

При отводе части перекачиваемой насосом жидкости из напорного трубопровода во всасывающий (перепуске) за счет введения параллельно основному трубопроводу дополнительной линии рабочий режим смещается по характеристике насоса вправо — в область больших подач [9]. У центробежных насосов это вызовет возрастание потребляемой мощности

$$N_1 < N_2,$$

где N_1 — мощность, потребляемая насосом в номинальном режиме;

N_2 — мощность, потребляемая насосом при перепуске.

У диагональных насосов величина потребляемой мощности существенно не изменится

$$N_1 \approx N_2.$$

У осевых насосов потребляемая мощность снизится

$$N_1 > N_2.$$

При закручивании потока, подходящего к рабочему колесу, происходит "псевдоуменьшение" номинальной частоты вращения рабочего колеса n на величину Δn , соответствующую частоте вращения закрученного потока. Это вызовет снижение потребляемой мощности

$$N_3 = N_2 \left(\frac{n - \Delta n}{n} \right)^3.$$

где N_3 – мощность, потребляемая насосом при регулировании подачи путем "перепуска с подкруткой".

В связи с указанной закономерностью определяется область рационального использования способа регулирования подачи путем закручивания потока перед рабочим колесом энергией перепускаемой жидкости (рис.4).

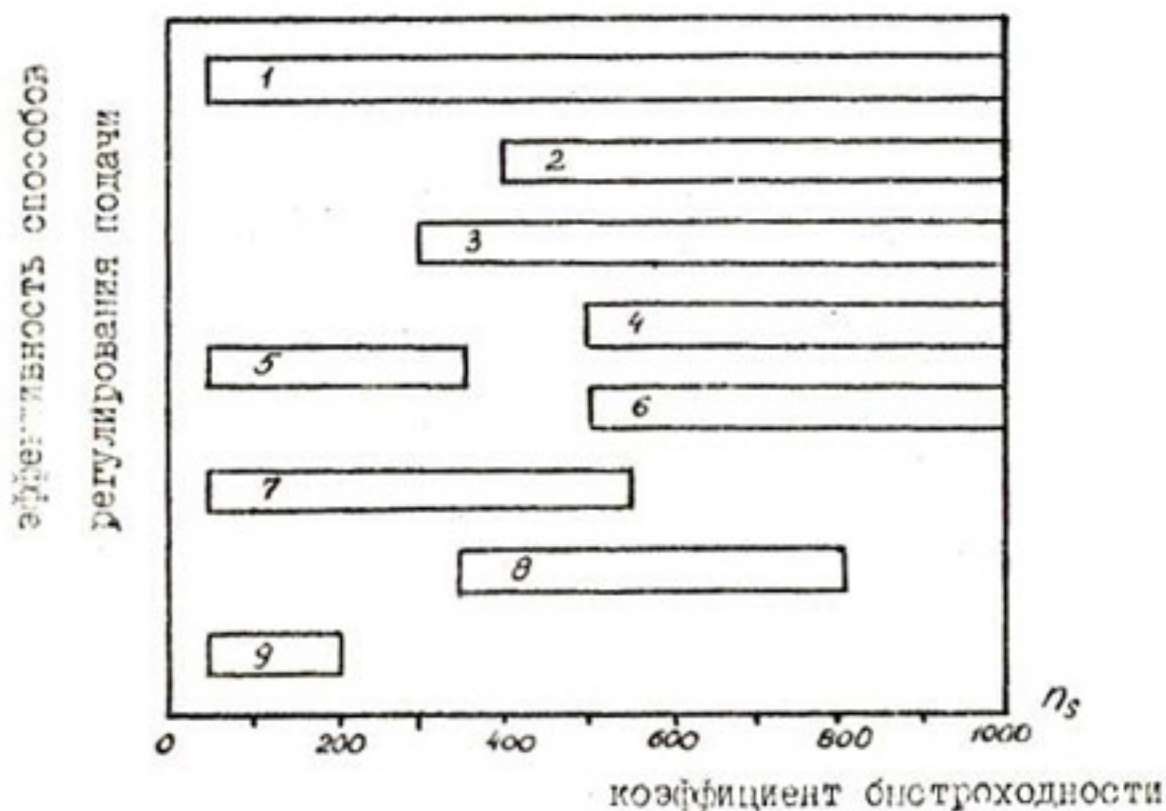


Рис.4. Области рационального использования различных способов регулирования подачи лопастных насосов (по В.Н. Машкову):

1 – изменение частоты вращения рабочего колеса; 2 – поворот лопастей рабочего колеса; 3 – перепуск с подкруткой; 4 – перепуск с эжектированием; 5 – дросселирование; 6 – сброс в нижний бьеф; 7 – направляющий аппарат на входе в рабочее колесо; 8 – впуск воздуха; 9 – изменение ширины рабочего колеса.

Наиболее предпочтительным способ регулирования подачи путем "перепуска с подкруткой" будет для осевых и диагональных жестколопастных насосов. В первом случае снижение потребляемой мощности происходит за счет перепуска, закручивания потока перед рабочим колесом, во втором - за счет закручивания. При регулировании центробежного насоса потребляемая мощность может уменьшаться и увеличиваться в зависимости от соотношения изменений мощности от перепуска и от псевдоуменьшения частоты вращения рабочего колеса. У центробежных насосов, работающих при высоких значениях частоты вращения рабочего колеса ($1500-3000 \text{ мин}^{-1}$), снижение мощности за счет закручивания потока меньше, чем ее прирост за счет перепуска. Для получения эффекта снижения мощности при закручивании потока перед рабочим колесом необходимо, чтобы этот поток был закручен с частотой не менее, чем 10-20% от частоты вращения рабочего колеса. Закрутить с такой частотой поток в патрубке небольшого диаметра довольно сложно. В этом случае энергетически более выгодны способы регулирования путем изменения частоты вращения рабочего колеса и дросселирования. Таким образом, эффективность регулирования центробежных насосов "перепуском с подкруткой" более полно проявляется при небольших значениях частоты вращения рабочего колеса. В связи с этим способ регулирования подачи путем "перепуска с подкруткой" после проведения дополнительных исследований может быть рекомендован для крупных центробежных насосных агрегатов типа "В" в качестве альтернативы регулированию подачи при помощи направляющего аппарата, установленного перед рабочим колесом.

Список использованной литературы

1. Еременков А.Г., Кац Н.Д. Об эксплуатации передвижных низконапорных насосных станций // Механизация хлопководства. 1977. № 2. С.6-7.
2. Пинхасов М.А. Машинное орошение в Узбекистане // Механизация хлопководства. 1966. № 8. С.19-21.
3. Беглов И.Ф. Регулирование подачи низконапорных лопастных насосов с помощью перепускного устройства, создающего момент скорости перед рабочим колесом // Сб. научн. тр. молодых ученых / Среднеаз. н.-и. ин-т ирригации им. В.Д. Журина. Ташкент, 1995. С.53-58.
4. Еременков А.Г. О построении энергетических характеристик регулирования подачи центробежных насосов оросительных насосных станций // Эксплуатация гидромелиоративных систем и ремонтно-эксплуатационные работы // Сб. научн. тр. САНИИРИ. Вып.171. Ташкент, 1984. С.137-146.
5. Переверзев С.К., Попова Т.И. Регулирование производительности осевого насоса впуском воздуха // Труды ТИИМСХ. 1973. Вып.55. С.128-133.
6. Осевые насосы // Каталог-справочник. ВИГМ. Сост. Азарх Д.Н., Попова Н.В. М., 1961. 36 с.
7. Разработать коллекторно-дренажную установку для водоотвода из систем горизонтального дренажа // Тр. САНИИРИ. Ташкент. 1988.
8. Разработать автоматизированные насосные станции на коллекторно-дренажной сети, а также изучить возможность использования ветродвигателей // Тр. САНИИРИ. Ташкент. 1990.

9. Лопастные насосы. Справочник / Под ред. В.А. Зимницкого, В.А. Умова. Л.: Машиностроение. 1986. С.334.

УДК 691.223:626.823.91

М.А. ХОДЖИМАТОВА, З.Т. ФАЗИЛОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕСКОВ ПОД ЗАЩИТНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Как указывает И.Б. Ревут [1], вода – важнейший структурный элемент растений. По большой плотности, высокой удельной теплоемкости и скрытой теплоте парообразования вода занимает особое положение. Она может удерживать значительное количество теплоты, что, несомненно, является основой ее терморегулирования и термостатирующего действия. Вода как терморегулятор защищает почву от перегрева при высокой солнечной радиации. Следовательно, под коркой должен создаваться влажностный режим, благоприятно влияющий на рост псаммофитов. Для выявления кинетики изменения влажности под защитной коркой использовали влагомер ДИ-8. опыты проводились в следующей последовательности. Определяли испарение влаги с песчаной поверхности, не защищенной коркой, для чего увлажненную навеску песка весом 15 г засыпали в алюминиевые боксы $d = 4$ см, $h = 1,5$ см и помещали в предварительно нагретую до $105 \pm 1^\circ\text{C}$ камеру влагомера на чашу весов и записывали потерю воды во времени. Затем определяли испарение влаги из-под защитной корки.

В качестве вяжущего для создания защитного покрытия использовали состав на основе аммонизированной смолы расходом $3,5 \text{ л/м}^2$. Концентрация готовой эмульсии 25%. Защитное покр-

тие образуется путем свободной пропитки барханного песка раст-
вором вяжущего. Основная задача создаваемого вяжущепесчаного
слоя - стабилизация барханных песков. Этот слой пропускает воз-
дух и влагу, что создает благоприятные условия для развития и
произрастания пескостойких растений. Срок службы защитного по-
крытия - 1,5-2 года. Пластическая прочность 4,5-5,8 кгс/см²..

Через отверстие в корке вяжущепесчаного слоя подавалась
вода для увлажнения, после чего бокс устанавливался на весы
влажнотерма и измерялось испарение из-под защитной корки (табли-
ца).

Анализ данных таблицы показывает, что защитная корка на
основе аммонизированной госсиполовой смолы на песках осушенно-
го дна Аральского моря при интенсивном прогреве в течение 2 " "
снижает испарение влаги из-под нее в 3,9 раза, а корка созданная
на поверхности Каракумского песка, препятствует испарению влаги в
5,6 раз. Стабилизация веса на образцах Каракумского песка нас-
тупает через 120 мин, а на Аральском - через 180. Замеченная
разница объясняется различием влагопроводности используемых
песков.

Растения в начале вегетации усваивают влагу на глубине
30-40 см. - этой связи необходимо исследовать тепловлажностной
режим под защитной коркой на разной глубине. Для этих целей
сконструирован прибор, состоящий из следующих основных узлов:
деревянной рабочей камеры размером 150x200x350 мм, толщиной
стенок 15 мм, с внутренней стороны покрытой эпоксидным клеем;
15-канального переключателя часового типа; электронного цифро-
вого моста ВК-7-10 для регистрации изменений сопротивления;
рефлектора с лампой накаливания для создания определенной тем-
пературы над защитной коркой; реостата, регулирующего величину

Зависимость абсолютной влажности песка от времени высушивания при $105 \pm 0,5^\circ\text{C}$, %

Образец	Время от начала сушки, мин										
	0	3	5	8	15	35	60	120	180	240	300
Аральский песок без защитной корки (Муйнак)	38,88	38,88	36,98	35,74	33,92	28,20	22,95	8,70	4,16	4,16	4,16
Аральский песок из-под защитной корки	38,88	38,88	38,88	38,88	38,88	36,36	35,13	33,92	31,0	33,96	11,11
Каракумский песок без защитной корки (Чаржоу)	40,88	36,88	37,61	35,13	31,00	27,11	12,05	6,76	6,76	6,76	0
Каракумский песок из-под защитной корки	40,18	40,18	40,18	40,18	39,53	38,88	38,25	36,99	33,92	24,47	14,95

накала лампы; рамки из текстолита для удержания термосопротивлений; термисторов для замеров температуры; отверстия размером 2,5 мм для введения шупа в рабочую камеру; шупа для снятия величины влажностного сопротивления, изготовленного из двух стальных проволок диаметром 2 мм, длиной 6 см.

Температуру и влажность определяли следующим образом. Рабочая камера прибора заполнялась песком. На песчаную поверхность наносилась эмульсия. По истечении времени, необходимого для структурообразования, на закрепленную поверхность наливалась вода и на первых этапах исследовалась динамика изменения влажности в слое песка при температуре 30°C . Результаты исследований представлены на рис. I. Видно, что защитная корка способствует сохранению влаги длительное время. Так, при температуре под коркой 30°C влажность песка за 100 ч наблюдения снизилась на 3-6% и в последующем снижалась незначительно.

Работами И.В. Ревута показано, что под защитными корками, созданными с помощью различных вяжущих, влажность песка не снижается меньше 5-6% от веса сухого песка на глубинах 20-30 см. Это объясняется тем, что при влажности наименьшей влагоемкости (НВ) песка вода не способна к дальнейшему передвижению и испарению в силу того, что она остается в форме разобщенных скоплений (манжет) в местах стыка частиц песка. Это явление согласуется с данными Б.В. Дерягина [2], указавшего на возможность существования в песках менисков и пленок. Нестекание пленок под влиянием силы тяжести объясняется тем, что она удерживается на поверхности частиц совместным действием поверхностного натяжения менисков и силы расклинивающего давления. При определенной толщине пленки воды эти силы находятся в равновесии и вода не испаряется. Таким образом, защитная корка способствует благоприятному развитию расклиниваю-

щего давления пленок воды на поверхности частиц песка.

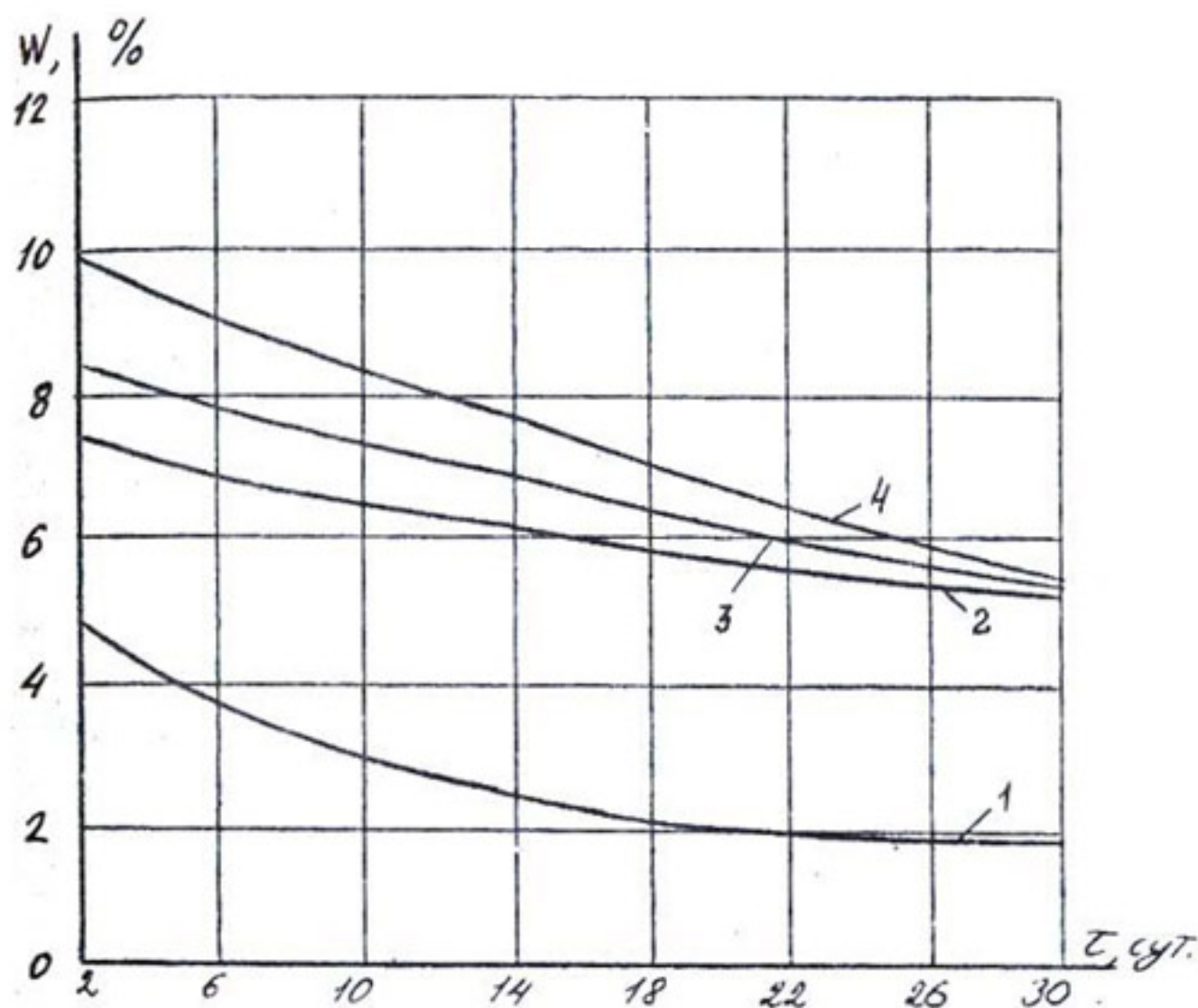


Рис. I. Изменение влажности под вяжущепесчаным покрытием в течение месяца:

глубина (см): 1-0; 2-10; 3-20; 4-30.

Иная картина наблюдается при повышении температуры над защитной коркой до 75°C (рис. 2). За 3,5 сут. непрерывного прогревания в горизонтах 0-15 см происходит наибольшее испарение воды. Через 120 ч прогревания в горизонтах 5-15 см существенных изменений не происходит, но резкой испаряемости воды подвержен слой 0-4 см, где влажность достигает 2-3%.

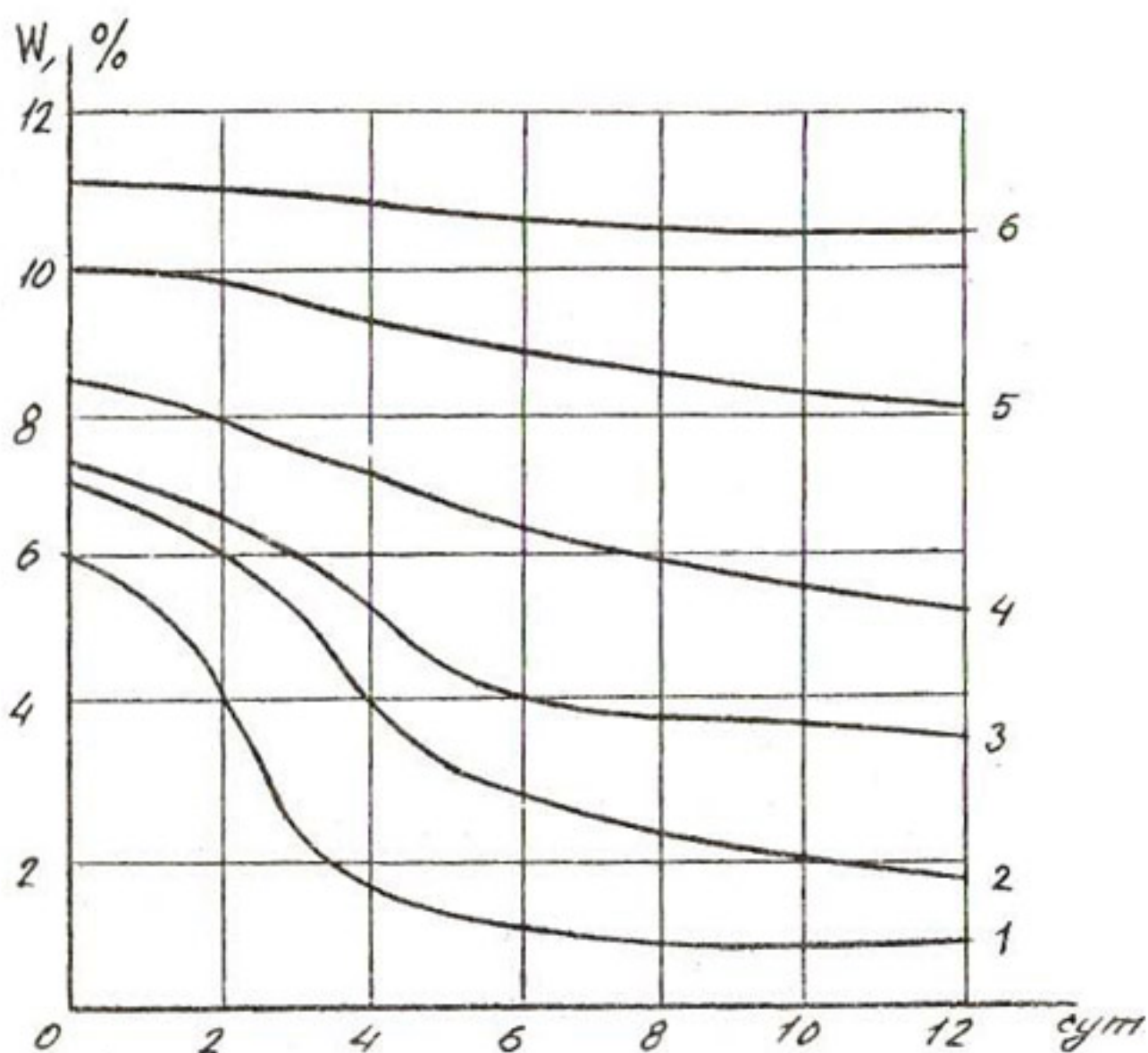


Рис.2. Динамика изменения влажности под влажеспесчаным покрытием в течение 12 сут при $T=75^{\circ}\text{C}$:
глубина (см): 1-0; 2-5; 3-10; 4-20; 5-25; 6-30.

Последующее прогревание приводит к тому, что слой на глубине 1-3 см почти высыхает и к 300 ч испытаний линия влажности на глубине выравнивается. Н.Г. Захаров [3] высокую увлажненность песка на глубине 10-20 см под защитной коркой объясняет образованием под ней слоя абсолютно сухого песка мощностью 3-5 см, называемого "мульч", - затрудняющий диффузию паров воды за счет того, что они удерживаются разностью капиллярных давлений на низинах и верхних менисковых поверхностях песчинок.

Исследование температуры под защитной коркой (рис.3) показали, что она во многом определяется влажностью песка.

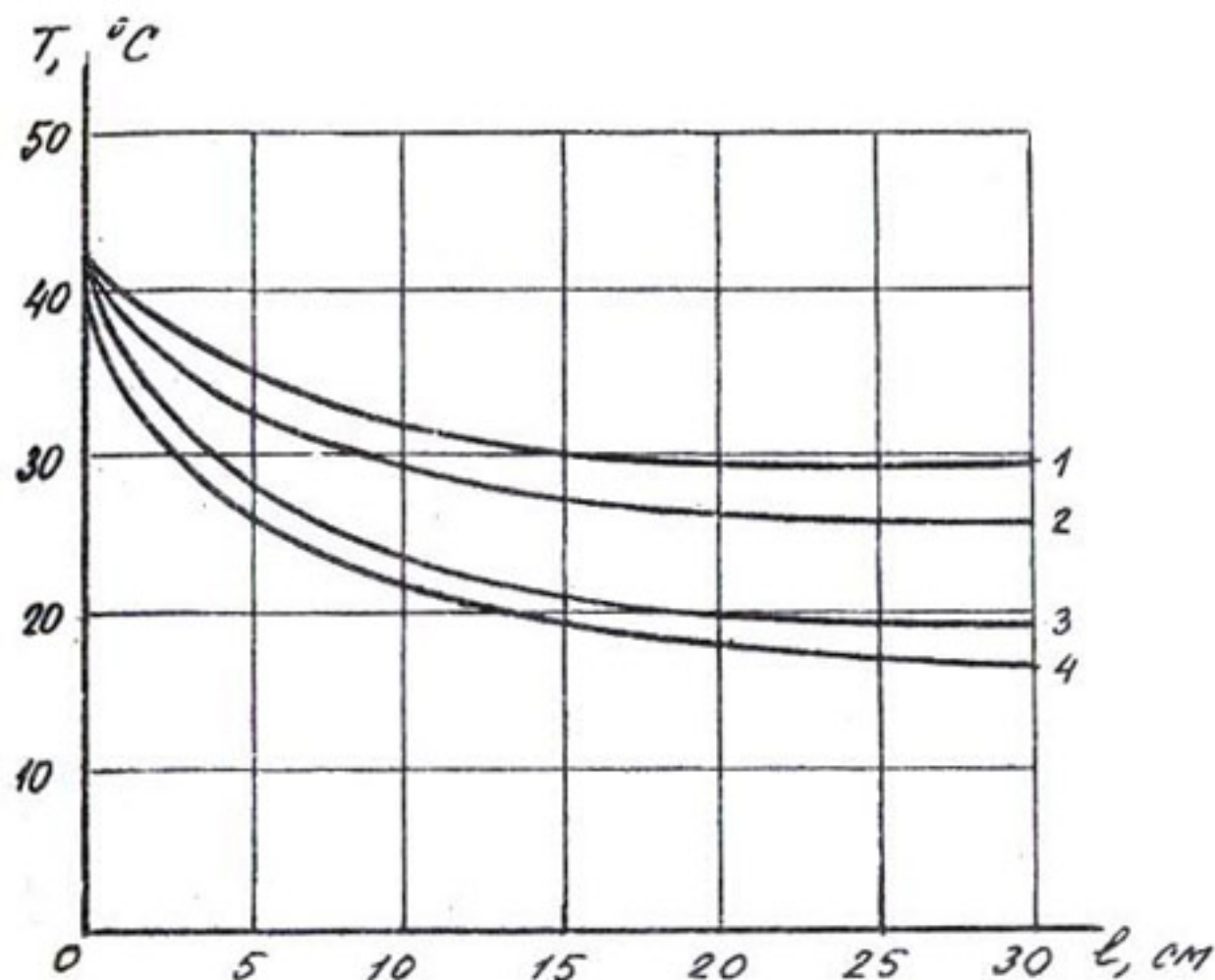


Рис.3. Кинетика изменения температуры под материалом вяжущепесчаного покрытия.

1-4 — влажность песка соответственно 30, 20, 10, 5%.

Так, при влажности песка 30% и температуре окружающей среды 70°C под коркой температура ниже на 10-12°C, до глубины 9-10 см она начинает падать, а с увеличением мощности песка возрастает незначительно.

Дальнейшее снижение влажности песка приводит к тому, что интервал колебаний температуры тем чувствительнее, чем выше он находится к поверхности защитной корки. Даже на глубине 13 см температура снижается на 30°C. При влажности песка, близкой к 5-6%, ощущается наибольшее изменение температуры под коркой и

с дальнейшим углублением она снижается почти на 50°C . Это объясняется тем, что в результате испарения воды из песка в верхнем слое (3–4 см) песок почти сухой, с низкой теплопроводностью. Теплопередача сверху вниз незначительна, то есть поверхность песка может накаляться, а нижележащие слои находятся при нормальной температуре. С другой стороны, темный цвет корки должен способствовать аккумуляции тепла и повышать температуру под коркой. Но, как показано, влажность под коркой намного выше, чем на открытой поверхности.

Следовательно, отвод тепла происходит интенсивнее и поэтому при влажности 30% слой песка под коркой 10–15 см имеет температуру на $15\text{--}20^{\circ}\text{C}$ ниже, чем над ее поверхностью. Такое температурное колебание достаточно для того, чтобы уверечь молодые побеги от ожогов. Выводы

Сохранению влаги под защитной коркой способствует образование слоя "мульч", препятствующего диффузии воды из-под защитной корки.

Благодаря образованию манжетов воды вокруг частичек песка влажность не снижается ниже 5–6%, в результате чего могут развиваться молодые побеги песколобивых растений.

Установлено, что при колебаниях влажности песка от 10 до 30% температура под защитной коркой на $15\text{--}30^{\circ}\text{C}$ ниже, чем над открытой поверхностью.

Список использованной литературы

1. Ревут И.Б. Физика почв. Л.: Колос, 1972. С. 365.
2. Дерягин Б.В. Поверхностные силы в тонких пленках и дисперсных системах // Доклады IV конференции по поверхностным силам. М., 1972.
3. Захаров Н.Г., Ревут И.Б. и др. Новый способ закрепления подвижных песков. М.; Л.: Сельхозгиз, 1954. С. 802.

УДК 631.675.2:633.18

Ш.С. ЮСУПОВ

ИССЛЕДОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНОЙ НОРМЫ РИСА НА КЫЗЫКУМСКОЙ СИСТЕМЕ

Кзылкумский массив орошения общей площадью 78,0 тыс га, орошаемой площадью 47,0 тыс га расположен в аллювиальной долине современной поймы р. Сырдарьи. Структура орошаемой пашни в современных условиях составляет 50-52% риса, 18-20% люцерны, 20-25% зерновых, 5-10% овоще-кормовых и прочих сельскохозяйственных культур от орошаемой площади; коэффициент земельного использования 0,59, коэффициент орошения земель 0,62. Площади, занятые камышовыми зарослями, искусственными озерами, прудами, составляют 15-17% от валовой территории, или 12-13 тыс га, которые распространены повсеместно между рисовыми картами, чеками, вдоль дорог и т.д.

Массив орошается из Кзылкумского магистрального канала ($K_{ПД}=0,94-0,96$), мелиорация земель осуществляется с помощью систем открытого горизонтального (удельная протяженность $K_{ДС}$ изменяется от 17,2 до 33,4 м/га) и вертикального дренажа ($n=208$ шт. $Q_{ср}=40$ л/с). Минерализация оросительной воды возросла до 1,2-1,4 г/л против первоначального 0,6-0,8 г/л. Урожайность риса за последние годы составляет 52-54 ц/га против проектной 40-42 ц/га. Площадь рисовых карт от 0,8 до 2,0 га.

В результате трехлетних опытно-производственных исследований, инструментальных замеров, натурного обследования современного технического состояния ГМС и региональных оценок водного баланса в ОПУ на площади 70,0; 56,0; 40,0 га установлено, что оросительная норма риса 47125 и 40200 м³/га на I надпойменной террасе и 38700 м³/га на II против проектной

21000 м³/га. Расстояние между террасами 1500–2000 м (табл. I).

Т а б л и ц а I

Оросительная норма риса и ее
составляющие элементы

Дата	Един. изм.	Насыщен. почвогр.	Сброс	Испа- рение	Транс- пирация	Фильт- рация	Всего
I год	м ³ /га	8062	8010	4372	7140	19342	47125
	%	17,1	17,0	9,2	15,1	41,6	100
2 год	м ³ /га	3260	6404	5806	7030	19536	42036
	%	7,75	15,5	13,8	16,7	46,2	100
3 год	м ³ /га	3020	2292	4960	7920	17962	36154
	%	8,35	6,34	13,7	21,9	49,7	100

Как видно, затраты воды на насыщение почвогрунта составляют в среднем за три года 11,0%, сброс – 12,94%, испарение – 12,2%, транспирацию – 17,9%, фильтрацию – 46,1%. Последняя составляет значительную долю в оросительной норме риса.

Большие размеры фильтрации из чеков обусловлены особенностью геолого-литологического строения с относительно высокой проницаемостью покровных отложений, представленных супесями, сугликами, глинами ($K_f=0,3-0,4$ м/сут), и небольшой ее мощностью $m=5-10$ м). В подстилающей их водоносной мелкопесчаной толще ($K_f=8,6-16$ л/сут, $m=20-35$ м) формируется хорошая гидравлическая связь грунтовых вод с субнапорными. Фильтрация с поверхности чеков идет на вертикальную (25–30%, или 4500–5500 м³/га), боковую (55–60%, или 11500–12500 м³/га) фильтрацию и выклинивание дренажа (15–18%, или 3000–3500 м³/га) и расходуется главным образом на отток в окружающие земли, подъем уровня грунтовых вод. Эта вода расходуется на субирригацию люцерны, оводе-кормовых культур и камышового тростника, которые не по-

ливаются. Удельная водоподача на массиве, таким образом, близка к проектной и чуть меньше ее (табл.2).

Т а б л и ц а 2

Сравнительная характеристика водопотребления риса с другими культурами

Фактическая средневзвешенная оросит. норма риса, м ³ /га	Водопотребл. сопутствующих культур: люцерны, зерновые и т.д., м ³ /га	Водопотребл. камышового тростника, м ³ /га	Итого фактическое водопотр. риса, м ³ /га	Проектная средневзвешенная оросительная норма риса, м ³ /га
4200	9000	12500	20400	21000

Общий водный баланс составлялся по уравнению

$$\Delta W = W_K - W_H = O_c + M - C_g - (E + T) - A_r - Q_{от}, \quad (1)$$

где W_H, W_K - запасы влаги в трехметровом слое почвогрунтов в начале и конце вегетации;

O_c - атмосферные осадки, принятые по данным метеостанции Чардара;

M - водоподача на рисовую карту;

C_g - сброс с рисовых карт;

$E + T$ - суммарное испарение с рисовой карты;

A_r - выклинивание грунтовых вод в горизонтальный дренаж;

$Q_{от}$ - подземный отток за пределы опытно-производственного участка;

ΔW - изменения запасов влаги в балансовом контуре.

Составляющие оросительной нормы риса изучались по следующему уравнению водного баланса:

$$M_H = \Delta W + (E + T) + F + C - O_c, \quad (2)$$

F - фильтрация с поверхности рисовых чеков.

Выводы

Значительная величина оросительной нормы риса на Кзыл-кумской системе обусловлена природно-мелиоративными особенностями данного региона, а также низким техническим состоянием гидромелиоративных сооружений на рисовых картах, чеках, сбросах.

Конструктивные решения и техническое состояние подпорно-регулирующих сооружений на картовых оросителях и сбросах не позволяют регулировать не только водносолевой режим на рисовых чеках, но и сбросными водами из них.

Большие объемы вертикальной фильтрации и сбросы с чеков имеют также положительный эффект. При возросшей минерализации поливной воды можно поддерживать оптимальную концентрацию воды в чеке.

Для сокращения водопотребления на рисовых системах рассматриваемой территории и в целом на Кзылкумском массиве необходимо выполнить комплексную реконструкцию и переустройство гидромелиоративной системы путем повышения коэффициента использования орошаемых земель, ликвидации камышовых зарослей, освоения выключек, применения более совершенных конструкций подпорно-регулирующих сооружений и сбросной сети.

УДК 626.811:631.67.036.4

С. МУСАЕВ

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ОРОШЕНИЕ

В связи с высокой стоимостью сооружений водозаборных скважин и энергоемкости их эксплуатации исключительную важ-

ность имеет выбор параметров системы орошения на подземных водах, обеспечивающих максимальную эффективность капитальных вложений.

Существуют различные предложения по определению параметров водозаборных и дренажных скважин на орошение [1, 2, 3]. Общим недостатком при этом является, как правило, определение одного или двух параметров при минимальных затратах. В то же время технико-экономическая эффективность использования подземных вод будет определяться комплексом взаимосвязанных параметров в сопоставлении с доходом от прироста сельхозпродукции и загрязнением окружающей среды. Это обстоятельство имеет особое значение при использовании на орошение минерализованных подземных вод. При проектировании водозабора подземных вод обычно определяются следующие параметры: расход скважины Q при расчете группы скважин устанавливается объем откачек и число скважин, глубина и диаметр бурения, диаметр и длина фильтрового каркаса, понижение в скважинах и размеры депрессионной воронки.

Очевидно, увеличение расхода скважины путем понижения динамического уровня обеспечит снижение общего количества скважин при увеличении затрат на строительство отдельных скважин и затрат на электроэнергию для подъема воды из одной скважины. Увеличение диаметра бурения и размеров фильтровой обсыпки приведет к росту дебита скважин при одновременном повышении затрат на бурение и снижении затрат на электроэнергию, уменьшению необходимого количества скважин.

Параметры водозаборных скважин и вертикального дренажа во многом близки при условии равномерного распределения скважин-водозаборов по орошаемой площади.

Если рассматривать систему групповых водозаборов с транс-

портировкой или хранением воды в промежуточных водохранилищах, то в отличие от водозаборных скважин необходимо учитывать и транспортирующие водоводы, которые могут существенно влиять на энергозатраты и, следовательно, эффективность орошения.

Однако цели оптимизации и критерии оптимальности независимо от расположения водозабора подземных вод и его конфигурации не изменяются, неизменными остаются и структурно-функциональные связи между параметрами водозаборных скважин и их стоимостью.

В связи с этим рассмотрим простейший случай площадного расположения скважин, не объединенных единым водоводом. Необходимо учитывать, что понижения уровней в водоносном пласте могут изменить водно-солевой баланс корнеобитаемого слоя, что существенно повлияет на урожай сельскохозяйственных культур и соответственно на эффективность орошения. В общем случае оптимальные параметры водозаборных скважин будут соответствовать максимуму разности между чистым доходом от прироста сельскохозяйственной продукции и приведенными затратами на оросительную и водозаборную сеть с учетом стоимости водоземельных ресурсов и охраны окружающей среды [3]. Другими словами оптимальные параметры водозаборных скважин будут соответствовать максимуму следующего функционала:

$$\sum_{j=1}^n [\alpha_j \kappa_j \times G_j Y_j(w, c)] - \varepsilon_{cx} - \sum_{j=1}^n C_j \delta Y_j(r_j) \delta(r) - \\ - [(E_k Z_j^{op} + \theta^{op}) \pm \sum_{j=1}^n G_c R_c \pm \sum_{k=1}^n \delta Q] \rightarrow \max, \quad (1)$$

где α — доля j -культуры в севообороте;
 κ_j — коэффициент, учитывающий культуру предшественника;
 G_j — экономическая оценка единицы урожая;
 Y_j — j -той культуры;

$З_1^{op}$ - капиталовложения на оросительную и дренажную сеть;

$д^{op}$ - эксплуатационные поддержки по мелиоративной и оросительной сети;

G_e - экономические оценки e -тых природных ресурсов R_e ;

E_k - нормативный коэффициент эффективности;

$Y(r)$ - ущерб урожая в зоне, примыкающей к скважине, вызванной переосушением;

$\delta(r)$ - приведенная площадь этой зоны (в долях га).

Эксплуатационные издержки на сельскохозяйственное производство можно условно разделить на постоянные и переменные, зависящие от размеров урожая.

Постоянные издержки определяются рядом затрат, слабо зависящих от урожайности: текущая планировка, пахота, посевные работы, стоимость семян и удобрений, нарезки борозд, уборка и т.д.

Переменные затраты оцениваются уровнем урожайности сельскохозяйственных культур: стоимость транспорта и т.д.

$Э_{сх}$ - сельхозиздержки;

$$Э_{сх} = Y_c + П(Y) ;$$

Y_c - условно постоянные издержки;

$П(Y)$ - условно переменные издержки.

Поэтому для расчета урожайности при различных параметрах водозаборных скважин необходимо выполнять прогноз водносолевого режима [4], сопоставляя доход от урожая с затратами на строительство и эксплуатацию скважин

$$C_{в.с.} = \frac{SE_n}{\pi R^2} (C_b + C_{эк} + C_n + C_{ср.от} + C_{ис} + C_{ср}) + \frac{S}{\pi R^2} C_f , \quad (2)$$

$$П = \frac{S}{\pi R^2} ;$$

где E_n - нормативный коэффициент;

R - радиус обслуживания;

C_b - затраты на бурение скважин, руб/скв;

$C_{э.л}$ – затраты на монтаж эксплуатационной колонны, включая фильтровой каркас, руб/скв;

$C_{с.о}$ – стоимость строительной откачки;

$C_{фр}$ – стоимость фильтровой обсыпки;

$C_{н.с}$ – стоимость и монтаж насосно-силового оборудования;

S – дренируемая площадь;

C_n – затраты на строительство площадки водоводов и т.д;

$C_{э}$ – эксплуатационные затраты на I скв.

Найдем стоимостно-функциональные связи между параметрами скважин и приведенными затратами.

Нетрудно видеть, что из выражения (I) можно выделить самостоятельную подзадачу оптимизации параметров водозаборных скважин, соответствующих минимуму выражения.

Вид затрат на сооружение водозаборных скважин, в ценах 1984 г., тыс. руб.	Вид формул	Значение коэффициента		Корреляции, r
		а	в	
I	2	3	4	5
Затраты на насосную установку в зависимости от дебита скважины	$C_{\sigma} = a Q + b$	312,66	144,44	0,998
Суммарные затраты на сооружение в зависимости от дебита	$C_{\Sigma} = a Q^b$	0,0089	2,74	0,994
Суммарные затраты на водоотводящую сеть от скважины в зависимости от дебита скважины	$C_{\Sigma} = a Q^b$	0,0073	2,83	0,995
Зависимость стоимости бурения скважин ударным способом от диаметра бурения	$C_{\sigma} = a_i d + b_i$	81,21	13,76	0,991
а) глубина бурения 0,50				
б) категория буримости				

б) глубина бурения 0-100 IU категория буримости	38,60	15,41	0,994
в) глубина бурения 0-150 У категория буримости	20,66	-11,21	0,992
Стоимость погонного метра обсадной трубы от диаметра	22,77	48,2	0,995
Эксплуатационные затраты на I скважину в зависимости от дебита, тыс руб	93,42	-558,71	0,982
а) - амортизационные	232,07	-561,70	0,991
б) - текущие	66,40	147,22	0,982
Затраты на электроэнергию в зависимости от дебита	23,81	-675,11	0,975
Суммарные затраты на водоотводящую сеть от дебита скважины	21,80	-642,57	0,972
Суммарные затраты на сооружения в зависимости от дебита	70,49	0,942	0,944
Стоимость I м бурения в зависимости от диаметра роторного бурения IU-У категории	80,33	-100,18	0,937
Стоимость I м бурения в зависимости от диаметра роторного бурения У-УI категории			

Примечание:

Q - расход скважины;

d_B - диаметр бурения;

d_T - диаметр обсадной трубы.

На основе обобщения проектных и эксплуатационных материалов в таблице приведены зависимости различных затрат на строительство, эксплуатацию скважин, входящих в функционал (2).

Подстановка этих зависимостей в функционал (2) позволяет определить перебором параметры, соответствующие минимуму (2). Для каждого i -того параметра урожайности устанавливаются параметры скважин, соответствующие минимуму (2). Оптимальными параметрами водозаборных скважин, принимаемыми для проектирования, являются параметры, соответствующие максимуму (1).

Список использованной литературы

1. К и р е й ч е в а Л.В., М а р к и н а В.П. Постановка оптимизационной задачи по расчету параметров вертикального дренажа в аридной зоне // Сб. научн. трудов ВНИИГиМ. Коллекторно-дренажные системы в аридной зоне. М., 1986.
2. М и н а е в И.В. Проектирование дренажных систем с оптимальными параметрами // Гидротехника и мелиорация. 1974. №9.
3. Н а с о н о в В.Г. Оптимизация параметров закрытого горизонтального дренажа на орошаемых землях // Совершенствование водосберегающей технологии и прогрессивной техники полива на орошаемых землях Средней Азии. Ташкент: САНИИРИ. 1989.
4. Р е к с Л.М., К и р е й ч е в а Л.В., Я х и р е в и ч А.М. Методика расчета волно-солевого режима орошаемых земель. М., 1984.

УДК 624.131.213

М. ИТЭВИ, З.Т. ФАЗИЛОВА, Ш. МАХМУДОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БАРХАННЫХ ПЕСКОВ

Барханный песок можно представить как дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются частицы песка, а диспер-

сионной средой – окружающая каждую песчинку вода или воздух. Теоретические представления о структуре дисперсных систем разработаны П.А. Ребиндером [1]. Пески даже с незначительным содержанием пылеватых и глинистых частиц при взаимодействии с водой образуют коагуляционный тип структуры за счет слипания частичек через тонкие прослойки жидкой фазы, включающей высокодисперсные коллоидные фракции. При действии на песок, содержащий пылеватые и глинистые частицы, воды каждая песчинка покрывается пленкой из глинистых частиц и возникает так называемое первичное сцепление. Даже при незначительном содержании в песке глинистых и пылеватых частиц они влияют на структуру субстрата, а в некоторых случаях способствуют цементации в точках контакта зерен.

Такое поведение песка может внести некоторые коррективы при решении вопроса целесообразности применения вяжущего вещества для создания защитного покрытия, исследовании процесса пропитки субстрата, установлении оптимальных норм расхода и др.

Прочность песка определяли с помощью конического уравновешенного пластометра П.А. Ребиндера с углом при вершине 30° . Расфракционированный на стандартном наборе сит песок определенной крупности помещается в обойму прибора при помощи воронки Гари, что имитировало нарушенную структуру. Ненарушенную структуру получали следующим образом: песок высыпался из воронки Гари в обойму и вибрировался в течение 30 с на вибростое. Полученные таким образом образцы испытывались на пластическую прочность (таблица).

Исследование прочности с ненарушенной структурой при естественной влажности, водонасыщении, а также после высушивания на воздухе показало, что при естественной влажности прочность

Структурно-механические свойства фракций барханных песков
различных месторождений

Место взятия пробы	Эквива- лентный диаметр, 10^{-4} м	Естест- венная влажн. $W, \%$	Рм при естествен. влажнос- ти, н/м^2	Водо- насы- щение $W, \%$	Рм ₁ при водонасы- щении, н/м^2	Рм ₂ при воздушно- сухом со- стоянии, н/м^2	Чувствительность к нарушению структуры		
							при ес- тествен. влажнос- ти	при во- донасыщ. до насыщ.	в воз- душно- сухом состоян.
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Осушен- ное дно	3,48	5,1	$\frac{64,74}{40,0}$	23,4	$\frac{111,63}{74,4}$	$\frac{200,41}{93,6}$	1,62	1,50	2,14
Аральско- го моря (Жуынак)	3,27	4,8	$\frac{115,76}{72,81}$	22,6	$\frac{186,49}{146,60}$	$\frac{349,24}{194,90}$	1,59	1,27	1,79
	3,18	4,1	$\frac{156,85}{92,81}$	19,9	$\frac{288,41}{201,16}$	$\frac{437,51}{252,89}$	1,69	1,43	1,73
	2,51	4,4	$\frac{188,9}{143,11}$	21,0	$\frac{316,8}{176,60}$	$\frac{501,4}{455,80}$	1,32	1,79	1,12

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кара- кумы (Царл- жоу)	3,21	4,0	$\frac{99,7}{61,0}$	17,8	$\frac{66,6}{46,4}$	$\frac{57,4}{32,4}$	1,63	1,43	1,77
	2,95	3,9	$\frac{123,4}{87,19}$	19,7	$\frac{77,7}{51,8}$	$\frac{62,3}{38,6}$	1,42	1,50	1,64
	2,47	3,9	$\frac{176,6}{94,44}$	21,3	$\frac{90,9}{69,9}$	$\frac{72,4}{44,4}$	1,86	1,30	1,63
	2,27	3,1	$\frac{192,8}{139,56}$	20,8	$\frac{99,9}{73,0}$	$\frac{83,4}{68,4}$	1,31	1,37	1,29

В числителе - предел прочности в ненарушенном состоянии,
в знаменателе - в нарушенном.

растет с уменьшением эквивалентного диаметра частиц и составляет примерно одну и ту же величину для обеих песчаных разностей. Причем значения прочности R_m для песков Каракумов несколько выше.

В водонасыщенном состоянии ($W = 17-24\%$) во всех исследованных фракциях песка осушенного дна Аральского моря увеличение влажности в 4-5 раз приводит к возрастанию R_m в 2-2,5 раза, а у Каракумских песков - наоборот: при достижении той же влажности R_m падает в 1-2 раза.

В воздушно-сухом состоянии после высушивания образцов прочность у Каракумского песка уменьшается, а у Аральского - увеличивается.

Исследование прочности в нарушенном состоянии при тех же влажностях, водонасыщении и высушивании показало, что характер поведения аналогичен ненарушенной структуре с той лишь разницей, что полученные R_m имеют меньшие значения.

Анализируя данные таблицы, можно заключить, что для песков Аральского региона как в ненарушенном, так и нарушенном состоянии увеличение прочности при водонасыщении связано с сильным действием менисков воды. В воздушно-сухом состоянии, когда действие менисков воды снимается, сильное действие оказывают силы структурообразующих коллоидных примесей, проявляющие цементирующее действие. В противоположность пескам осушенного дна Аральского моря пески Каракумов обладают большой прочностью при естественной влажности, а дальнейшее водонасыщение способствует снижению прочности.

И.М. Горьковой [2] введено понятие "чувствительность" - коэффициент структурной прочности, выражаемый отношением прочности в ненарушенном состоянии к прочности в нарушенном, согласно которому пески Каракумов имеют весьма слабые структурные

связи при естественной влажности, а также при водонасыщении и высыхании на воздухе.

Аральские пески обладают коагуляционно-цементирующими структурными связями, прочность которых во многом определяется действием капиллярных сил и наличием глинистых и других коллоидных примесей. Кроме того, эти пески способны при высыхании повышать прочность. Объяснение последнему явлению можно найти из данных М.Н. Гольдштейна [3], согласно которым на поверхности песчинок очень часто имеются прочно связанные "рубашки" примесей, благодаря которым происходит интенсивный процесс цементирования песка, а понять механизм этого явления можно следующим образом. В точках соприкосновения песчаных зерен даже при небольшой нагрузке развиваются высокие контактные напряжения, вследствие чего из глинистых пленок отжимается связанная вода, которая вначале обладает высокой растворяющей способностью и может растворять кремнезем, а после снижения растворяющей способности этой воды кремнезем в аморфном состоянии выпадает, цементируя частицы песка.

Установление прочности песков в различных состояниях помогает определить наиболее благоприятные условия производства работ при нанесении на песчаную поверхность вяжущего вещества. Очевидно, процесс свободной пропитки происходит легче в песках, в которых отсутствуют или слабо развиты силы коагуляционного взаимодействия частиц через тонкие прослойки воды. Оказалось, что Аральские пески, наделенные "природной" прочностью, имели, как показано выше, худшие физико-механические показатели защитной корки, созданной с помощью этого песка.

Выводы

Исследованными реологическими свойствами барханных песков

установлено, что в силу генетических особенностей они обладают различными свойствами. Каракумские пески имеют низкую прочность при естественной влажности, водонасыщении и в воздушно-сухом состоянии. В противоположность им Аральские пески за счет коагуляционно-цементирующих связей, возникающих при высушивании после увлажнения, имеют более высокие значения прочности.

Выявленные характеристики прочности песков имеют немало-важное значение для расшифровки процессов структурообразования в защитном покрытии, установлении оптимальной нормы расхода вяжущего и решении ряда практических задач.

Список использованной литературы

1. Р е б и н д е р П.А. Проблемы образования дисперсных систем и структур в этих системах; Физико-химическая механика дисперсных структур и твердых тел // Современные проблемы физической химии. Т.3. МГУ. 1968. С.334-424.
2. Г о р ь к о в а И.М. Физико-химическая механика дисперсных структур. М.: Наука, 1966.
3. Г о л ь д ш т е й н М.Н. Механические свойства грунтов // Основные компоненты грунта и их взаимодействие. М.: Стройиздат, 1973. С.375.

УДК 626.862.4

А. АЛИМДЖАНОВ

МЕЛИОРАТИВНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАКРЫТОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА НЕГЛУБОКОГО ЗАЛЕГАНИЯ НА ЛУГОВЫХ ПОЧВАХ БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ

В настоящее время в Бухарской области протяженность коллекторно-дренажной сети (КДС) значительно увеличилась. Если в

1960 г. она составляла 1800 км, то в 1994 г. — 7342. Однако это не привело к уменьшению засоленных площадей как в абсолютных, так и в относительных величинах (по данным Узгипрозема в 1970 г. насчитывалось 26,2% средне- и сильнозасоленных земель, а в 1988 г. — 271).

Снижение эффективности построенного дренажа вызвано значительным отставанием строительства водоотводящих трактов за проектированными на большую глубину закрытых дрен (ЗД). Очень часто глубина заложения закрытого дренажа принималась около 3–3,5 м, несмотря на то, что существующая коллекторная сеть не в состоянии обеспечить отвод воды из дрен, с другой стороны, строительство дрен такой глубины в плавающих грунтах при близком залегании грунтовых вод технически возможно, но стоит очень дорого. Строительство дополнительно закрытого дренажа во многих случаях затруднено по тем же причинам.

Таким образом, в сложившихся условиях уменьшение глубин заложения дрен — весьма актуальная задача с экономической и водохозяйственной точки зрения. Тем более, что в мировой литературе имеются многочисленные данные о возможности и необходимости заложения дрен меньшей глубины, чем опробированной в Голландии и перенесенной в строительство в Бухарской области без корректировки применительно к природным, водохозяйственным и эксплуатационным условиям [1–3].

Этими обстоятельствами обусловлены сложившиеся в настоящее время четкие представления о допустимой (критической) глубине грунтовых вод. СНиП (II.1.3) закрепляет эти положения, дополняет их, однако необходимо установить их для конкретных почвенно-климатических условий. В Узбекистане эти положения не были выполнены в качестве нормативов для проектных организаций.

Современная гидромелиоративная наука предлагает определить уровни грунтовых вод исходя из представлений об оптимальном мелиоративном и промывном режимах орошения. Однако анализ показывает, что и критические глубины ГВ и УГВ, определяемые из оптимального мелиоративного режима грунтовых вод, практически одинаковы.

Поэтому крайне важной является задача более обоснованного назначения основных параметров дренажа среднерегетационного уровня грунтовых вод (СВУГВ) и глубины заложения закрытых горизонтальных дрен с учетом реальных затрат на коллекторы-водоприемники в зависимости от их глубин, уклонов, расходов и других параметров, определяющих надежность коллекторно-дренажных систем в целом с учетом геоморфологических, литологических, геофильтрационных особенностей массива орошения.

С целью экспериментального обоснования параметров горизонтального дренажа с излагаемых позиций в колхозе им.Ф.Ходжаева Алатского района Бухарской области создан опытно-производственный участок закрытого горизонтального дренажа (ОПУ ЗГД) и осуществлен комплекс мелиоративных наблюдений по оценке его эффективности. Колхоз находится в 30 км от райцентра Алат, площадь участка 250 га, границы с севера - Южно-Объединительный коллектор, с юга - АБК II очереди, с запада - сбросной коллектор с АБК II очереди.

Почвы в основном луговые. Геоморфолого-литологическое строение представлено плоской равниной Каракульской дельты р. Зарафшан, сложенной песками и линзами песков, супесями и суглинками. Выбор этого участка в качестве опытного обусловлен в основном двумя причинами: 1) природными особенностями - типичен для всей Алат-Каракульской зоны Бухарской области; 2) крайне неблагоприятным исходным мелиоративным состоянием

из-за фактического отсутствия дренажных систем.

Проект улучшения мелиоративного состояния земель участка создан институтом Узгипроводхоз в 1986 г., но не реализован. При корректировании проектных решений по дренажу, выполненных САНИИРИ в 1990 г., определены оптимизационные расчеты в зависимости от геофильтрационного строения, рельефа, дренирующей роли коллекторов. С институтом Узгипроводхоз согласовано уменьшение глубины заложения дренажа почти на 0,8–1,0 м и нормы осушения до 1,8–2,0 м. В соответствии с этим изменена схема расположения ЗГД. Поскольку такие параметры дренажа практически не применялись в Бухарской области, а нормативные документы отсутствовали, необходимо было подтвердить экспериментами правильность выполненных расчетов. Одновременно начаты натурные исследования закономерностей формирования мелиоративного состояния участка в бездренажных условиях.

На ОПУ проведены комплексные исследования для решения следующих вопросов:

изучение мелиоративного состояния орошаемых земель на фоне дренажа с оптимальными параметрами путем натурных исследований на опытно-производственных участках режима и минерализации грунтовых вод, засоления почвогрунтов в зоне аэрации;

оценка дренирующей способности ЗГД и открытых собирателей в различных литологических условиях;

составление и анализ водно-солевого баланса с определением нагрузки на дренаж;

анализ динамики засоления почвогрунтов.

На землях ОПУ возделывался хлопчатник, в последний год сеяли пшеницу. Нормы и режим орошения на ОПУ до и после строительства дренажа были обычными для данного гидромодуль-

ного района, принятыми в хозяйстве.

Опытно-производственный участок разделяется по литологическому строению, минерализации и засоленности почв на два подучастка:

подучасток 1 расположен в правой части дренасобирателя ДС-1 площадью 68 га и представлен в основном с поверхности песчаными, супесчаными и легкосуглинистыми грунтами;

подучасток 2 находится в левой части дренасобирателя ДС-1 площадью 170 га и сложен средними и тяжелыми суглинками и глинами.

Для определения эффективности закрытых горизонтальных дрена неглубокого заложения на обоих участках построены контрольные дрена с глубоким заложением.

После строительства дренажа коренным образом изменился режим уровня грунтовых вод. Средневегетационный УГВ на подучастке 1 снизился на 0,8-1,1 м, на подучастке 2 - на 0,6-0,8 м. Существенно увеличилась скорость снижения УГВ в межполивной период (табл. I).

Т а б л и ц а I

Скорость снижения УГВ на междренье
Д-1 и Д-2 в межполивной период

Номер скважины	Расположение от Д-1-Д-2, м	У Г В I сут, м	У Г В 8 сут, м	Спад УГВ, м	Скорость снижения, м/сут
1	100	0,2	1,0	0,8	0,1
2	90	0,15	1,05	0,9	0,113
3	90	0,17	1,03	0,86	0,108

В условиях работающего относительно неглубокого заложения дренажа в течение 4 лет при одной и той же оросительной норме существенно уменьшилась минерализация грунтовых вод.

Средневегетационная минерализация грунтовых вод до строительства (1991 г.) и после 4-летней эксплуатации (1994 г.) ЗГДС приведена в табл.2.

Т а б л и ц а 2

Средневегетационная минерализация ГВ по наблюдательным скважинам за 1991 и 1994 гг., г/л (по наиболее представительным скважинам)

Номер скважины	Тип грунта	Под-участок	Средневегетационная минерализация по годам		Изменение минерализации за 1992-1994гг.
			1991	1994	
I	Легкий	I	3,23	3,97	+0,74
2		I	3,92	2,71	-0,21
4		I	2,93	2,33	-0,60
13		2	15,42	5,43	-9,99
21		2	24,02	15,74	-8,28
31		2	8,47	2,99	-5,48
14	Тяжелый	2	25,3	10,44	-14,87
15		2	13,06	11,17	-1,89
17		2	25,84	10,23	-15,61
19		2	1,42	5,49	+4,07
20		2	10,4	13,32	+2,92
22		2	15,30	18,68	+3,38
23		2	18,15	12,03	-6,12
32		2	12,0	16,47	+4,47
33		2	8,73	6,73	-2,0
34		2	12,45	9,12	-3,33
35		2	33,0	23,14	-10,56
36	2	31,67	23,96	-7,71	
Всего скважин			18	18	
Среднее			15,33	10,83	-4,50

Средневегетационная минерализация ГВ с 1991 по 1994 г. для характерных точек (табл.2) снизилась в среднем на 5 г/л. Самая высокая минерализация наблюдается на подучастке 2 - от 1,42 (наблюдательная скважина 13) до 53 г/л (наблюдательная скважина 35, июнь 1991 г., около контрольной дрены). Минерализация ГВ на подучастке 2 снизилась более чем на 5 г/л:

На подучастке 1 дренасобирателя, где почвогрунты состоят из песков, супеси, легкого суглинка, снижение минерализации незначительное (табл.2, наблюдательные скважины 1, 2, 4), что обусловлено невысокой исходной минерализацией.

Построенный дренаж существенно изменил процессы засоления и рассоления на ОПУ. Материалы по динамике засоления почвогрунтов до строительства дренажа и через несколько лет его работы приведены в табл.3. Как видно, на ОПУ встречаются все виды засоления: от незасоленных земель до солончаков.

После строительства ЗГД неглубокого заложения резко возрос вынос солей (табл.4) в основном из левой части опытно-производственного участка. Как видно (табл.4), основной вынос солей из левой части произошел в 1991 и 1992 г. и соответственно оставил 118,33 и 92,72 т/га, из правой части в 1991 г. - 31,25 т/га. В дальнейшем вынос солей стабилизировался в правой части до 10 т/га, левой - 30 т/га.

Из-за высокого темпа рассоления средnezасоленные земли начали сокращаться, а солончаки исчезли (табл.3). Незасоленные земли возросли с 68 до 96 га, а слабозасоленные - с 70 до 138 га.

В настоящее время средне- и сильнозасоленные земли имеются в области дренирования Д-5 и Д-6 (контрольные дрены с глубиной заложения 2,85-2,91 м на тяжелых грунтах). Темпы рассоления в этой части ОПУ невысокие. В связи с этим по нашей ре-

Т а б л и ц а 3

Динамика засоления почвогрунтов
(1,5-метровый слой), га

Год	Период, исполни- тели	Степень засоления					Итого
		неза- солен- ные	слабо- засо- лен.	сред- неза- солен.	силь- ноза- солен.	со- лон- чаки	
1986	Осень, УзГВВ	68	70	52	35	24,6	250
Без дре- нажа							
1991	Апрель, САНИИРИ	71,0	95,5	61,5	14,0	8,0	250
	Октябрь, САНИИРИ	49,0	141,5	41,0	16,0	2,5	250
1994	Апрель, САНИИРИ	82	149	17	12	-	250
	Октябрь, САНИИРИ	96	138	13	3	-	250
Изменения		+28,0	+68,0	-39,0	-32,0	-24,0	-

Т а б л и ц а 4

Вывос солей из ОПУ, т/га

Участок	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	Всего за четыре года
1	118,33	92,72	29,83	33,18	274,11
2	31,25	3,63	10,34	8,47	53,69
Всего	149,58	96,35	40,17	41,65	327,80

Т а б л и ц а 5
Динамика засоления некоторых солевых точек
до и после вегетации ряда лет по плотному
остатку, %

Но- мер точ- ки	Ин- тер- вал, см	1990 г.*		1991 г.		1992 г.		1993 г.		Итого	
		после веге- тации	до веге- тации	после веге- тации	до веге- тации	после веге- тации	до веге- тации	после веге- тации	до веге- тации	1991г.	1993 г.
8	0,0-										
	25-	1,85	4,776	1,46	0,35	0,17	0,45	0,29	1,85	0,29	
	25-										
	50-	2,57	0,882	0,97	0,30	0,15	0,27	0,18	2,57	0,18	
	50-										
	75-	1,80	0,67	0,83	0,31	0,48	0,18	0,17	1,80	0,17	
	75-										
	100-	0,96	0,41	0,81	0,47	0,17	0,3	0,11	0,96	0,11	
20	100-										
	150-	0,31	0,31	0,27	0,36	0,85	0,25	0,33	0,09	0,31	
	0,0-										
	25-	8,21	23,0	7,44	0,94	0,73	0,62	0,42	8,21	0,42	
	25-										
	50-	1,90	1,54	1,14	0,88	0,65	0,47	0,52	1,90	0,52	
	50-										
	75-	1,20	0,52	1,00	0,65	0,17	0,37	0,22	1,20	0,22	
28	75-										
	100-	0,93	0,36	0,60	0,46	0,61	0,45	0,17	0,93	0,17	
	100-										
	120-	0,68	0,24	0,58	0,43	0,32	0,33	0,28	0,68	0,28	
	120-										
	150-	0,41	0,28	0,31	0,68	0,41	0,42	0,18	0,41	0,18	
	0,0-										
	25-	0,892	0,77	0,62	0,94	0,55	0,45	0,39	0,89	0,39	
28	25-										
	50-	1,0	0,85	0,48	0,59	0,59	0,29	0,44	1,00	0,44	
	50-										
	75-	0,92	0,62	0,57	0,61	0,48	0,35	0,35	0,92	0,35	
	75-										
	100-	0,67	0,56	0,59	0,24	0,35	0,45	0,28	0,67	0,28	
	100-125										
		0,53	0,56	0,59	0,24	0,64	0,42	0,56	0,53	0,56	
28	125-										
	150-	0,518	0,27	0,32	0,34	0,34	0,24	0,51	0,52	0,51	

* 1990 г. до строительства дренажа

комендации в 1993 г. была построена открытая дрена С-3 для улучшения дренированности тяжелых почвогрунтов, так как глубокий закрытый дренаж не обеспечивал необходимую солевую вентиляцию почв. После этого рассоление почвогрунтов увеличилось полосой 60 м вдоль открытой дрены С-3, но в средней части в области дренирования Д-5 и Д-6 сохраняется сильно- и средnezасоленность почв. На остальных орошаемых землях ОПУ в настоящее время в основном слабо- и незасоленные почвы.

Существенно изменились степень и характер засоления по глубине (табл.5).

На грунтах легкого и среднего составов рассоление произошло практически на всю рассматриваемую глубину. На тяжелых грунтах темпы рассоления по глубине меньше, однако рассоление заметно даже в самых тяжелых грунтах.

Таким образом, многолетние наблюдения за режимом грунтовых вод, динамикой их минерализации, изменением засоления почвогрунтов на ОПУ позволили установить высокую мелиоративную эффективность ЗГД, меньшую по сравнению с традиционной глубиной заложения дрен. Снижение темпов рассоления почв с тяжелых грунтах вызвано не недостаточной эффективностью дренажа, а необходимостью для таких почв проведения агро-мелиоративных мероприятий по повышению солеотдачи, улучшению водно-физических свойств почв.

Список использованной литературы

1. Егоров В.В. Новейшие тенденции в регулировании солевого режима орошаемых почв // Изменение плодородия почв при орошении вновь осваиваемых земель. Научн. тр. Ин-та почв им. В.В. Докучаева. М., 1986.

2. Л е г о с т а е в В.М. О строительстве горизонтального дренажа на почвах, подверженных засолению // Проблемы мелиорации орошаемых земель в Средней Азии. Научн.тр.СНИИРИ. Вып.173.Ташкент,1985.
3. Х у д а й б е р д и е в А.А. О влиянии глубины залегания грунтовых вод на процессы засоления орошаемых земель // Материалы по гидрогеологии. Сб.научн.тр.ТашГУ, №515,1976.

УДК 626.842.3

Ю.Г. БЕЗБОРОДОВ, О.М. БЕЛОУСОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОДОСБЕРЕГАЮЩЕГО СПОСОБА ПОЛИВА

Разработан способ полива пропашных культур, основанный на принципе низконапорной инфильтрации (положительное решение Государственной патентной экспертизы РУз с приоритетом от 20.04.95). Его особенность заключается в том, что в ложе борозд в начале вегетации укладываются голосы низкосортной оберточной бумаги шириной 30-40 см, по оси которых с определенным шагом пробиты отверстия диаметром 5-8 мм. При пуске воды в армированные бумагой борозды под давлением слоя воды бумага плотно прижимается к поверхности воды и истечение воды в почву происходит под небольшим напором, равным слою воды в борозде. При таком несвободном истечении процесс впитывания воды в почву аналогичен процессу безнапорной инфильтрации, характерному для капельного орошения. Как показали полевые исследования 1994-1995 гг., при таком способе полива в течение всего вегетационного периода сохраняются благоприятные водно-физические свойства почвы. Кроме того, с покрытой бумагой увлажняемой поверхности почвы (на узкорядных посевах хлопчатника она составляет 40-50%) существенно

сокращается физическое испарение, в этом и заключается важное преимущество данного способа полива.

Исследования полива хлопчатника на типичных тяжелосуглинистых сероземах с большими уклонами местности (0,02) показали, что при поливах (в течение вегетации каждого года их было II) отсутствует ирригационная эрозия, экономия оросительной воды по сравнению с бороздковым поливом достигает $2200 \text{ м}^3/\text{га}$ (40%), прибавка урожая хлопка-сырца составляет 5,5 ц/га (17%). При данном способе полива величина головного расхода воды в борозду не зависит от уклона местности, а ограничивается глубиной наполнения борозды.

Как известно, в основе расчета элементов техники бороздкового полива лежит балансовое уравнение расхода воды, связывающее два параметра: расстояние, пройденное потоком воды в борозде, и время - $X = f(t)$.

На основе анализа экспериментального материала эти параметры можно связать следующей зависимостью:

$$\frac{X_t}{l_{\text{см}}} = \frac{1}{1 + \frac{A}{t^\alpha}} \quad \begin{array}{l} \text{при } t=0 \quad X_t=0 \\ \text{при } t \rightarrow \infty \quad X_t \rightarrow l_{\text{см}} \end{array} \quad (I)$$

где $l_{\text{см}}$ - предельная длина смачивания борозды; X_t - длина пробега потока воды за время t ; A и α - параметры.

Параметры A и α определяются по результатам полевых исследований. При $t = 1$ час из уравнений (I), (4) определяется значение A , при известных двух значениях t определяется параметр α . Исследования показали, что при поливах малыми нормами ($300 \text{ м}^3/\text{га}$) и числе поливов II в течение вегетации бумага постепенно разрушается и параметры меняются.

Так, для первых трех поливов уравнение (I) принимает вид

$$\frac{X_t}{l_{cm}} = \frac{1}{1 + \frac{0,43}{t^{0,9}}} \quad , \quad (2)$$

для остальных поливов

$$\frac{X_t}{l_{cm}} = \frac{1}{1 + t^{0,5}} \quad , \quad (3)$$

Для использования в расчетах уравнений (2) – (3) необходимо иметь такие данные, как головной расход воды в борозду q_δ ; уклон земли вдоль борозд i и зависимости для определения l_{cm} и X_t . Длина смачивания борозды определяется по зависимости

$$l_{cm} = \frac{q_\delta}{\chi K_y} \quad , \quad (4)$$

где χ – приведенный смоченный периметр, K_y – установившаяся скорость впитывания воды в почву.

Исследованиями гидравлических элементов армированных бумагой борозд нами установлена зависимость среднего по длине борозд смоченного периметра от расхода воды в борозду и уклона местности

$$\chi = 0,023 \left(\frac{q_\delta}{\sqrt{i}} \right)^{0,67} \quad (5)$$

Подставив (4) и (5) в (1), получим

$$X_t = \frac{q_\delta}{0,023 \left(\frac{q_\delta}{\sqrt{i}} \right)^{0,67} K_y \left(1 + \frac{A}{t^\alpha} \right)} \quad , \quad (6)$$

а из последнего

$$t = \left(\frac{A X_t}{q_\delta - X_t} \frac{0,023 \left(\frac{q_\delta}{\sqrt{i}} \right)^{0,67} K_y}{1} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (7)$$

Зависимости (6) и (7) являются основными для расчета элементов техники полива по армированным бороздам.

Для равномерного увлажнения почвы по длине борозд необходимо соблюдать определенные требования – поддержание по длине борозд с допустимой степенью точности слоя воды и скорости потока. Как известно, несвободное истечение воды из отверстия в

тонкой стенке характеризуется выражением

$$q_0 = \mu \omega \sqrt{2g \left(h + \frac{V^2}{2g} \right)} = \mu \omega \sqrt{2gh + V^2}, \quad (8)$$

где q_0 - расход воды, μ - коэффициент расхода; ω - площадь отверстия; g - ускорение силы тяжести; h - напор над отверстием; V - скорость подхода.

По данным А.Д. Альтшуля, коэффициент расхода при истечении через затопленное отверстие определяется по зависимости

$$\mu = \frac{\varepsilon}{\sqrt{2\varepsilon^2 m^2 - \varepsilon^2 n^2 - 2\varepsilon m + y_0 + 1}}, \quad (9)$$

где ε - коэффициент сжатия струи; m и n - соответственно отношения площади отверстия к площади сечения потока выше и ниже отверстия; y_0 - коэффициент сопротивления.

Для равномерного увлажнения почвы - с допустимой точностью не менее 0,85 - должно быть соблюдено условие

$$\frac{q_0''}{q_0'} = \frac{\mu \omega \sqrt{2gh_2 + V_2^2}}{\mu \omega \sqrt{2gh_1 + V_1^2}} \geq 0.85 \quad (10)$$

или

$$\frac{2gh_2 + V_2^2}{2gh_1 + V_1^2} \geq 0.72, \quad (11)$$

которое дает возможность определить длину борозды.

По данным полевых исследований установлены эмпирические зависимости гидравлических элементов борозд от расхода воды в борозду и уклона земли вдоль борозд

$$V = 1.4 \sqrt{h \cdot i}, \quad (12)$$

$$h = \sqrt{\frac{q_0}{0.3 \sqrt{i}}} \quad (13)$$

Задаваясь значениями длины борозд соответственно равными 0,5; 0,6; 0,7; 0,8 длины смачивания борозды и расхода воды в борозду, можно определить такие параметры h_1 и V_2 , которые

соответствуют условию (II).

Для расчета элементов техники полива и режима орошения необходимо иметь установившуюся скорость впитывания воды в почву (K_y) и расход воды водовыпускного отверстия в дне борозды.

Результаты лабораторных исследований истечения воды из донных отверстий диаметром 5 мм бумажного лотка при головном расходе 0,2 л/с показали, что расход воды при свободном истечении составляет в среднем 0,01 л/с, или 36 л/ч. Аналогичные исследования, проведенные непосредственно на поле при поливе хлопчатника по армированным бумагой бороздам длиной 75 м и 150 м и головным расходом воды в борозду 0,22 и 0,42 л/с при истечении из двух смежных отверстий диаметром 5 мм каждое, расположенных по длине борозды с шагом 1,25 м, позволили установить средний по длине расход воды водовыпуска — 0,0012 л/с, или 4,3 л/ч. Таким образом, расход воды при истечении из отверстия с противодавлением оказывается в 77,7 раза меньше, чем при свободном истечении воды в атмосферу. Полученная величина расхода воды 4,3 л/ч сопоставима с расходом воды капельницы на системах капельного орошения с трубочками-увлажнителями "Вариодрип" и "Агродрип".

Исследованиями также выявлено, что установившаяся скорость впитывания воды в почву зависит от расхода воды в борозду: для тяжелосуглинистых почв ее следует принимать равной 0,06 м/ч при $q_b \leq 0,2$ л/с и 0,08 м/ч при $q_b > 0,2$ л/с.

Полученные в результате исследований данные позволяют рассчитывать оптимальные элементы техники и технологии полива по армированным бумагой бороздам. Предварительные расчеты показали, что условие (II) соблюдается в случае, когда длина борозды принимается равной не менее 0,5–0,6 длины смачивания,

то есть $l_g \geq (0,5 \dots 0,6) l_{cm}$.

Вода, не впитавшаяся в борозду при поливе предыдущего яруса, должна быть использована на полив последующего яруса.

Следует отметить, что в текущем году в Ангрене налажено производство целлюлозы из гузапай, соломы, стеблей кенафа, то есть из ежегодно возобновляемых источников сырья. Это позволит широко использовать дешевую бумагу для внедрения водосберегающего и почвоохранного способа полива пропашных культур на землях с большими уклонами местности, подверженных ирригационной эрозии.

УДК 631.51.014

Р.В. БУЗУРХАНОВ, И. О. ПОПАДЮК,
И.Т. ХУДАЙБЕРГЕНОВ

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВАХ ВНЕДРЕНИЯ
ГЛУБОКОГО РЫХЛЕНИЯ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН^{х)}

Проблема сохранения и повышения продуктивности орошаемых земель остается актуальной в экономических условиях переходного периода Республики Узбекистан.

В связи с низкой продуктивностью орошаемых земель необходимо в каждом конкретном случае выявить причины недополучения урожая и рекомендовать соответствующие научно обоснованные мероприятия. Одним из факторов, значительно снижающих урожайность сельскохозяйственных культур (в частности, хлопчатника), является

х) Работа выполнена под руководством к.сх.н. Ю.И. Широковой.

повышенная уплотненность почв, обусловленная как генетическими признаками (тяжелосуглинистые и глинистые прослой, повышенная загипсованность и карбонатность), так и многолетней обработкой на одинаковую глубину (образование плужной подошвы).

Глубокое объемное рыхление почв наиболее изучено как прием повышения промываемости почв, может быть использовано для повышения эффекта промывных поливов весной, кроме того, для улучшения водно-физических свойств корневой зоны, разрушения уплотненных слоев.

По результатам полевых опытов, проведенных ранее в различных условиях (В.Д. Лим, 1983; Х.У. Умаров, 1989; Б.М. Гафуров, 1990; М. Елдашев, 1993; и др.), видно, что рыхление снижает объемную массу обычно на 5-7%, а в более уплотненных слоях - на 13-20% (табл.1). При этом после рыхления в основном создается структура почвы с объемной массой около 1,3 г/см³ - оптимальной для развития корневой системы растений.

Данные исследований авторов, проведенных в совхозе I^а им. Г. Гуляма Сырдарьинской области, подтверждают количественные значения изменений водно-физических свойств (табл.2) и положительное влияние рыхления на сохранение влаги (рис.1) и солевой режим почв (табл.3).

По опубликованным данным, прибавка урожая от комплексного воздействия глубокого рыхления на почву и растения в разных условиях изменяется от 1,6 до 6,3 ц/га и в большинстве случаев составляет 3-5 ц/га. В опыте 1995 г., проведенном авторами в совхозе I^а им. Г. Гуляма, урожай хлопчатника на рыхленном участке был на 2,4 ц/га выше, чем в контроле.

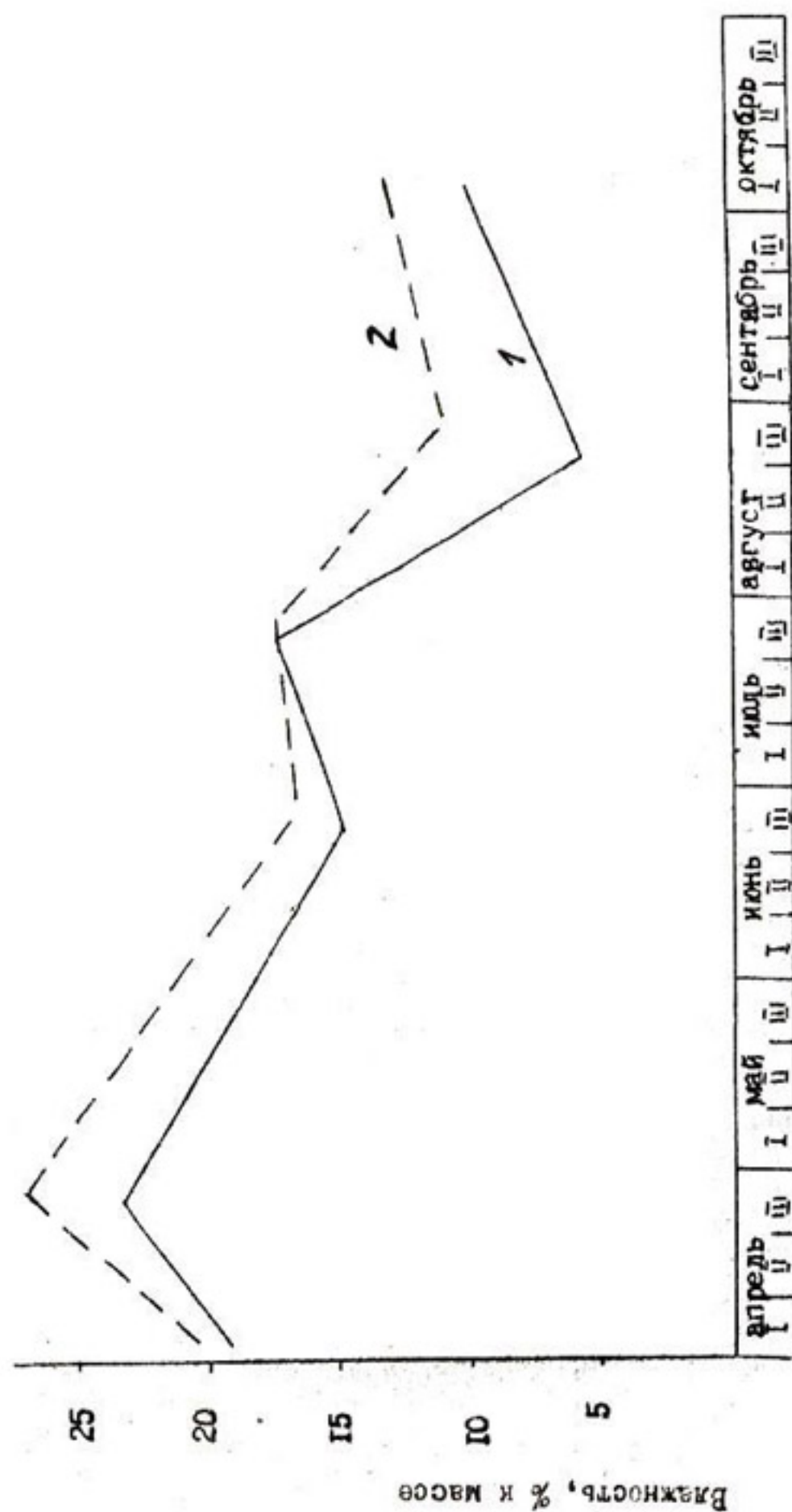


Рис. 1. Динамика влажности почвы на опытном участке У-50, совхоз им. Г. Гуляма.

Влажность в слое 0-100 см:

1 - нерыхленные; 2 - рыхленные.

1995 г.

Т а б л и ц а I

Влияние глубокого рыхления на объемную
массу и водопроницаемость почв

Объект исследования, тип почв	Объемная масса			Водопрони- цаемость	
	г/см ³	изме- нение, % к конт- ролю	роль	мм/мин,	изме- нение (в чи- сло раз)
Ташкентская обл. совхоз им. Ахунбабаева (слой 30-60 см - плужная по- лошва), староорошае- мые	1,50	1,40	-6,7	Не определяли	
Джизакская обл. (0-82 см) гипсированные вновь ос- ваиваемые (по В.Д. Лим)	1,40	1,31	-6,4	"-	
Ферганская обл. колхоз им. А. Рахманова (слой 0-60 см), староорошае- мые (слой 20-60 см) (по Х.И. Умарову)	1,43	1,30	-9,0		
	1,47	1,33	-9,5		
Сырдарьинская обл. сов- хоз им. Узакова, ново- освоенные гипсирован- ные (по М. Юлпашеву, 1989-1991 гг.) вариан- ты обработки, см					
0-40	1,43	1,33	7,0	"-	
0-60	1,43	1,34	6,3	"-	
0-80	1,46	1,38	5,5	"-	
слой 30-60	1,48	1,29	12,8	"-	
Тот же объект (по Б.М. Гафурову)				мм/час	
после рыхления	-	-	-	3,10	5,60 1,8
после 3-го полива				2,8	4,2 1,5
Бухарская обл. колхоз им. Энгельса (слой 30- 60 см - плужная подош- ва), староорошаемые	1,67	1,35	19,2		

х) Среднее значение при четырех глубинах рыхления 0-40, 40-60, 60-80, 80-100 см.

Т а б л и ц а 2

Изменение показателей водно-физических
свойств почв под влиянием глубокого рыхления

Показатели в слое 0-100 см	Опытный участок, год			
	У-49 (исходн. целина), 1994 опыт 2	опыт 3	У-50, опыт 1 (исх. пашня)	У-49 (ис- ходная пашня), 1994
(0-50)				
Объемная масса, г/см ³	<u>1,48</u> 1,38	<u>1,25</u> 1,19	<u>1,52</u> 1,36	
Изменение	-6,8	-4,8	-10,5	
(0-50)				
Порозность, %	<u>43,92</u> 47,68	<u>52,47</u> 54,75	<u>41,0</u> 48,5	
Изменение, %	+8,6	+4,3	-18,3	
Влажность (слой 0-70 см), % к массе на вариантах	Не опр.	после зи- мы 1995г.	(0-100) осенью 1995 г.	
		<u>21,05^x</u> 22,4 ^{xx}	<u>10,92^x</u> 13,74 ^{xx}	
Изменение, %		-6,57	-25,8	
Водопроницаемость, мм/мин	<u>0,14</u> 2,10	<u>0,14</u> 1,70	<u>0,61</u> 1,70	<u>0,76</u> 1,90
Изменение, число раз	14,3	12,1	2,8	2,5

Примечание: В числителе - до рыхления, в знаменателе -
после рыхления;

x - без рыхления,

xx - после рыхления.

Т а б л и ц а 3

Влияние глубокого рыхления на
содержание хлор-иона в почве

Опытный участок	Сроки наблюдения, год	Содержание хлор-иона в горизонте 0-100 см, % к массе	
		в а р и а н т	
		с рыхлением	без рыхления
		T.6	T.3
У-49 (зер- новое)	Весна 1994	0,048	0,033
	Весна 1995	0,020	0,059
Изменение		-0,028	-0,026
		T.9	T.1
У-50 (хлоп- чатник)	Весна 1995	0,045	0,030
	Осень 1995	0,080	0,122
Изменение		+0,039	+0,09
		T.7	T.5
	Весна 1995	0,043	0,030
	Осень 1995	0,028	0,043
Изменение		-0,017	-0,013

Влияние низкопродуктивных земель (с уплотненными гипсированными и тяжелым по механическому составу почвами) на средний урожай хлопчатника по областям Узбекистана показано в табл.4 и на рис.2. Наибольшее влияние как по углу наклона, так и коэффициенту корреляции имеет Сырдарьинская область ($r=80$), затем Каракалпакстан ($r=0,55$) и Узбекистан ($r=0,38$). Для поддержания мелиоративного состояния орошаемых земель при ограниченности водных и материальных ресурсов целесообразно применение агро-мелиоративных приемов, позволяющих регулировать солевой режим почв при относительно меньших трудозатратах и экономии воды.

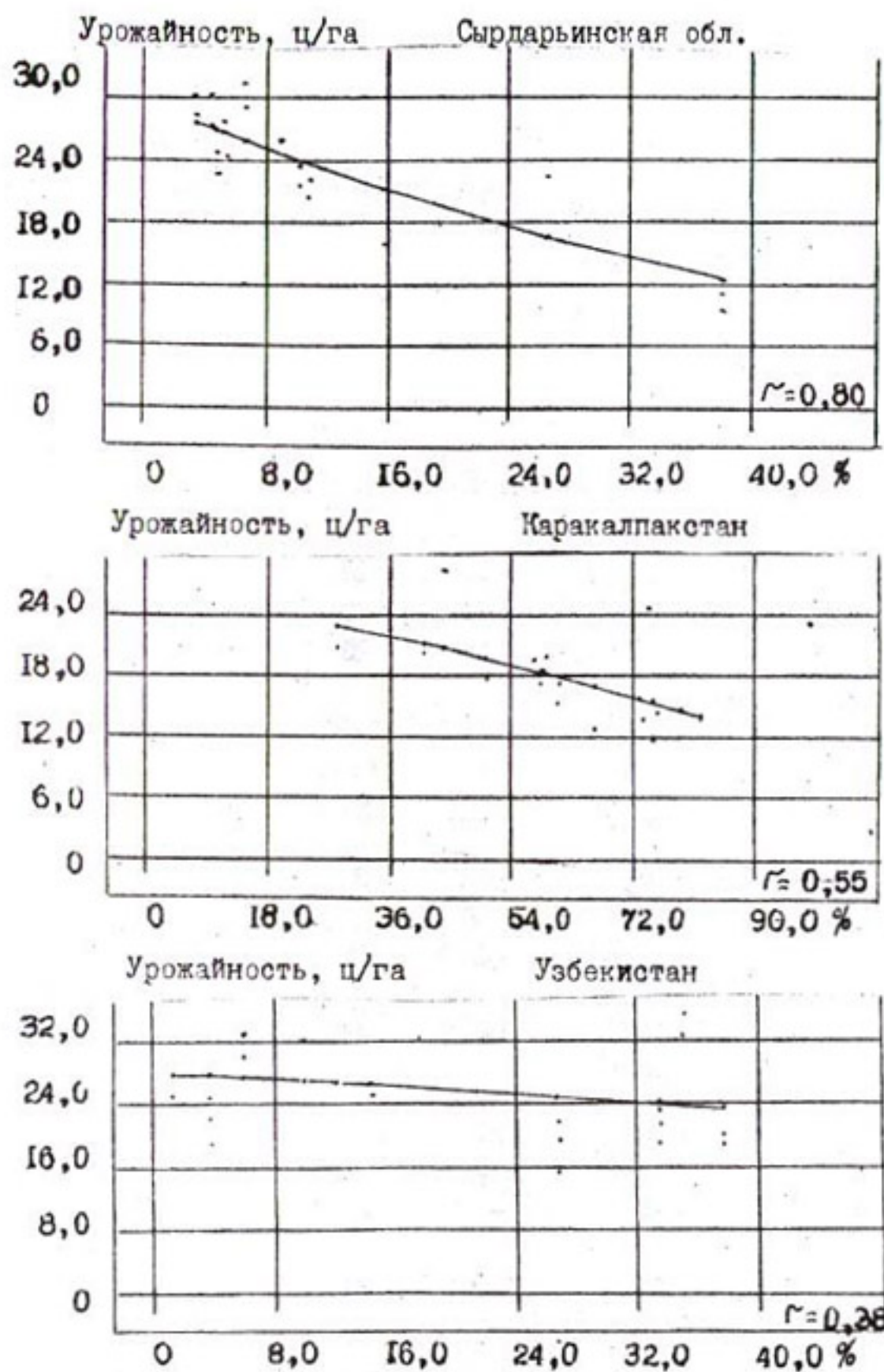


Рис.2. Влияние распространения почв с неблагоприятными волно-физическими свойствами на урожай хлопчатника.

Распространение почв с неблагоприятными
свойствами и влияние их на урожай хлопчатника

Область	Площадь, тыс. га, %		Ср. взве- шен. балл бонитета почв с неблаго- приятн. св-ми	Средний урожай хлопка-сырца, ц/га			
	общая	в т.ч. с неблаго- приятными св-ми		1990 г.	1991 г.	1993 г.	1994 г.
Каракал- пакстан	422,8	<u>141,9</u> 33,5	33,9	22,8	18,6	21,3	18,8
Андижанс- кая	242,9	-	-	28,9	27,4	27,8	28,4
Бухарс- кая	367,2	<u>129,3</u> 35,2	51,9	31,9	31,9	34,9	32,4
Джизакс- кая	446,0	<u>168,8</u> 37,8	40,8	23,7	19,9	18,4	18,7
Кашка- дарьинская	669,0	<u>96,5</u> 14,4	28,8	23,7	23,6	25,1	24,4
Навоийс- кая	118,8	<u>158,4</u> 1,3	43,1	-	24,8	28,2	27,4
Наман- ганская	220,8	<u>22,0</u> 9,96	65,0	31,6	28,9	27,3	28,3
Самар- кандская	456,4	<u>16,7</u> 3,67	57,0	26,4	18,9	21,9	24,6
Сурхан- дарьинская	248,2	<u>14,81</u> 5,96	36,2	32,5	29,5	30,2	30,8
Сырдарьин- ская	269,7	<u>72,3</u> 26,8	30,9	24,1	21,5	15,02	19,2
Ташкентс- кая	309,1	-	-	28,7	25,3	20,9	24,9
Ферганс- кая	284,6	-	-	29,9	28,5	28,7	29,9
Хорезмс- кая	211,0	<u>25,2</u> 11,9	43,0	31,5	25,9	31,7	31,4
По респуб- лике	4266,5	<u>845,9</u> 19,8	40,5	27,9	24,8	24,9	25,7

Для установления возможных масштабов применения глубокого рыхления по материалам III тура качественной оценки орошаемых земель Республики Узбекистан (Узгипрозем, 1988) определены типы распространения почв с неблагоприятными водно-физическими свойствами (тяжелосуглинистые, с прослоями тяжелых, гипсированные карбонатные и др.) (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

Влияние распространения земель с неблагоприятными свойствами на урожай хлопчатника в Сырдарьинской области

Район	Распространение земель с неблагоприятными водно-физическими свойствами		Урожайность хлопчатника, ц/га		Средний по району балл бонитета
	га	%	1978-83 гг.	1987-90 гг.	
Акалтынский	3504	4,8	24,4	22,3	58
Баяутский	2497	3,5	30,1	28,1	62
Ворошиловский	3221	4,5	29,9	27,1	64
Гулистанский	3814	5,3	27,3	24,3	62
Ильичевский	7425	10,3	23,0	21,2	54
Комсомольский	8008	10,9	21,8	20,2	48
Сырдарьинский	4864	6,4	31,0	28,7	70
Хавастский	11420	15,8	16,0	15,5	43
Мехнатабадский	77610	18,2	9,4	10,9	33
Всего	72363	100	23,8	22,2	55

Аналогичная работа выполнена по районам Сырдарьинской области. Из приведенных материалов видно, что наиболее широко глубокое рыхление можно внедрять в Джизакской (168,8 тыс га), Бухарской (129,3 тыс га), Кашкадарьинской (96,5 тыс га), Сырдарьинской (72,3 тыс га) областях, Каракалпакстане (141,9 тыс га), по Сырдарьинской области – в Мехнатабадском (27,61 тыс га), Хавастском (111,42 тыс га), Ильичевском (7,4 тыс га) и Комсомольском (10,9 тыс га) районах.

Так как глубокое рыхление способствует повышению урожайности, созданию дополнительной продукции, экономический эффект от его внедрения выражается в увеличении чистого дохода сельскохозяйственного предприятия (исключая затраты, связанные с глубоким рыхлением почвы и дополнительные затраты на уборку дополнительного урожая хлопка-сырца, сум). Экономическая эффективность зависит от величины прироста урожая и сорта хлопка-сырца. При увеличении урожая на 3-5 ц/га она составит от 2,5 до 8,5 тыс сум с гектара орошаемой площади в закупочных ценах 1995 г. Общий экономический эффект от глубокого рыхления для отдельных хозяйств и массивов орошения можно определить в зависимости от наличия и распространения земель с неблагоприятными свойствами почв и доли хлопчатника в структуре посевов.

УДК 633.18:626.845 А.А. КУЧКАРОВ, Ф.А. БАРАЕВ

КОМБИНИРОВАННОЕ ОРОШЕНИЕ РИСА И ПРОБЛЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ БЛАГОПРИЯТНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА ПОЛИВНЫХ УЧАСТКАХ

Вопрос о целесообразности применения дождевания при орошении сельскохозяйственных культур в аридной зоне и, в частности, в Узбекистане вызывает противоречивые мнения исследовате-

лей. Особое внимание при этом уделяется сравнению суммарного испарения воды с орошаемого поля при поливах бороздами и дождеванием. Так, В.К. Севрюгин [1] считает, что при дождевании общее испарение влаги не превышает 4-6%, ряд других ученых утверждают о значительно больших по величине приближающихся к бороздковому поливу объемах испарения.

Проведенные нами в Учхозе ТИИМСХ поливы риса, в том числе дождеванием, показали, что величина испарения воды составляет 15-20% от водоподачи. Прежде чем проанализировать причины такого относительно большого объема испарения, приведем данные о структуре и методике выполненных опытов.

Полевые опыты заложены в 1990-1995 гг. на поливном участке площадью 0,05 га рисового массива Учхоза. Участок сложен лугово-болотными, среднесуглинистыми почвогрунтами, коэффициент фильтрации верхнего 0,5-метрового слоя почвы составляет 0,1 м/сут, содержание гумуса - 1,1-1,3%, карбонатность - 10-21%, удельная масса - 2,61-2,72 т/м³, объемная - 1,4-1,65 т/м³, величина силы сцепления почвенных частиц - 0,04-0,06 кг/см³, угол внутреннего трения - 24-26°, плотный остаток солей - 0,075-0,08%, глубина грунтовых вод - 0,5-1,5 м, тип минерализации гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевый, остаток солей - 1-1,5 г/л. Качество оросительной воды хорошее, жесткость 5,8-7,3 мг/экв, минерализация 0,4-0,5 г/л. Сорт высеваемого риса "Авангард", количество семян на 1 га посева 250 кг, заделка семян на глубину 0,5-1 см, посев рядковый. Сроки сева 20 апреля. Предпосевная влажность верхнего 15-сантиметрового слоя почвы 80% НВ. Опыты проводили в 4 вариантах с 4-кратной повторностью. В первом варианте принят укороченный способ полива. Сразу после посева затопление слоем 5 см, немедленная сработка слоя и получение дружных всходов без слоя воды. Затем затопление посевов

слоем 5–7 см и повышение его по мере роста сорняков до 12–15 см из расчета, что просянки не должны выходить на поверхность зеркала воды. При соблюдении этого условия через 5–7 сут. основная масса сорняков потеряет способность роста и загнет. Затем слой воды опускают до 5–7 см и держат его до созревания, за 10–12 сут. до уборки урожая поле подсушивают.

Во втором варианте применялся режим постоянного затопления (сразу после посева поле затопили слоем 5–7 см, повышая его по мере роста сорняков, а после их гибели постоянно поддерживали на уровне 5–7 см до созревания).

В третьем варианте сразу после посева риса поле затопили слоем 5–7 см, повышая его до гибели сорняков, и через 5–7 суток перешли на режим дождевания из расчета поддержания в активном слое почвы влажности 85–90% НВ.

В четвертом варианте за 15 суток до посева произвели дождевание поля нормой 300 м³/га с внесением 50 кг/га азотного удобрения, цель – вызвать провокационные всходы сорняков. Посев риса провели 10 мая после уничтожения сорняков. Затем поддерживали на поле влажность почвы на уровне 85–90% НВ посредством дождевания. Посевы обработали гербицидом "Пропанид". Гербициды и удобрения в этом варианте вносились через дождевательный аппарат.

Результаты исследований показали, что наибольшая урожайность риса получена в первом варианте – в среднем 52 ц/га, удельные затраты воды составили 673 м³/ц, себестоимость урожая в 1995 г. 7 сум/кг. Во втором варианте соответственно 47 ц/га; 817 м³/ц; 6,3 сум/ц, в третьем – 48,6 ц/га; 540 м³/ц; 9,3 сум/кг, в четвертом – 42,2 ц/га; 460 м³/ц; 10,6 сум/кг.

При этом испарение воды с орошаемого дождеванием поля

составило 18%, т.е. выше, чем утверждает В.К. Севрюгин. Анализ материалов исследований В.К. Севрюгина [1] показал, что при оценке доли испарения он основывался на разности показаний влажности воздуха в факеле дождя и поблизи от него (в пределах орошаемого поля). Показания влажности воздуха за пределом орошаемого поля в расчет не принимались. По этой причине, на наш взгляд, данные В.К. Севрюгина о размерах испарения при дождевании занижены, хотя исходная информация не вызывает возражений.

С точки зрения экономного использования воды при орошении риса наиболее эффективен четвертый вариант, однако его использование ограничивается требованиями экологической безопасности к окружающей обстановке и урожаю. Какое время потребуется для полной деструкции пропанида? Для ответа на этот вопрос нами выполнен следующий расчет. Норма пропанида равна 5 кг/га. Была использована формула [2]

$$C_0 = \frac{N \times e^{-K \times t}}{W},$$

где C_0 – максимальная исходная доля концентрации пропанида в слое почвы 0,1 м на вторые сутки после его использования, г/м³;

N – норма внесения пропанида, г/га; e – 2,718; K – коэффициент деструкции, 1/сут; t – время максимальной концентрации пропанида в почве, сут; W – объем водоподачи, м³/га.

В результате получено

$$C_0 = \frac{5000 \times 2,718^{-0,77 \times 2}}{500} = 0,135 \text{ г/см}^2.$$

Концентрация пропанида в слое почвы 0,3 м

$$C_p = \frac{C_0 \times W}{q \times r \times \frac{\pi}{\theta} + W} =$$

$$= \frac{0,135 \times 500}{(0,3 \times 10000 \times 1,3) \times 0,53 \times \frac{0,48}{1,3} + 500} = 0,035 \text{ г/м}^3,$$

где q – масса слоя почвы, т/га;

σ – объемная плотность почвогрунта, $\sigma = 1,3 \text{ т/м}^3$;

r – константа уравнения Фрейдла.

Вынос пропанида с водой на пятые сутки после полива

$$P_p^{n.c.} = \sum_{i=1}^n C_p \times e^{-K \times t} \times W_{i,\varphi} = 0,035 \times 2,718^{-0,77 \times 5} \times 160,0$$

$$P_p^{n.c.} = 4,4 \text{ г/га.}$$

Период практически полного распада пропанида составит

$$t_{0,99} = \frac{4,6}{K} = \frac{4,6}{0,77} = 6 \text{ сут.}$$

где $t_{0,99}$ – время, за которое количество пестицида убывает на 99%, сут.

Таким образом, в коллекторно-дренажную воду на пятые сутки попадает 4,4 г/га, а на 6-е он полностью подвергнется де-струкции.

Количество сорняков по вариантам опытов изменялось от фазы всходов до спелости риса следующим образом:

в первом от 180 до 63 шт/м²;

во втором от 162 до 52 шт/м²;

в третьем от 176 до 82 шт/м²;

в четвертом от 122 до 70 шт/м².

Уничтожение сорняков посредством регулирования слоев затопления в первые фазы вегетации положительно влияло на эффект очистки поля. Однако при орошении риса дождеванием поля вновь покрываются сорняком за счет всходов семян из глубоких слоев.

почвы. Семена скапливались в этих толщах много лет благодаря традиционной монокультуре риса. Использование гербицидов для подавления сорняков отрицательно влияет на окружающую среду, так как полный распад вносимых гербицидов происходит лишь на шестые сутки.

Поэтому считаем, что эти проблемы могут быть сняты при интенсивном 2-3-летнем возделывании предшествующих рису в севообороте суходольных культур. Полив риса рекомендуем проводить на основе комбинированного орошения, что дает возможность обеспечить значительную экономию оросительной воды и получение экологически чистого продукта.

Список использованной литературы

1. С е в р ы г и н В.К. Испарение при поливах хлопчатника дождеванием. Ташкент:Мехнат, 1992.
2. С е р б и н о в В.С. Повторное использование коллекторно-дренажных вод. Краснодар, 1989.

УДК 631.675:633.491

А. ШЕРСВ

ВОДОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОРОШЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ НА НЕЗАСОЛЕННЫХ СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВАХ ЦЕНТ- РАЛЬНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Переход сельскохозяйственного производства на дехканские (фермерские), кооперативные и другие формы индивидуального и коллективного хозяйствования сопряжено с требованиями их высокой рентабельности. В этих условиях особую роль и значение приобретает проблема внедрения высокоэффективных интенсивных технологий, в частности, в картофелеводстве [1,2].

До настоящего времени картофель выращивался примитивными методами, урожайность и валовые сборы не удовлетворяли потребности населения. В то же время в передовых хозяйствах его урожайность достигает среднемировых показателей, что подтверждается результатами опытов, проведенных нами в традиционной картофелеводческой зоне Республики Узбекистан на землях колхоза им. А.Лисавий, где средняя урожайность этой культуры не превышает 60-70 ц/га.

Оказалось, что при правильно назначенном режиме орошения и технике полива в сочетании с выполнением передовых приемов агротехники эти земли вполне способны давать 200-300 ц/га урожая [3].

Для этого необходимо в расчетном слое почвы поддерживать влажность на 60-65-60% НВ, как это принято в хозяйстве, а 65-70-75% НВ (табл. I). При этом схема полива должна быть 1:1:5, а не традиционная 1:2:5 [3].

Т а б л и ц а I

Результаты исследований волного режима
на опытном участке

Вариант	Предполивная влажность активного слоя почвы, % НВ	Оросительная норма, м ³ /га	Урожайность картофеля, ц/га	Удельные затраты воды на получение 1 ц урожая, м ³ /ц
Контроль	60:65:60	2200	180	40,0
1	60:65:70	6200	210	29,5
2	65:70:75	6000	232	25,8
3	70:70:75	6300	235	26,8
4	75:70:60	6500	220	29,5

Указанные выше оптимальные критерии поливного режима получены нами на основе полевых опытов с 4-кратной повторностью в течение трех лет, точность опытов составила 92% (табл.2).

Т а б л и ц а 2

Рекомендуемый режим орошения картофеля
для колхоза им. А. Яссавий.

Сорт картофеля	Номер полива	Поливные нормы м ³ /га	Орошение поливов		Продолж. полива, сут
			начало	конец	
Кардинал	1	600	16/IV	1/V	15
	2	700	2/V	15/V	14
	3	800	16/V	25/V	10
	4	900	26/V	6/VI	12
	5	1000	7/VI	10/VI	14
	6	1000	21/VI	1/VII	11
	7	1000	2/VII	10/VII	9

Оптимальные элементы техники бороздкового полива картофеля следующие: расход в борозду 0,35 л/с, длина борозд 200 м, ширина междурядий 0,9 м, средний уклон поливных борозд 0,002.

Указанные параметры применены и для других хозяйств, где климатические и почвенно-мелиоративные условия аналогичны таковым в колх.им.А.Яссавий. Таких земель в Ташкентской области насчитывается не менее 50 тыс га [3].

Выводы и рекомендации производству.

На сероземно-луговых незасоленных землях Центральной климатической зоны Республики Узбекистан низкая урожайность картофеля обусловлена в основном неправильно назначенным режимом орошения, недостатками в принятых схемах и элементах техники бороздкового полива картофеля.

Высокую рентабельность картофелеводства в рассматриваемой зоне можно обеспечить поддержанием влажности в активном слое почв не ниже 65:70:75% НВ, схемой полива 1:1:5 и внедрением элементов техники борозжового полива: расход в борозду 0,35 л/с, длина борозд 200 м и междурядьев 0,9 м, уклон борозд 0,002.

Список использованной литературы

1. К о с т я к о в А.Н. Основы мелиораций. М., 1960.
2. Р а х и м б а е в Ф.М. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации. Ташкент, 1991.
3. Б о б р о в Л.Г. Научные основы возделывания картофеля. М., 1988.

УДК 631.675.4:633.51

Б.Ш. МАТЯШОВ

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ

ХЛОПЧАТНИКА И ЛЮЦЕРНЫ

Основными культурами в районах орошаемого земледелия Южного Казахстана традиционно являются хлопчатник и люцерна, а в последнее время и зерновые. Доля хлопчатника в севооборотах принималась 60-70%, люцерны - 20-30%, а зерновых - 10-15%.

В связи со стремлением Узбекистана и Казахстана получить зерновую независимость значительные площади стали выделять под посевы пшеницы, ячменя и ржи. При этом не принимается во внимание потребность животноводческого комплекса в зеленых кормах. Мы считаем, что не следует сокращать площади такой ценной кормовой и мелиоративной культуры, как люцерна. В связи с этим на протяжении ряда лет мы проводили интенсивные исследования по научному обоснованию оптимального режима орошения люцерны

в севообороте с хлопчатником.

При установлении наиболее оптимальных количественных значений элементов режима орошения важное значение принадлежит водопотреблению и его взаимосвязи с климатическими, а также почвенно-мелиоративными факторами орошаемой территории.

Исследования по уточнению элементов водопотребления хлопчатника и люцерны, проведенные по 4 вариантам с четырехкратной повторностью (табл. I) на сероземно-луговых тяжелосуглинистых почвах Южного Казахстана при различных значениях предполивной влажности активного слоя корнеобитания, позволили выделить оптимальный вариант (табл. 2) наиболее эффективного режима по соотношению урожайности и затрат воды на ее получение.

Установлено, что в третьем варианте урожайность хлопчатника составляет 35,3 ц/га, что на 14% выше, чем в контроле, а удельные затраты воды на 26% ниже.

В варианте с посевами люцерны наибольший урожай получен на 2-й год вегетации – 194,4 ц/га, что на 29,5 ц/га превышает урожайность люцерны, полученную в контроле.

Анализ материалов теоретических и опытных исследований применимости формул водопотребления многочисленных авторов [1-6] показал, что из них наиболее предпочтительны для условий сероземно-луговых тяжелосуглинистых почв Южно-Казахстанской области формулы, предложенные Кридлом и Г.К. Львовым [5]. Расхождения между результатами опытных данных и значений водопотреблений, полученных по формулам указанных авторов, не превышают 10%.

Варианты и схема опытов по оптимизации режима
орошения хлопчатника и люцерны

Номер вари- анта	Предполивная влаж- ность почвы для хлопчатника, % НВ	Расчетный слой почвы для определения сроков полива по фазам вегетации, см		
		до цветения	цветение - плодооб- разование	созре- вание
I	Производственный контроль	0-50	0-70	0-50
2	60-70-60	0-50	0-70	0-50
3	70-70-60	0-50	0-70	0-50
4	70-80-60	0-50	0-70	0-50
Номер вари- анта	Предполивная влаж- ность почвы для люцерны, % НВ	До первого укоса в год посева		
		В последующие межукосные пе- риоды и на 2-й и 3-й годы произрастания		
I	Производственный контроль	0-70	0-100	
2	70	0-70	0-100	
3	75	0-70	0-100	
4	80	0-70	0-100	

Т а б л и ц а 2

Водный баланс хлопкового и люцернового
поля (средний за годы исследований)

Элемент учета	Хлоп- чатник	Л ю ц е р н а		
		I-го года	2-го года	3-го года
Запас воды в слое 0-180 см в начале вегетации, м ³ /га	5060	5060	4470	4173
Запас воды в слое 0-180 см в конце вегетации, м ³ /га	4086	3972	3590	3413
Использование влаги из запасов почвы, м ³ /га	974	1088	890	765
Использование влаги из грунтовых вод, м ³ /га	2460	3728	3500	3420
Осадки, м ³ /га	310	670	920	1080
Подано оросительной воды, м ³ /га	3940	6640	6205	5480
Общий расход воды, м ³ /га	7684	12126	11515	10745
Использование из запасов влаги почвы, % от общего расхода воды	12,6	8,9	7,7	7,1
Использование из грунто- вых вод, % от общего расхода воды	32,0	30,7	30,4	31,8
Использование оросительной воды, % от общего расхода воды	51,3	54,7	53,9	51,0
Урожай, ц/га	35,3	158,2	192,4	166,0
Общий расход воды на 1 ц урожа, м ³	217,7	76,5	59,8	64,7
Расход оросительной воды на 1 ц урожая, м ³	111,6	41,9	32,3	33,0

Список использованной литературы

1. К о с т я к о в А.Н. О нормировании воды при орошении // Доклады ВАСХНИЛ. 1945. № 6. С.6-14.
2. А л п а т ь е в А.М. Вопросы водопотребления культурных растений // Биологические основы орошаемого земледелия. М. 1957.
3. И в а н о в Н.И. Определение испаряемости. М., ВТО, 1954.
4. Б у д ы к о М.И. Методы определения естественного испарения // Метеорология и гидрология. 1946. № 3. С.3-15.
5. Л ь г о в Г.К. Орошение сельскохозяйственных культур в предгорьях центральной части и Северного Кавказа. Нальчик, 1960.
6. Ш р е д е р Р.Р., С а ф о н о в В.Ф., П а р е н ч и к Р.Н. Районирование режимов орошения // Гидротехника и мелиорация. 1966. № 8. С.1-9.

УДК 621.65:626.862.4

З.М. АБДУЛЬНАБИ, А.А. АТАДЖАНОВ, Н.Х. БАЗАРОВ

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ПУСКА ДВИГАТЕЛЯ ДРЕНАЖНОГО НАСОСА

В Узбекистане свыше 600 тыс га орошаемых земель мелиорируется с помощью горизонтального дренажа, что в большинстве районов обеспечивает благоприятное мелиоративное состояние земель. Однако в Хорезмской области и Каракалпакстане эффективность этого способа невысокая, так как покровные отложения и водоносные пласты представлены оплывающими грунтами, а строительство и поддержание водоприемников достаточной глубины (4-5 м) —

сложная задача.

Оплывание берегов коллекторно-дренажной сети затрудняет отток дренажной воды, в этой связи необходимо проведение частых и значительных по объему очистных работ. Строительство открытой коллекторно-дренажной системы и подъездных дорог требует отчуждения больших площадей орошаемых земель. Основным недостатком существующих систем горизонтального дренажа с самотечным водоотводом в том, что они не позволяют регулировать уровень грунтовых вод. Такое регулирование необходимо, так как в различные периоды вегетационного развития растения нуждаются в разных уровнях грунтовых вод.

НИО САНИИРИ предложен насосный водоотвод дренажного стока с помощью мелких регулируемых насосных станций на участках земли, расположенных ниже командных отметок коллекторов. При таком способе первично дрены и собиратели строятся закрытыми. Дренажный сток через закрытые собиратели поступает к сборному колодцу насосной станции и оттуда погружными насосами перекачивается в отводящую лотковую сеть или неглубокие коллекторы. Расчеты показали, что оптимальным является дренажный участок площадью 50–500 га с размещением насосной станции в центре. При этом предполагается, что насосные агрегаты будут работать в автоматическом режиме пуска и отключения в зависимости от уровня воды в накопителе. Благодаря применению мелких регулируемых насосных станций с погружными насосами для водоотвода в систему горизонтального дренажа достигаются:

снижение номинальных затрат за счет уменьшения объема земляных работ, упрощения гидротехнических сооружений и насосных станций;

увеличение коэффициента земельного использования в результате сокращения площадей под коллекторно-дренажной сетью;

изменение величины водоотвода благодаря автоматическим регулируемым насосам, а следовательно, регулирование водно-солевым режимом почв: при использовании дискретного режима работы дренажной насосной установки можно периодически создавать максимальные скорости в дренах, тем самым обеспечивать промывной режим в дренах и собирателях.

В то же время в ряде дренажных насосов, согласно условиям эксплуатации [1], следует осуществить плавный пуск двигателя в течение продолжительного времени, исчисляемого десятками минут. Усложняя усложняются тем, что в начале пуска возможен нестационарный характер момента нагрузки, создаваемый дренажным насосом, и момент сопротивления может измениться с отклонением от известного соотношения

$$M_c = M_{Tr} + K_M W^2, \quad (1)$$

где M_{Tr} — момент трогания;

K_M — коэффициент пропорциональности;

W — угловая скорость.

Величина W , которая обычно составляет 5–30% [2], может включать переменную составляющую, зависящую от угла поворота при трогании, и имеет очень большой диапазон отклонений.

Сложность положения усугубляется тем, что из-за пусковых токов потери в двигателе превышают номинальные в 25–40 раз и более, а отвод тепла от двигателя в начальный период пуска в десятки раз хуже, чем при номинальной скорости.

Таким образом, известные способы управления пуском и регулированием координат этих двигателей [2] не приемлемы для данного случая. К тому же из-за нелинейного характера изменения $M_c = f(W)$ невозможно заблаговременно задавать закон изменения момента двигателя M_d . Так как входными величинами яв-

ляются напряжением питания и частота, они не однозначно определяют момент двигателя [3,4] в системе координат α, β осей

$$M = \frac{3}{2} \frac{X_m}{\delta X_S X_r} (\psi_\beta \psi_{r\alpha} - \psi_{r\beta} \psi_\alpha), \quad (2)$$

где потоки определяются из

$$\begin{aligned} \frac{d\psi_\alpha}{dt} &= U_\alpha - \frac{R_S}{\delta X_S} \psi_\alpha + \frac{X_m R_S}{\delta X_r X_S} \psi_{r\alpha}; \\ \frac{d\psi_\beta}{dt} &= U_\beta - \frac{R_S}{\delta X_S} \psi_\beta + \frac{X_m R_S}{\delta X_S X_r} \psi_{r\beta}; \\ \frac{d\psi_{r\alpha}}{dt} &= \frac{X_m R_r}{\delta X_S X_r} \psi_\alpha - \frac{R_r}{\delta X_r} \psi_{r\alpha} - W_r \psi_{r\beta}; \\ \frac{d\psi_{r\beta}}{dt} &= \frac{X_m R_r}{\delta X_S X_r} \psi_\beta - \frac{R_r}{\delta X_r} \psi_{r\beta} - W_r \psi_{r\alpha} \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь обозначения потокоцеплений $\psi_\beta, \psi_{r\alpha}, \psi_{r\beta}, \psi_\alpha$ активных R_S, R_r и индуктивных X_m, X_S, X_r сопротивлений, напряжений U_α, U_β электромагнитного момента $M_{эм}$, полный коэффициент рассеяния приняты, согласно [4], в относительных единицах и типовыми упрощениями.

Динамика системы включает, кроме (2) и (3), также уравнение движения привода установки в виде

$$\frac{dW_r}{dt} = (M_{эм} - M_c) / J_{пр}, \quad (4)$$

где $J_{пр} = J_{дв} + J_m$ — момент инерции привода, включающий момент инерции ротора двигателя $J_{дв}$ и механизма, совместно с передачей J_m ; M_c — момент нагрузки.

Необходимость исследования динамики привода, таким образом, вытекает из следующих условий:

а) требуется знать характер изменений динамического момента и угловой скорости привода;

б) следует определить динамику совместной работы привода и насоса в условиях возможных отклонений.

Исследовав указанные процессы, в дальнейшем можно изучать управление динамикой агрегата на предмет получения плавного и экономического пуска. Новизна постановки задачи заключается в том, что для указанного сочетания составляющих системы требуется получить оптимальную динамику при минимальных затратах.

Сложность этой задачи, несмотря на принятые упрощения [4], определяется из анализа уравнений (2) – (4), где есть ряд нелинейностей в виде произведения переменных, скорость ротора W_r устанавливается электромагнитными переменными, моментами нагрузки и энергией источника питания, а электромагнитные переменные, в свою очередь, зависят от W_r . Момент нагрузки [1] может включать и другие составляющие [2].

Для исследования динамики асинхронного привода пренебрегли влиянием внутренних параметров источника питания. На базе уравнений (2) – (4) составили алгоритмы решения их на ЦБМ и программу на языке Бейсик. Для проверки правильности выбранных условий (матмодели, шага интегрирования, параметров двигателя и так далее) получены кривые момента двигателя $M_{эм} = f(t)$ и скорости ротора $W = f(t)$ при прямом подключении статорной обмотки в сеть без ограничителей тока и напряжения. Характер и продолжительность процесса, предельные отклонения переменных величин принципиально не отличаются от расчетных экспериментальных результатов других авторов [3,4]. Достаточно большая величина динамического момента обуславливает большое ускорение ротора в пусковом режиме. При этом характерно не только резкое изменение момента по величине, но и переход в тормозной режим двигателя из-за свободной составляющей тока [4], которая может появиться, несмотря на подачу в статор синусоидального

напряжения. Из-за момента скорость ротора растет скачками, ускорение меняет знак.

Для насосной установки такой характер изменения скорости и ускорения отрицательно влияют на надежность, срок службы и плавность пуска агрегата. Из-за высокой частоты этих возмущающих сил они могут быть демпфированы при помощи механических передач. Но если двигатель жестко и непосредственно соединяется с валом рабочего механизма, то этот знакопеременный момент отрицательно влияет на условия работы.

Предположение о том, что при пуске на нагрузку можно сгладить эти колебания момента и скорости (рис.1) не оправдалось. Более того, колебания усилились, число их и величина отклонений переменных возросли. Среднее значение ускорения снизилось, величина перерегулирования скорости и момента на завершенной стадии пуска уменьшилась. Мало что изменилось в характере переходного процесса при пуске двигателя с нагрузкой в виде насоса (рис.2). Момент нагрузки M_c включает три составляющих, постоянную M_0 , переменные, пропорциональные квадрату и кубу скорости вращения.

Таким образом, прямой пуск насосного агрегата сопровождается не только большими токами, но и значительными моментами и ускорениями, рывками скорости. Все это отрицательно влияет на электросеть, автономный источник и насосный агрегат. В условиях, когда требуется защита от осыпания колодца, пескования воды, все указанные обстоятельства влияют отрицательно, одновременно снижая динамическую надежность элементов электромеханической системы насосного агрегата. Следовательно, необходимо ввести автоматическое регулирование электроприводом, который со снятием указанных отрицательных явлений системы, одновременно решает задачу энергетической оптимизации агрегата. Благодаря

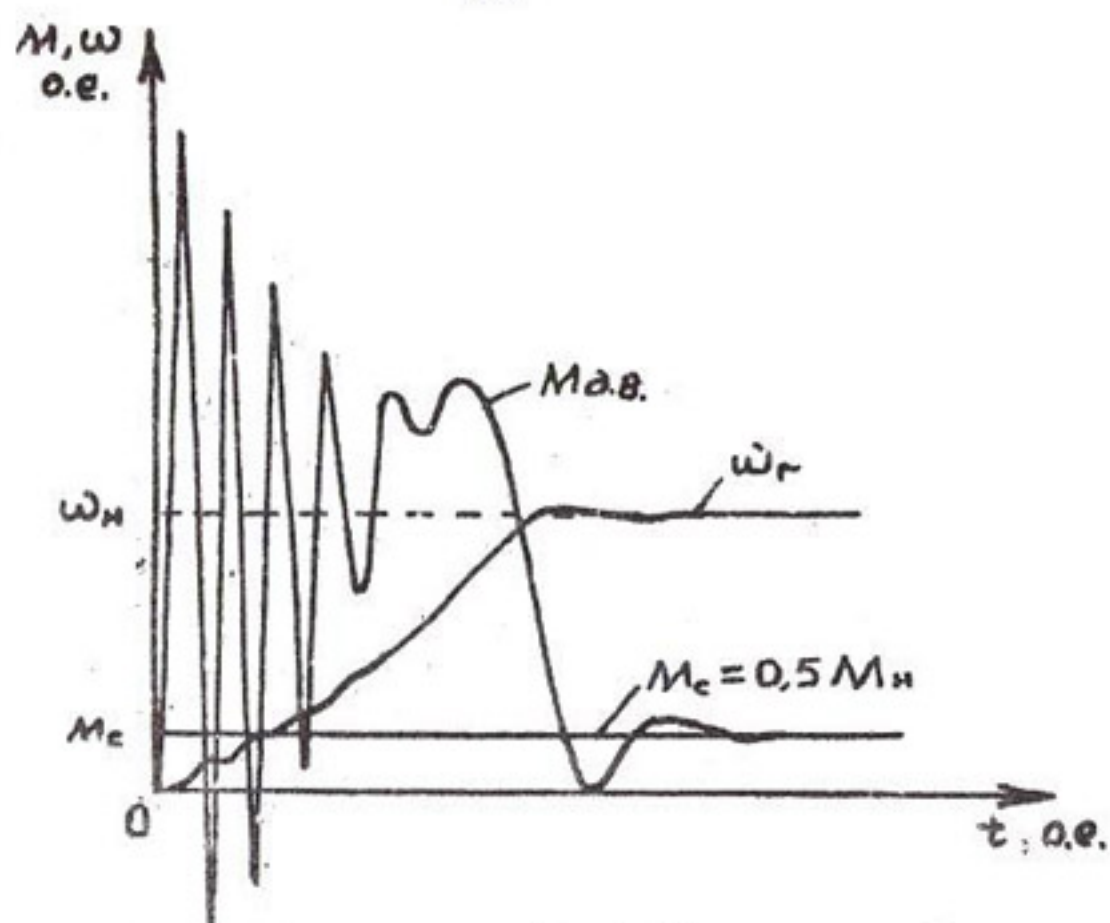


Рис.1. Пусковые характеристики электродвигателя без нагрузки.

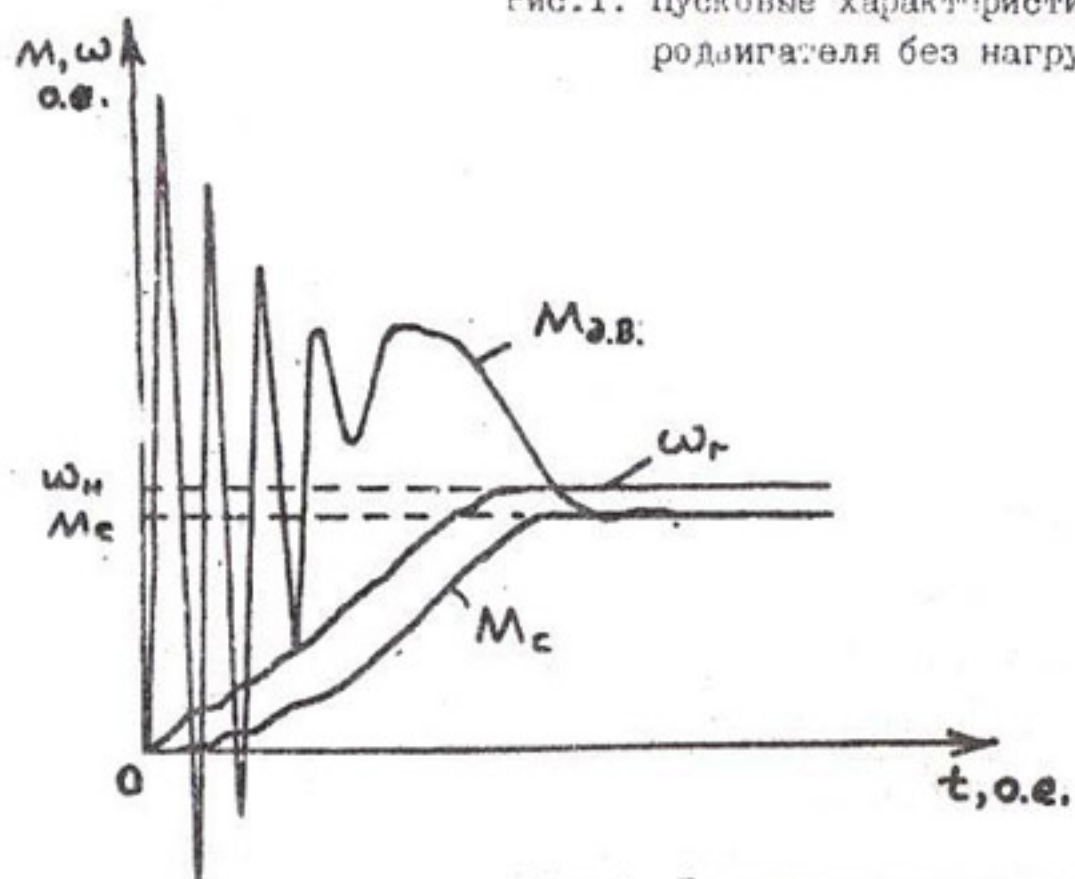


Рис.2. Пусковые характеристики электродвигателя с нагрузкой.

такому комплексному решению всех проблем пуска можно снизить установленную мощность автономного источника энергии в 2 раза и более. Возможность такого решения проблемы обосновывают кривые $M_{эм}$, M_c и W .

Список использованной литературы

1. Белоусов А.Я. Влияние способов пуска в работу погружных электронасосов на пескование скважин вертикального дренажа // Тр. СНИИРИ. Вып. 135. Новая техника. 1972. С. 141-151.
2. Онищук Г.Б., Юнков М.Г. Электропривод турбомеханизмов. М.: Энергия, 1972.
3. Ключев В.И. Теория электропривода. М.: Энергоатомиздат, 1985.
4. Синайлов Г.А., Лоос А.В. Математическое моделирование электрических машин. М.: Высшая школа, 1980.

УДК 631.587:631.67.036.4

И.Х. АБДУЛЛАЕВ

ОСНОВЫ РАЙОНИРОВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СКВАЖИН ДВОЙНОГО ДЕЙСТВИЯ

В условиях экологического кризиса, в котором находится Центрально-Азиатский регион, решение проблем, связанных с развитием орошаемого земледелия, должно исходить из необходимости восстановления баланса с окружающей средой. Многолетняя практика использования "бессточной" технологии в орошаемом земледелии в различных частях Республики Узбекистан и изучение мирового опыта позволили разработать методические основы районирования орошаемых земель по "бессточной" технологии.

Термин "бессточная" технология возник в начале 80-х годов, под ним понимают систему орошения, где оросительная вода расходуется на испарение. Все остальные потери – транспортировка, полив сельскохозяйственных культур – вновь возвращаются на поле и используются повторно. Причем воздействие на оросительную воду является активным, а не пассивным, т.е. управление процессом расходования этой воды и максимализация ее продуктивности на полях.

Внедрение данной технологии в практику требует высоко развитой системы земледелия, водо-, почвенно- и ресурсосберегающих мероприятий, которые проводятся с учетом сложившейся природно-хозяйственной обстановки и обустройства территории.

Направленность этих мероприятий, может быть обусловлена следующими задачами:

1. Водосбережение и максимизация продуктивности использования воды;
2. Почвосбережение – повышение плодородия земель, а следовательно, отдачи каждого гектара земли;
3. Экологичность – не стремление к максимизации получаемых урожаев, а создание сбалансированных, стабильных агроэкосистем, характеризующихся отсутствием "давления" на другие окружающие ее среды: реки, озера и т.п., вместе с тем продуктивным использованием всех видов природных ресурсов.

Таким образом, водные ресурсы, вовлеченные в хозяйственный оборот агроэкосистем, должны либо быть доставлены с помощью передовой техники полива, либо все потери могут быть возвращены в систему [1].

Научные основы "бессточной" технологии разработаны С.И. Мирзаяевым, А.Х. Каримовым [2], предложены методика и способы ее внедрения, прогнозирование минерализации возвратных вод, при

их использовании по месту формирования. Иригационные системы в зависимости от природно-водохозяйственных условий могут быть разделены на две группы: 1) потери из которых полностью возвращаются в виде КДС, не осложняют выполнение сельскохозяйственных и мелиоративных мероприятий; 2) потери из которых сильно ухудшают экологическую обстановку, подтапливают территории, вызывая заболачивание и засоление почвы, снижают эффективность мелиоративных мероприятий, способствуют увеличению непродуктивного расходования воды на испарение и сток.

Технология перехода к "бессточной" системе использования водных ресурсов может быть различной. Исходя из гидрогеолого-мелиоративных, водохозяйственных условий самым перспективным, малозатратным и устойчивым является применение скважин двойного действия для откачиваемых вод на орошение по месту их формирования.

Многолетний опыт применения скважин двойного действия в условиях Ферганской долины, Голодной степи, а также изучение возможности их использования в Бухарском оазисе и Кашкадарьинской степи позволили разработать принципы районирования территории орошаемых земель. Они составлены на основе методологии Таксонометрической схемы районирования для оценки и картирования региональных запасов подземных вод, разработанных С.Ш. Мирзаевым [3]. При этом было учтено три основных условия: применение скважин двойного действия с точки зрения природных условий (литология, геоморфология и т.п.), с также водохозяйственной и мелиоративной обстановки орошаемых земель, использование иригационно-грунтовых вод по качественным показателям (минерализация, SAR и др.).

Для оценки пригодности орошаемых земель с геоморфологической и мелиоративной точек зрения нами принята схема райони-

рования, в которой гидромелиоративная система разделена на три зоны по применению скважин двойного действия:

очень благоприятная;

благоприятная; территории, где неприменимы скважины двойного действия;

неблагоприятная.

На основе вышеприведенной классификации выполнены следующие работы:

1. Мелкомасштабное районирование (М 1:500 000) территории Республики Узбекистан по применению скважин двойного действия. Определены перспективы их использования. Составлена карта с оценкой перспективных площадей и ресурсов подземных вод, которые могут быть извлечены с помощью скважин двойного действия. Рассчитан коэффициент смешивания ирригационно-грунтовых и поверхностных вод, подаваемых на орошение.

При мелкомасштабном районировании выделили следующие таксонометрические единицы.

Гидрогеологические районы – территории с целостным гидрогеологическим процессом.

Гидрогеологический участок – общность областей питания, движения и расходования подземных вод.

Подучасток – земли, на которых по геофильтрационным условиям применимы скважины двойного действия.

Расчетные площади – эксплуатационные участки, где оценивается эффективность применения скважин двойного действия на основе фильтрационных параметров грунтов и степеней смешения ирригационно-грунтовых и поверхностных вод.

2. Среднемасштабное (М 1:100 000, или 1:200 000) районирование для отдельных водохозяйственных районов (Бухарский оазис и Каршинская степь). Определены площади, на которых применимы скважины двойного действия. Оценены эксплуатационные ресурсы

подземных вод, степень смещения откачиваемых и поверхностных вод на каждом участке.

На среднemaштабной карте выделены следующие таксонометрические единицы.

Подрайон, характеризуется идентичными условиями формирования, залегания и расходования подземных вод.

Гидрогеологический участок с общностью формирования грунтовых вод.

Подучасток – территория, где по фильтрационным условиям применимы скважины двойного действия.

Расчетная площадь – эффективность применения скважин двойного действия.

По каждой расчетной площади приведены данные: площадь участка; степень смещения ирригационно-грунтовых и поверхностных вод.

Ниже приводятся результаты районирования территории Бухарского оазиса по применению скважин двойного действия.

Для более детальной информации о каждом природно-водохозяйственном районе по выполненным работам в Бухарском оазисе определены коэффициент смешивания ирригационно-грунтовых и поверхностных вод с учетом геоморфологических, мелиоративных и водохозяйственных условий, возможный объем этих вод, пригодных к использованию, по месту формирования и распределения орошаемых земель по выше приведенной классификации.

Отметим, что 60% (170 тыс га) орошаемых земель относятся к благоприятным территориям для применения скважин двойного действия. Внедрение данной технологии обеспечит более продуктивное использование оросительной воды, позволит утилизировать значительный объем КДВ внутри системы. В настоящее время они являются источником экологического неблагополучия в средней части Амударьи.

Изучение условий формирования и качества ирригационно-грунтовых вод в пределах Бухарского оазиса показали, что до 80% этих вод могут быть использованы совместно с поверхностными для орошения сельскохозяйственных культур, что позволит сократить водозабор из Амударьи на 600 млн м³.

Научные работы по данному направлению продолжаются. Существует ряд проблем, решение которых требует дополнительных исследований по влиянию применения скважин двойного действия на качественное состояние водных ресурсов; использованию подземных емкостей для управления количеством ирригационно-грунтовых вод; проведению крупномасштабного районирования (М 1:50 000). Кроме того, необходимо определить водно-солевой баланс, коэффициенты фильтрационные параметры грунтов и засоленности почв.

Список использованной литературы

1. Мирзаев С.Ш. Рационализация использования воды для орошения на основе бессточной технологии водопользования. Ташкент:ТИИМСХ, 1990. 38с.
2. Мирзаев С.Ш., Каримов А.Х. Основы совместного использования подземных и поверхностных вод на орошение. Ташкент:Фан, 1989. 101с.
3. Мирзаев С.Ш. Запасы подземных вод Узбекистана. Ташкент:Фан, 1974. 221с.
4. Самойленко В., Якубова Р., Кахарова А. Охрана подземных вод. Ташкент: Мехнат, 1987. 188с.

ВЫБОР РАЗМЕРОВ РИСОВОГО ЧЕКА И ДОПУСТИМЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ЕГО ПОВЕРХНОСТИ

Главный элемент рисового поля — чек. Земляные валики, ограждающие чеки, по контуру являются препятствиями, ограничивающими свободную работу сельскохозяйственных машин. В связи с этим чек по возможности должен быть больших размеров, что требует точной планировки поверхности, которая зависит от допустимых минимума и максимума слоя затопления риса в процессе вегетации. В зависимости от рельефа местности увеличение площади чека часто приводит к выполнению повышенных объемов земляных работ, что в конечном итоге обуславливает пятнистое снижение плодородия почв. Поэтому необходимо правильно определить оптимальные размеры чека в зависимости от конкретного рельефа и наиболее приемлемых и рекомендуемых слоев затопления риса, допустимых отклонений поверхности (поля) при минимальных трудовых, энергетических и финансовых затратах (удельные приведенные затраты) [1].

Для этого производится разбивка по контуру чека сеткой квадратов размером 20х20 м таким образом, чтобы одна из двух сторон ее проходила по направлению горизонталей или близкому к ним. Контур разбивки закрепляется кольшками-сторожками.

По вершинам квадратов проводится нивелирование. Вершины, располагающиеся по контуру, нивелируются у кольшков-сторожек, а внутри сетки — по пересечениям взаимно перпендикулярных створов, определяемых посредством вышек, выставляемых у кольшков-сторожек, находящихся по контуру чека.

Нивелирование следует проводить с одной стоянки из центра чека. При этом все записи ведутся в отчетах по рейке с округло-

нием по сантиметра без вычисления горизонта инструмента в абсолютных и относительных отметках.

Положение "нулевой" проектной плоскости планировки вычисляется путем составления баланса земельных масс по всему чеку с учетом проектируемых на нем насыпей дорог, дамб и выемок открытых каналов [2].

Рациональные геометрические размеры (длина и ширина) чека определяются с учетом рельефа местности. Оптимальная ширина вычисляется исходя из поперечного уклона рельефа местности $i \leq 0,01$ и перепада высот ($\Delta h \leq 1$ м) соседних террас по формуле

$$B \leq (h_1 - h_2) / i, \quad (1)$$

где B — ширина чека не должна быть меньше 50 м;

$h_1 - h_2 = \Delta h \leq 1$ м — величина перепада высот.

Рациональная длина чека вычисляется исходя из разумной площади его $F = 3-5$ га по формуле

$$L = F / B. \quad (2)$$

Допустимое отклонение поверхности чека определяется исходя из допустимых отклонений слоя воды затопления риса, от которого зависит его урожайность. Согласно рекомендациям М.В. Бородин [3] (Влияние планированного и непланированного рельефа на развитие и урожай риса), коэффициент урожайности риса в зависимости от глубины затопления приводится в таблице.

С учетом данных таблицы по приемлемой величине урожая риса от 100 до 90% от предельно достигаемого принимается соответствующее допустимое колебание слоя воды затопления риса от 6 до 25 см. На основании этого определяется допустимое отклонение поверхности чека, которое не должно превышать горизонтальное при планировке.

Коэффициент урожайности риса в зависимости от
глубины затопления. Кубанская оросительная
система (по М.В. Бородину)

Глубина затопления, см	Коэффициент урожайности	Глубина затопления, см	Коэффициент урожайности
0 - 5	0,66	21 - 25	0,90
6 - 10	0,97	26 - 30	0,75
11 - 15	1,00	31 - 35	0,53
16 - 20	0,91	36 - 40	0,26
		> 40	0,00

$$\Delta h_z = \Delta h_b \frac{b}{B}, \quad (3)$$

- где Δh_z — величина допустимого отклонения поверхности чека от горизонтальной при планировке;
 Δh_b — величина допустимого колебания слоя воды затопления риса;
 b — расстояние между горизонталями, по которым выполняется нивелировка поверхности чека после планировки;
 B — ширина чека.

В обобщенном виде зависимость от принятой величины урожая (К) и соответствующего ему интервала слоя затопления вычисляется допустимое отклонение поверхности чека при планировке (рисунки), средний горизонт затопления определяется по формуле

$$h_{cp} = (h_1 + h_2) / 2, \quad (4)$$

где h_1, h_2 — глубины затопления риса на границах интервалов.

Затем по отношению к среднему горизонту затопления определяется величина допустимого отклонения поверхности, которая

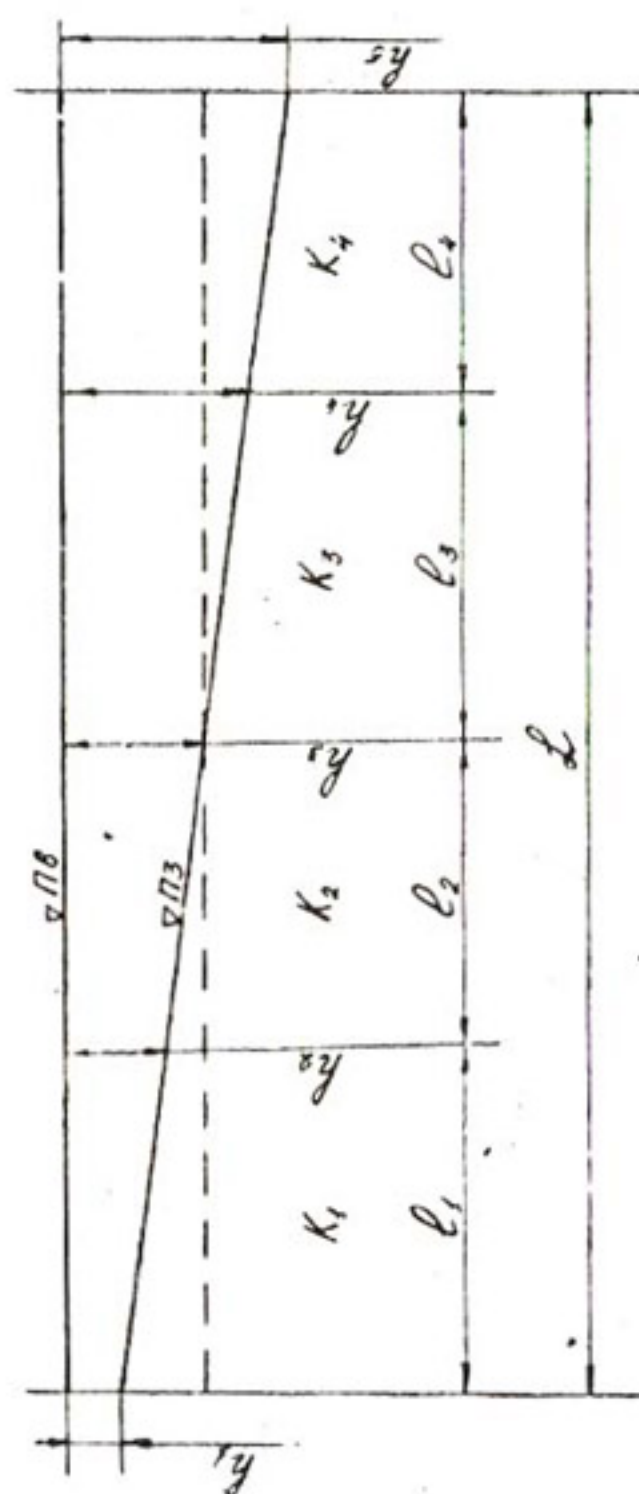


Схема для расчета допускаемых отклонений поверхности поля при планировке в зависимости от глубины затопления.

подлежит планировке,

$$\delta_i = h_{cp} - h_i, \quad (5)$$

где $h_i \div h_i$ - интервал, который принят по величине урожайности.

Список использованной литературы

1. К о н о х о в а В.П. Учебная книга рисовода. М.:ВО Агропромиздат, 1990.
2. Г а д ж и е в Т.М. Технология планировки орошаемых земель. М.:Колос, 1981.
3. З а й ц е в В.Б. Рисовая оросительная система. М.:Колос, 1975.

УДК 626.862.4

О.М. МУРАДОВА

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВАКУУМИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМ ЗАКРЫТОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА С ИСКУССТВЕННЫМИ ЗФМ

В повышении урожайности сельскохозяйственных культур важную роль играет мелиоративное состояние орошаемых земель. Одной из главных задач мелиорации является борьба с засолением почв, осуществляемая с помощью промывок на фоне дренажа.

В настоящее время наиболее распространена конструкция горизонтального дренажа из полиэтиленовых гофрированных труб с различными защитно-фильтрующими материалами (ЗФМ). В связи с этим все большее значение приобретают совершенствование конструкций закрытого горизонтального дренажа с ЗФМ, повышение эффективности его работы.

Один из наиболее перспективных методов повышения водозах-

ватной способности дренажа – гидродинамическое вакуумирование дрен. Такой способ позволяет не только увеличить отвод дренажных вод, но и обеспечить регулирование водно-солевого режима почвогрунтов зон аэрации и верхнего слоя грунтовых вод.

Вакуумирование дренажа может быть осуществлено в основном тремя технологическими способами:

откачкой воздуха из изолированных от атмосферы дрен или вертикальных скважин;

использованием энергии струи воды, нагнетаемой через эжектор;

устройством сифона в устье дрены.

Несколько конструкций сифона разработаны В.А. Калантаевым и Б.М. Дегтяревым. Однако они испытывались на дренажных трубах с объемным фильтром. При вакуумировании дренажных труб с фильтром из искусственного полотна исчезает опасность нарушения механической устойчивости дренируемого грунта около фильтра дрены.

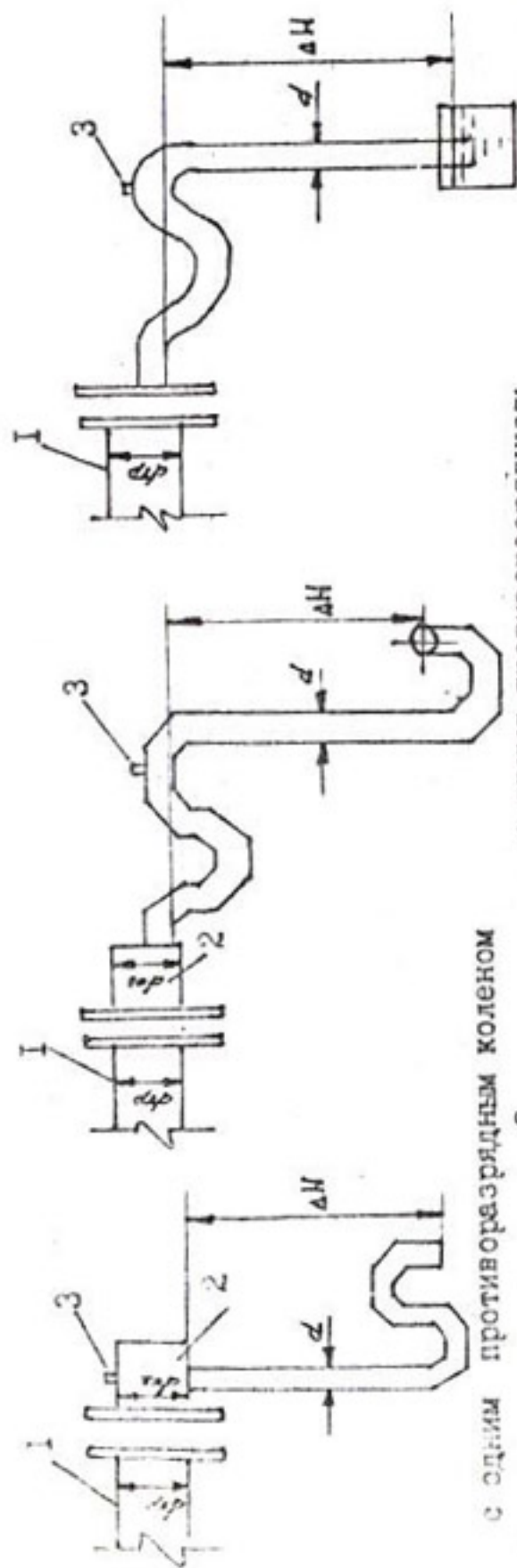
В институте "Узгипроводхоз" в течение 5 лет проводились исследования метода вакуумирования горизонтальных дрен в лабораторных и полевых условиях. В лаборатории испытания проводились на специально оборудованных грунтовых лотках. Образцы дренажных труб с ЗФМ укладывались в различные категории грунтов, устья их оборудовались сифонами различных конструкций. Всего изучено около 140 вариантов изменения параметров и конфигурации сифонов. В результате определено, что водозахватная способность образцов дренажных труб при создании в их полости гидродинамического вакуума увеличивается в среднем в 2–3 раза. Причем увеличение тем больше, чем больше величина перепада между отметками горизонта воды в дрене и устьем сифона.

Так, при укладке образца дренажной трубы в среднезернистый песок при свободном истечении величина дренажного стока соста-

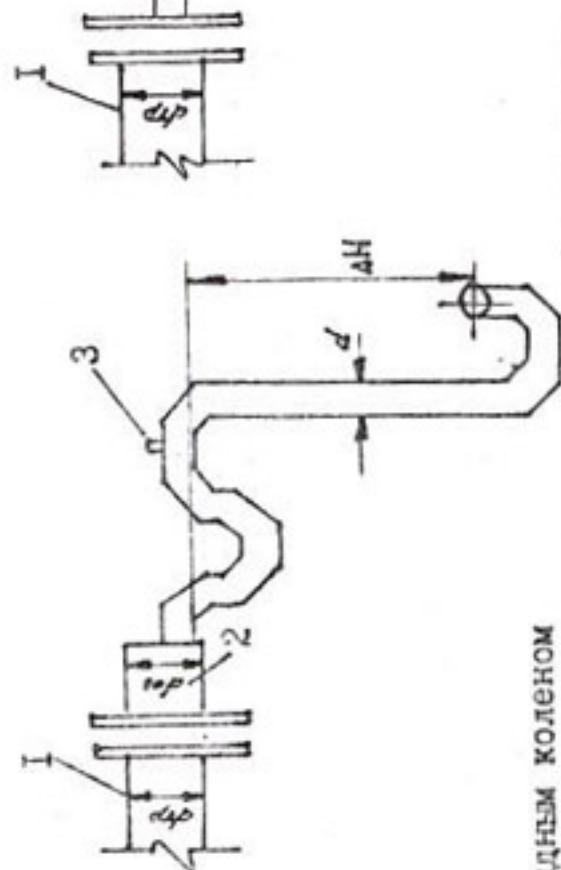
вила $23 \text{ см}^3/\text{с}$. После установки сифона диаметром 12 мм с нижним противоразрядным коленом дренажный сток увеличился до 70; 56; 50,4; 40,4 $\text{см}^3/\text{с}$ при величине перепада 830; 750; 690; 670 мм соответственно. Показания вакууметров соответствуют величине перепада. Проведена серия опытов по определению влияния нижнего противоразрядного колена на работу образца в режиме гидродинамического вакуума, искусственных срывов на режим вакуумирования, самозарядку сифона, а также осуществлен демонтаж сифона с сохранением вакуума в полости образца трубы. Способы укладки образцов дрен (в просушенный грунт, влажный или мокрый) практически не влияют на эффективность вакуумирования. Устройство противоразрядных колен благоприятно влияет на режим вакуумирования — облегчает автоматическую зарядку системы, не допускает полного срыва вакуума. Наиболее оптимальный вариант — устройство верхнего и нижнего противоразрядных колен.

В полевых условиях исследования проводились на опытно-производственных участках, расположенных в Пахтакорском районе Джизакской области на существующих дренажных системах. Устья выбранных опытных дрен оборудовались сифонами различных конструкций (рис. I). В соответствии с методикой исследований на опытных участках регулярно проводились наблюдения за уровнем грунтовых вод по оборудованным пьезометрическим створам и устьевыми расходами опытных дрен.

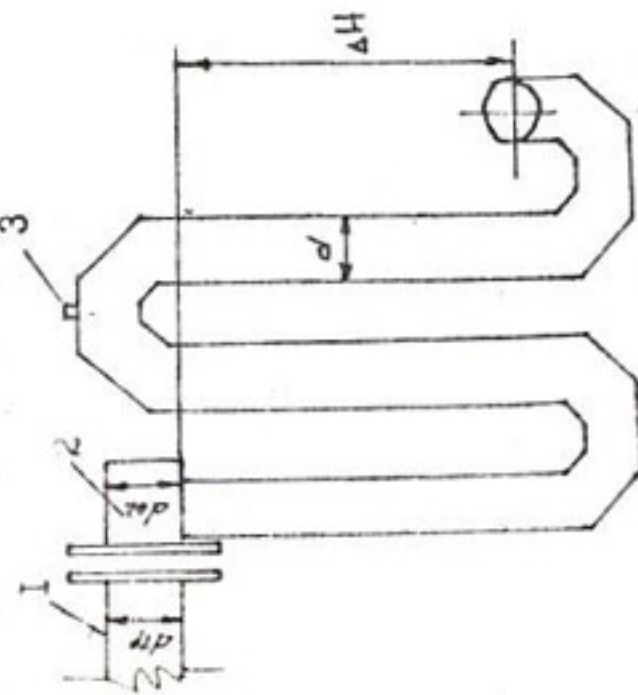
В результате опытов установлено, что наибольший эффект, то есть способность при одинаковых действующих напорах отводить большее количество воды, обеспечивает вакуумирование дренажа путем оборудования устьевой части гидровакуумным сифоном. Достоинством метода вакуумирования является достижение наибольшего эффекта при "пиковых" нагрузках на закрытый горизонтальный дренаж, т.е. при вегетационных и промывных поливах. При этом устьевая



с одним противозаградным коленом



с двумя противозаградными коленами



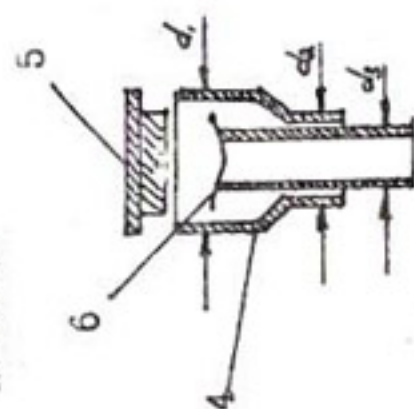
с двумя противозаградными коленами

с истечением под уровень и
верхним противозаградным коленом

Рис. 1. Рекомендуемые конструкции
вакуумных сифонов и обратного клапана:

1- устье дрены; 2- оголовок;

3- штуцер для установки обрат-
ного клапана; 4- корпус обратного
клапана; 5- крышка; 6- мембрана
клапана.



д) обратный клапан

расходы на опытно-производственных участках увеличились в 1,5-2,0 раза по сравнению с традиционной конструкцией.

Так, опытная дрена Д-72а периодически работала в режиме гидродинамического вакуума. Автоматическая зарядка системы происходила при поднятии УТВ. Значение вакуума по показаниям вакуумметра, установленного в верхнем колене сифона, составило $7,5 \times 10^{-3}$ МПа. Разряжение в полости трубы по показаниям вакуумметра, установленного на оголовке, равнялось $4,5 \cdot 10^{-3} + 5,0 \cdot 10^{-3}$ МПа. Наибольший устьевой расход 3,0 л/с отмечен при работе в режиме гидродинамического вакуума. В аналогичных условиях при работе в обычном режиме (демонтаж сифона) составил 1,57 л/с.

Такая же картина наблюдалась при исследовании опытной дрена Д-9а. Максимальный устьевой расход 1,58 л/с отмечен при работе в режиме гидродинамического вакуума, в обычном режиме - 0,775 л/с.

Общепринятый критерий оценки водоприемной способности закрытого горизонтального дренажа - взаимосвязь действующего на дрена гидравлического напора и отвода дренажных вод с единицы обслуживаемой площади, т.е. зависимость $q = f(h)$. Зависимости для опытных дрена Д-9а и Д-72а приведены на рис.2, 3. Так как указанные дрена периодически работали в режиме гидродинамического вакуума, то зависимость $q = f(h)$ представлена в виде двух "ветвей", нижняя из которых характеризует безвакуумный режим работы, а верхняя - работу в режиме гидродинамического вакуума.

Основным условием успешного применения вакуумных сифонов является полная изоляция вакуумной системы от атмосферы, которая предусматривает герметизацию начального колодца, оттока устьевого сооружения и дренажной трубы.

Наибольшая эффективность работы дренажной системы сифонно-вакуумного действия достигается при УТВ выше верха дренажной

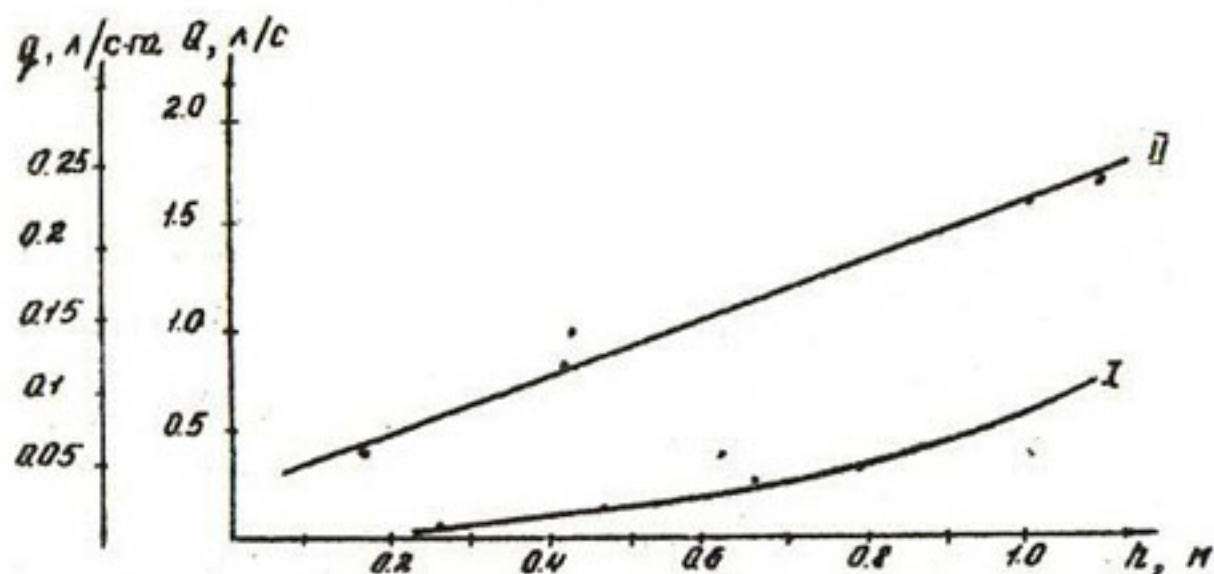


Рис.2. Зависимость устьевых расхода и удельного дренажного стока от действующего напора для дрены Д-9а на опытном участке; I-безвакуумный режим работы; II-работа в режиме гидродинамического вакуума.

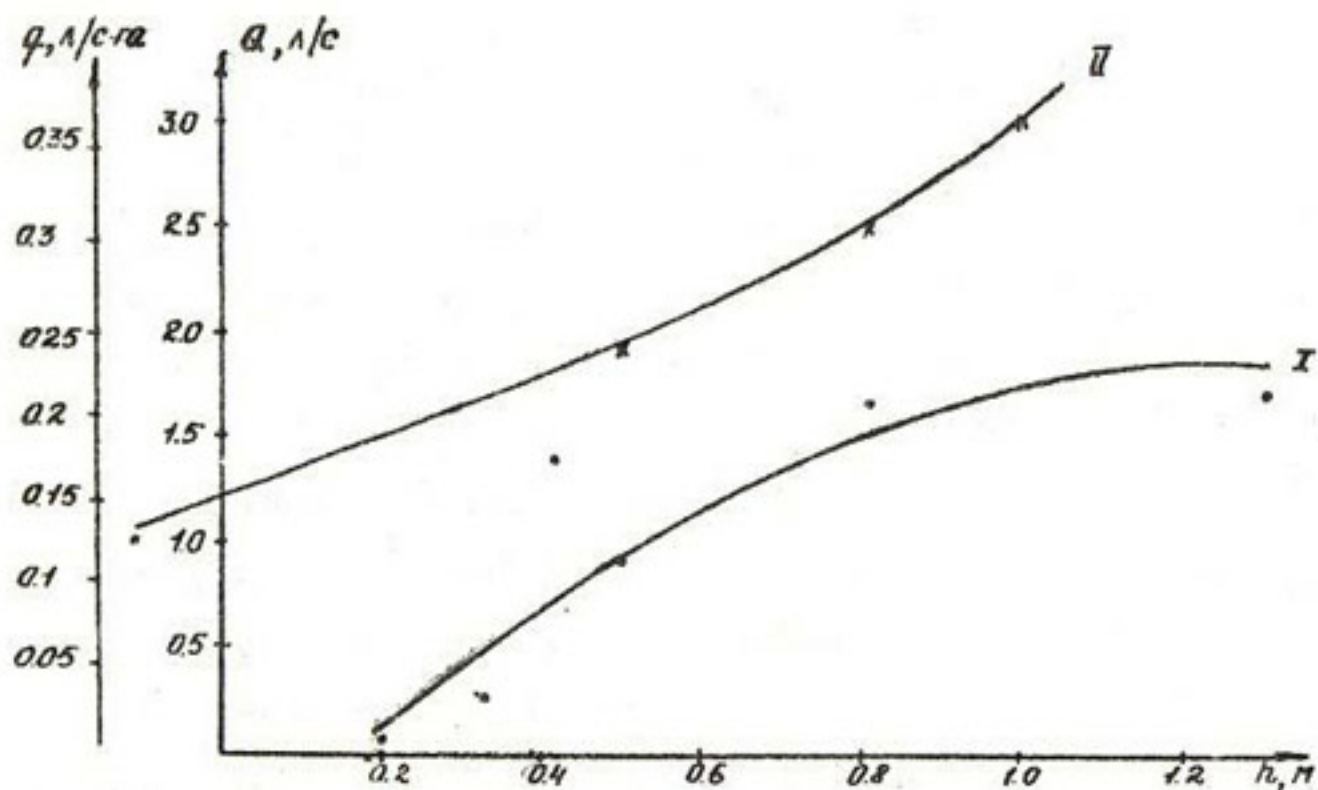


Рис.3. Зависимость устьевых расхода и удельного дренажного стока от действующего напора для дрены Д-72а на опытном участке; I-безвакуумный режим работы; II-работа в режиме гидродинамического вакуума.

трубы, т.е. дрена затоплен. В этом случае система работает в установившемся режиме. При снижении УГВ ниже верха дренажной трубы имеет место неустановившийся режим работы, вплоть до полного срыва вакуума.

Применение метода вакуумирования дает возможность регулировать положение УГВ в привязке к режиму орошения и капитальным промывкам на площадях с высоким коэффициентом фильтрации или при близком залегании высокопроницаемого пласта, что способствует более рациональному использованию поливной и промывной воды.

Предлагаемые конструкции вакуумных сифонов (см.рис. I) выгодно отличаются от разработанных ранее простотой и надежностью, а также тем, что создание вакуума можно обеспечить на действующих системах закрытого горизонтального дренажа, а не только на специально для этой цели построенных системах. Такие параметры, как диаметр, величина перепада должны подбираться индивидуально для каждой конкретной системы, исходя из условий работы дренажа (поливной и промывной режим, фильтрационные свойства грунтов, вид сельскохозяйственной культуры и т.п.), минимально и максимально возможных расходов дрен и обеспечения автоматической зарядки сифона.

Значение вакуума, создаваемого в полости дренажной трубы, зависит от величины перепада ΔH (см.рис. I) и составляет приблизительно $(0,7+0,8) \Delta H$. Чем больше перепад ΔH , тем больше эффект вакуумирования и, следовательно, тем выше значение дренажного стока.

Для сохранения вакуума, облегчения автоматической зарядки и недопущения срыва вакуумного режима при скоплении большого количества воздуха, вынесенного потоком из полости дренажной трубы, рекомендуется применение обратного клапана (см.рис. I),

который устанавливается в верхней точке сифона.

Метод вакуумирования может быть реализован не на "традиционной" конструкции закрытой дренажной системы, а на системе безуклонного закрытого дренажа. Исследование и обоснование такой технически более совершенной системы требуют проведения дополнительных работ на специально построенных и оборудованных опытных участках.

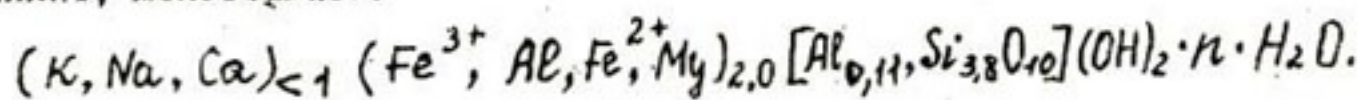
УДК 628.16.081

С.А. МАМАТОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНОГО МИНЕРАЛА-СЕЛАДОНИТА КАК СОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД

В последние годы все актуальней становится проблема улучшения экологической обстановки при широком использовании в природоохранных мероприятиях дешевых и доступных материалов, способных поглощать из сточной и питьевой воды загрязнения. К их числу относятся прежде всего природные сорбенты — минералы и породы с уникальными адсорбционными, ионообменными и каталитическими свойствами. Наибольший интерес представляют цеолиты, опалкристабаллитовые породы (опоки, трепелы, диатомиты), бентонитовые и палигорскитовые глины, глаукониты, вермикулиты и перлиты.

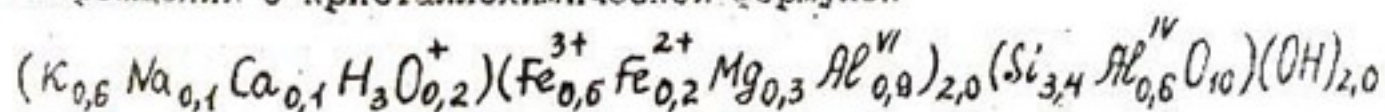
Одним из малоизученных и перспективных природно-минеральных сорбентов считаются селадониты, группы гидрослюд (глауконит, иллит, монотермит):



Селадонит сходен с глауконитом, но встречается в иных условиях, является железистым членом группы глауконита. Представляет собой скрытокристаллическую, глиноподобную массу, жирную на ощупь, име-

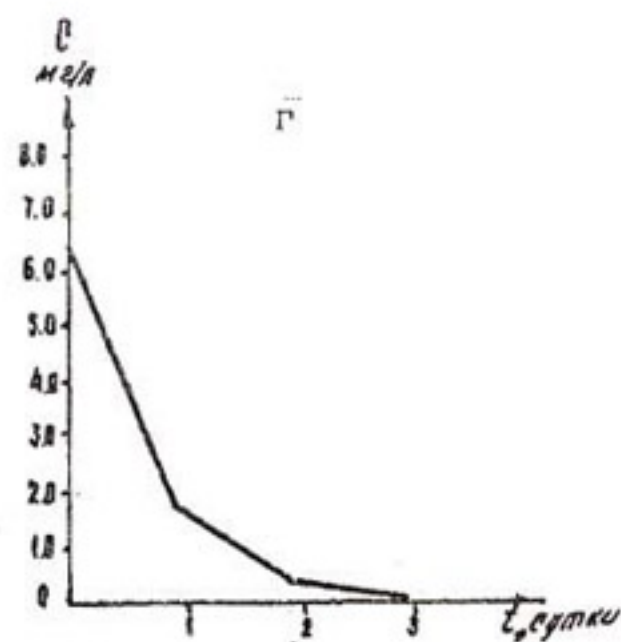
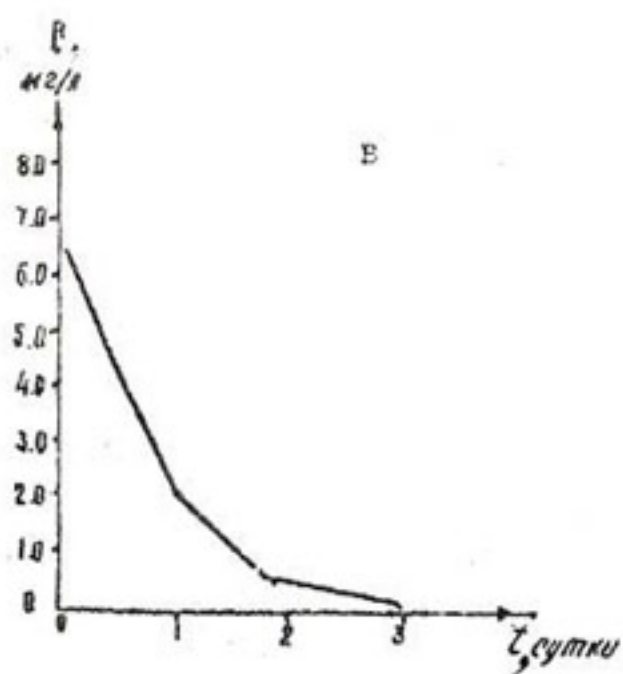
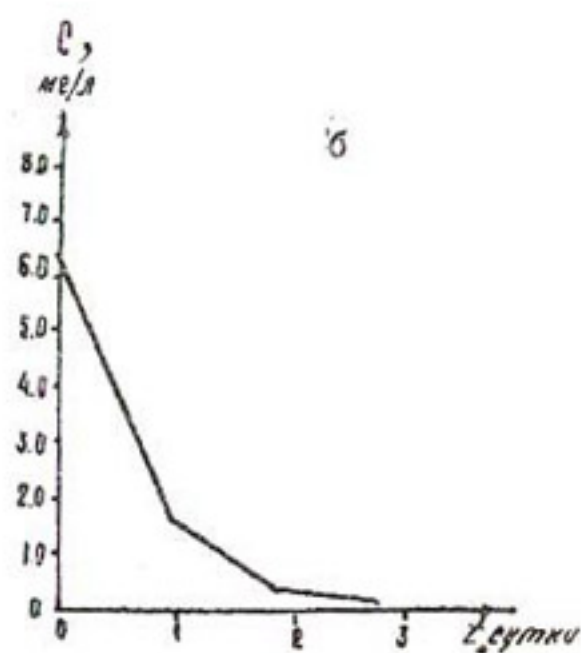
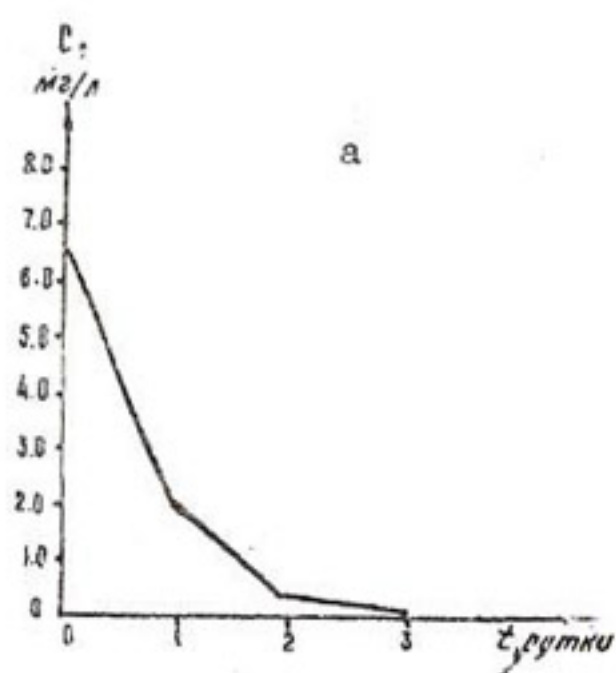
ет удлиненно-пластинчатую форму длиной 0,004 мм. Месторождения и проявления на территории Республики Узбекистан обнаружены в Срединном Тянь-Шане (Каражантау, Гушсой, Дукент, Аксагата, Касансай, Кучар и др.) и юго-западных отрогах Гиссара (поры выветривания вулканитов основного состава) [1].

В настоящей работе мы использовали селадонит Кучарского месторождения с кристаллохимической формулой



Цель наших исследований – определение возможности сорбции загрязнителей селадонитом из водных растворов на примере иона аммония (NH_4^+). В лабораторных опытах использовали руду с 30%-ным содержанием селадонита. Опыты проводились в статических условиях, т.е. твердая (сорбент) и жидкая (вода) находились в неподвижном состоянии. Кинетику адсорбции определяли зависимостью $C = f(t)$, где C – остаточная концентрация NH_4 через определенное время (t), мг/л; t – предположительность контакта (опыта).

Измельченный в ступке и разделенный на фракции ($d < 0,2$ мм, $0,2 < d < 0,7$; $0,7 < d < 2,0$ мм) грунт тщательно отмывали и сушили до воздушно-сухого состояния и помещали (200 г) в химическую колбу с притертой пробкой, заливали 1 л воды, содержащей ион аммония в исходной концентрации $C_0 = 6,6$ мг/л. Содержимое колб тщательно перемешивалось и оставлялось в состоянии покоя на сутки для достижения адсорбционного равновесия. На следующие сутки из раствора и контрольной воды отбирали пробы. Этот процесс продолжался ежедневно до исчезновения иона аммония в пробе. Результаты опытов приведены в таблице.



Изменение содержания иона аммония NH_4^+ в растворе с селадонитом.

Фракции: а — $d < 0,2 \text{ мм}$;

б — $0,2 < d < 0,7 \text{ мм}$;

в — $0,7 < d < 2,0 \text{ мм}$;

г — смешанная фракция.

Изменение содержание иона аммония (NH_4^+) в растворе в зависимости от продолжительности контакта

Фракция минерала	Исходная вода, мг/л	С у т к и			
		1	2	3	
$d < 0,2$	6,6	$\frac{4,2}{36,4}$	$\frac{0,025}{99,6}$	$\frac{0}{100}$	
$0,2 < d < 0,7$	6,6	$\frac{4,4}{33,3}$	$\frac{0,14}{97,9}$	$\frac{0}{100}$	
$0,7 < d < 2,0$	6,6	$\frac{4,1}{37,9}$	$\frac{0,028}{99,6}$	$\frac{0}{100}$	
Смешанная фракция	6,6	$\frac{3,5}{47,0}$	$\frac{0,025}{99,6}$	$\frac{0}{100}$	

Примечание. В числителе – мг/л, в знаменателе – % очистки.

Полученные данные показывают, что все образцы успешно способствуют удалению иона аммония из водных растворов. Так, если после первых суток контакта сорбента с водой содержание иона аммония снижалось на 33–47%, то после двух суток – на 97,9 – 99,6%. Эти данные показывают, что селадонит очень эффективно удаляет ион аммония из водных растворов. Поэтому его можно использовать в качестве фильтросорбирующего материала для удаления различных загрязнений из природных и сточных вод.

На основе математической обработки экспериментальных данных получены зависимости изменения содержания NH_4^+ в водных растворах для каждой фракции отдельно, т.е. изменение содержания NH_4^+ по времени происходит экспоненциально. (рисунок):

для фракции $d < 0,2$ мм – $y = 8,13 \exp [(-1,5096293)x]$ ($R=0,9$)

для фракции $0,2 < d < 0,7$ мм – $y = 8,28 \exp [(-1,5142813)x]$ ($R=0,89$)

для фракции $0,7 < d < 2,0$ мм – $y = 8,05 \exp [(-1,507219)x]$ ($R=0,9$)

для смешанных фракций $y = 7,55 \exp [(-1,4913972)x]$ ($R=0,9$).

Список использованной литературы

1. Д о у п о в Р.Г. Селадониты и их минерально-сырьевые ресурсы (РУз) // Узб.геол.журн. 1993. № 2. С.42-50.
2. Минералы Узбекистана. Т.III. Ташкент: Фан, 1976.
3. Н о в и к о в Ю.В. и др. Методы исследования качества воды водоёмов. М.: Медицина, 1990. С.400.

СОДЕРЖАНИЕ

О.Н.Тихонова. Потери напора по длине каналов в земляных руслах	3
Е.М.Рощенко. Информационное обеспечение экономико-математической модели оптимизации посевов сельскохозяйственных культур. Основные технико-экономические показатели	7
Л.Р.Абдурауфов. Современное состояние эксплуатации Чартакского ослеводохранилища	20
И.С. Авакян. Возможные реформирования в организационной структуре водохозяйственных организаций в связи с заменой государственных водопользователей негосударственными	27
Т.А.Дермоян. Выбор категорий водных объектов при нормировании качества поверхностных вод	32
И.С.Авакян, Е.М.Рощенко. Экономико-математическая модель оптимизации посевов сельскохозяйственных культур на возделываемых землях Республики Узбекистан	38
Аль Али Фисал. Расчет нормального режима синхронных электродвигателей насосной станции при совместной их работе с питающей электрической сетью	47
Т.А.Дермоян. Определение требований, предъявляемых к качеству вод при разработке нормирования для водных источников	52
О.Б.Наумова, Л.Н.Даниелова. Оценка степени антропогенного воздействия на территории бассейнов рек Приаралья	57
С.В.Буланбаев. Экономико-математическая модель оптимизации параметров оросительной сети	66
О.Г.Дай. Натурные исследования влаго-селепереноса в производственных условиях и влияние его на урожайность хлопчатника (на ОПУ в совхозе им.Г.Гуляма Сырдарьинской области)	73
И.Ф.Беглов. Энергетические характеристики регулирования подачи лопастных насосов различных быстротечностей	82

М.А.Ходжиматова, З.Т.Фаилова. Исследование тепловлажностных характеристик песков под защитными покрытиями	91
Ш.С.Юсупов. Исследования оросительной нормы риса на Кзыл-кумской системе	99
С.Мусаев. Выбор параметров водозаборных скважин при использовании подземных вод на орошение	102
М.Итеви, З.Т.Фаилова, Ш.Махмудов. Исследование физико-механических свойств барханных песков	108
А.Алимджанов. Мелиоративная эффективность закрытого горизонтального дренажа неглубокого залегания на луговых почвах Бухарской области	114
Ю.Г.Безбородов, О.М.Белоусов. Исследование параметров водосберегающего способа полива	124
Р.В.Бузурханов, И.О.Попадюк, И.Т.Худайбергенов. Об эффективности и перспективах внедрения глубокого рыхления на орошаемых землях Республики Узбекистан	129
А.А.Кучкаров, Ф.А.Бараев. Комбинированное орошение риса и проблема прогнозирования продолжительности восстановления благоприятной экологической обстановки на поливных участках	136
А.Шеров. Водосберегающая технология орошения картофеля на незасоленных сероземно-луговых почвах центральной климатической зоны Республики Узбекистан	143
Б.Ш.Матябов. Водопотребление и режим орошения хлопчатника и люцерны	146
З.М.Абдулнаби, А.А.Атаджанов, Н.Х.Базаров. Анализ условий пуска двигателя дренажного насоса	150
И.Х.Абдуллаев. Основы районирования орошаемых земель по использованию скважин двойного действия	157
А.У.Атажанов. Выбор размеров рисового чека и допустимых отклонений его поверхности	163
О.М.Мурадова. Применение метода вакуумирования для повышения эффективности работы систем закрытого горизонтального дренажа с искусственными ЗЕМ	167
С.А.Маматов. Исследование возможности использования при-	

рошного минерала-селадонита как сорбента для очистки природных вод	I74
---	-----

Редактор Р.Е.Рубан

Подписано в печать 30.07.96. Формат бумаги 60x84 1/16

Уч.-изд.л. 9. Заказ № 41. Тираж 250 экз.

Цена дог.
