УДК

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИБОРА «ИКС-ЭКСПРЕСС» В УСЛОВИЯХ КР

Госсу Л. К, Какеева М. К., Мирошников В. И.
(Кыргызский научно-исследовательский институт ирригации)

В течение 1999-2004 гг. была проведена научно-исследовательская работа по внедрению прибора «ИКС-Экспресс» в мелиоративную практику гидро-геолого-мелиоративной экспедиции Департамента водного хозяйства МСВХ и ПП КР. По результатам исследований были опубликованы ряд статей [1-3] и сделаны сообщения. География исследований охватывала разные регионы (Чуйская, Нарынская и Баткенская области), которые отличаются почвенными, гидрогеологическими условиями, типом и степенью засоления почв, степенью минерализации и химизмом исследуемых вод (оросительных, коллекторно-дренажных и грунтовых). Лабораторному анализу подвергались 1213 проб на стандартное определение состава водной вытяжки почв по методике Почвенного института им. В. В. Докучаева и 183 пробы воды на определение состава ионов и минерализации. Параллельно проводилось измерение электропроводимости как почвенно-водной суспензии, так и воды в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора «ИКС-Экспресс» [4,5]. Далее данные лабораторных анализов по водной вытяжке почвы и по воде, обрабатывались на компьютере по программе, составленной в КНИИИР на основе методики, разработанной Н. И. Базилевич и Н. И. Панковой. Затем проводился регрессионный анализ для установления связи для каждого типа засоления между плотным остатком или суммой токсичных солей водной вытяжки почвы, с одной стороны, и электропроводимостью почвенно-водной суспензии, с другой. Были выделены следующие типы засоления по водной вытяжке почв: сульфатный с вариациями (сульфатный с соды, сульфатный с повышенным содержанием гипса, с содой или без неё); содово-сульфатный и сульфатно-содовый с содой или без неё; содовый с содой или без неё; хлоридно-сульфатный; сульфатно-хлоридный.

По воде на основе лабораторных анализов по минерализации воды (плотный остаток) было выделено три группы:1 - с плотным остатком до 0.66 г/л; 2 – с плотным остатком от 0.672 до 2.44 г/л; 3 – с плотным остатком от 2.672 до 26.756 г/л.

При установлении взаимосвязи между электропроводимостью почвенно-водной суспензии и содержанием солей водной вытяжке почвы (табл. 1) учитывались следующие факторы:

- выявлялись взаимосвязи между электропроводимостью, с одной стороны, и содержанием солей по плотному остатку и по токсичным солям, с другой;
- определялись коэффициенты корреляции;
- рекомендовались те зависимости, у которых взаимосвязи между электропроводимостью и содержанием солей в водной вытяжке по плотному остатку и по токсичным солям имели более высокий коэффициент корреляции.

При сульфатном типе засоления прибор «ИКС-Экспресс» больше реагировал на содержание токсичных солей, чем на содержание солей по плотному остатку. При содово-сульфатном и сульфатно-содовом типе засоления рекомендуется зависимость между электропроводимостью и содержанием солей по плотному остатку при r=0.867. При содовом типе засоления коэффициент корреляции недостаточно высокий и составляет r=0.479. При хлоридно-сульфатном типе – между электропроводимостью содержанием токсичных солей при r=0.967 и сульфатно-хлоридном типе засоления рекомендуется использовать уравнение связи между электропроводимостью и плотным остатком при r=0.936.

Таблица 1 Рекомендуемые зависимости между электропроводимостью почвенно-водной суспензии и содержанием солей водной вытяжке почвы при различном типе засоления

Тип засоления	Уравнение линейной регрессии	n	r	Пределы изменения	
				dS/m	% мсп
1. Сульфатный	$Y = 0.1809 \cdot X - 0.0738$, по Σ токсичных солей	684	0.885	0.51-6.80	0.033-1.219
2. Содово-сульфатный и сульфатно-содовый	$Y = 0.1326 \cdot X + 0.0235$, по плотному остатку	412	0.867	0.2-2.29	0.05-0.362
3. Содовый	$Y = 0.1069 \cdot X + 0.0321$, по плотному остатку	39	0.479	0.18-0.86	0.046-0.168
4. Хлоридно-сульфатный	$Y = 0.1346 \cdot X - 0.0326$, по Σ токсичных солей	35	0.967	0.89-10.8	0.063-1.466
5. Сульфатно-хлоридный	$Y = 1.334 \cdot X + 0.0447$, по плотному остатку	43	0.936	2.05-11.56	0.21-1.632

Табл. 1 иллюстрируется рис. 1-3. Самая большая выборка относится к сульфатному типу засоления, охватывающие широкий диапазон от незасолённых почв до сильного засоления. Затем выборка содово-сульфатного и сульфатно-содового типа засоления.

Рис. 1. Зависимость между электропроводимостью почвенно-водной суспензии и содержанием токсичных солей в водной вытяжке почвы сульфатного типа засоления, n=684, r=0.885

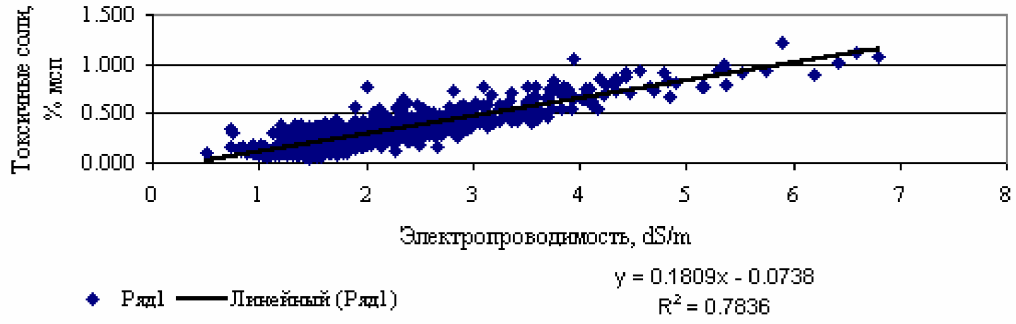
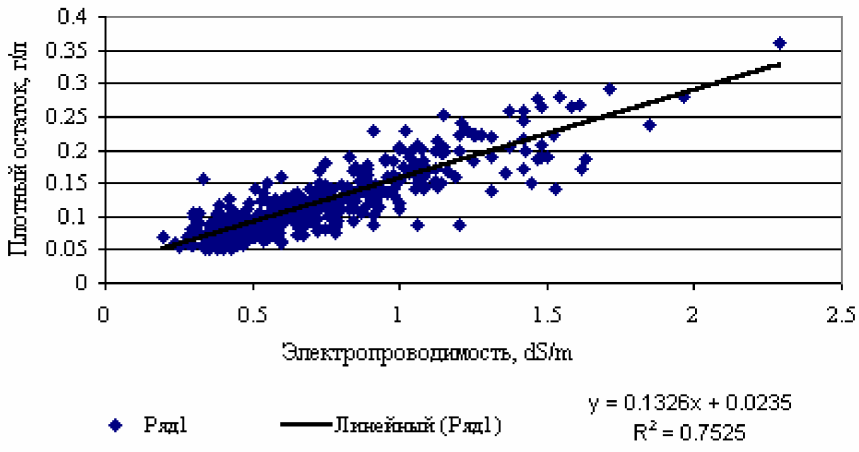


Рис. 2. Зависимость между электропроводимостью почвенно-водной суспензии и плотным остатком сульфатно-содового и содово-сульфатного засоления n=412, r=0.867



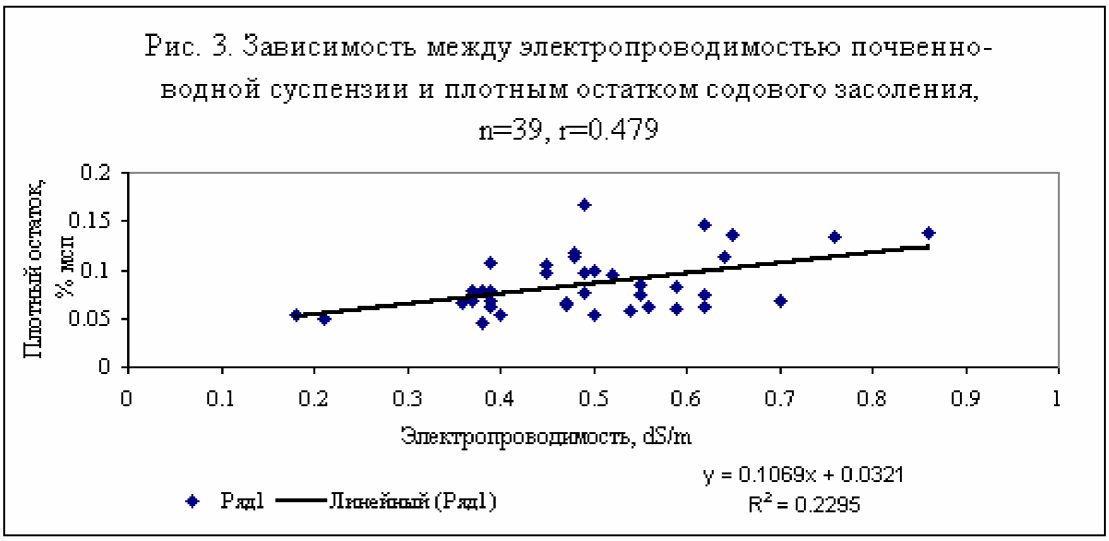


Рис. 3. Зависимость между электропроводимостью почвенно-водной суспензии и плотным остатком содового засоления, n=39, r=0.479

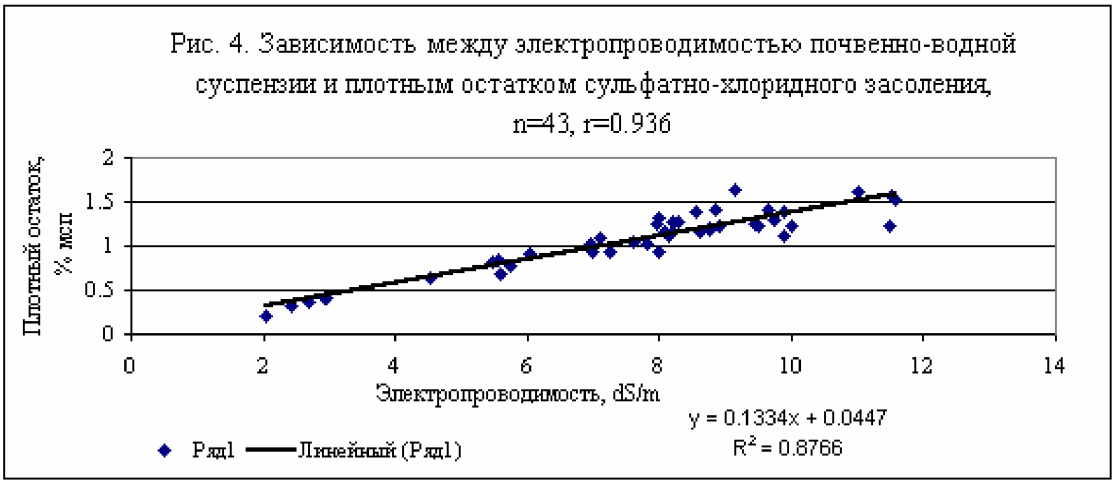


Рис. 4. Зависимость между электропроводимостью почвенно-водной суспензии и плотным остатком сульфатно-хлоридного засоления, n=43, r=0.936

Табл. 2 и рис.5-7 представляют взаимосвязи между минерализацией воды по плотному остатку и её электропроводимостью. Были выделены три группы в зависимости от преобладания того или иного типа минерализации: гидрокарбонатный, смешанный и сульфатный.

Таблица 2 Рекомендуемые зависимости между электропроводимостью воды и её минерализацией

Номер группы и тип минерализации воды	Уравнение линейной регрессии	n	r	Пределы изменения	
				dS/m	г/л
1. Гидрокарбонатный	$Y = 0.6092 \cdot X + 0.0073$	109	0.929	0.15-0.97	0.074-0.660
2. Смешанный	$Y = 0.8703 \cdot X - 0.1637$	42	0.953	1.00-2.86	0.672-2.440
3. Сульфатный	$Y = 1.0941 \cdot X - 0.9827$	32	0.980	3.04-22.42	2.672-26.756

Рис.5. Зависимость между электропроводимостью воды и плотным остатком, n=109, r=0.929
(ЭП 0.15-0.97 dS/m и плотный остаток 0.074-0.66 г/л)

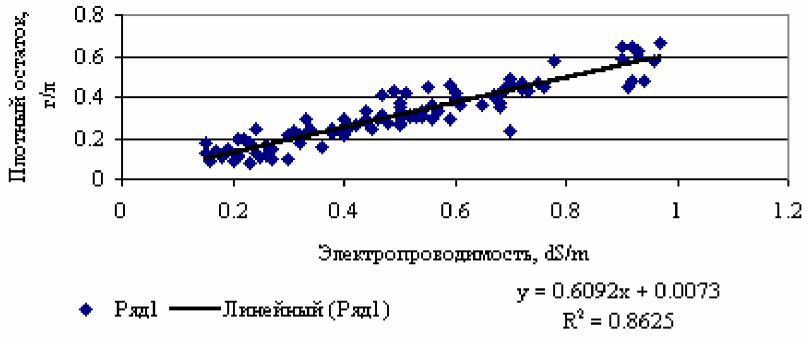


Рис. 6. Зависимость между электропроводимостью воды и плотным остатком, n=42, r=0.953
(ЭП 1.0-2.86 dS/m, плотный остаток 0.672-2.44 г/л)

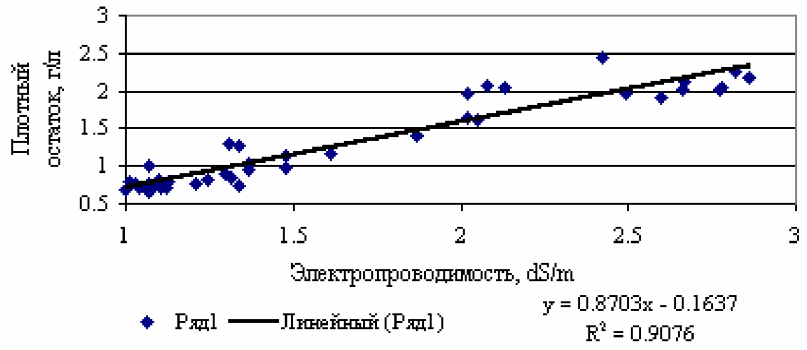
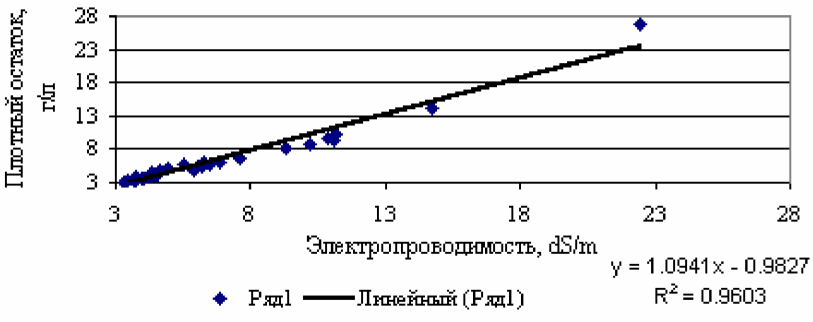


Рис. 7. Зависимость между электропроводимостью воды и плотным остатком, n=32, r=0.98
(ЭП 3.04-22.42 dS/m, плотный остаток 2.672-26.756 г/л)



Таким образом, можно отметить следующее о возможности применения прибора «ИКС-Экспресс» и рекомендуемых зависимостях по определению засолённости почвы и минерализации воды по плотному остатку.

1. Прибор «ИКС-Экспресс» чутко реагирует на малейшие изменения содержания солей в почвенно-водной суспензии.

2. При сульфатном засолении, когда содержание солей по плотному остатку резко отличается от содержания токсичных солей, прибор реагирует на токсичные соли, поэтому рекомендуется использовать зависимость между электропроводимостью почвенно-водной суспензии и содержанием токсичных солей водной вытяжки почвы.

3. При содово-сульфатном и сульфатно-содовом типе засоления прибор реагирует на содержание плотного остатка, поэтому рекомендуется использовать зависимость между электропроводимостью почвенно-водной суспензии и плотным остатком водной вытяжки почвы.

4. При содовом типе засоления связь между электропроводимостью почвенно-водной суспензии и плотным остатком водной вытяжки почвы при коэффициенте корреляции r=0.479 свидетельствует о наличии средней корреляции между ними.

5. При хлоридно-сульфатном и сульфатно-хлоридном типах засоления теснота связи сильная, так как коэффициент корреляции близок к 1.

6. Прибор «ИКС-Экспресс» чутко реагирует на тип и степень минерализации воды, так как теснота связи между электропроводимостью воды и минерализацией по плотному остатку сильная, (r=0.929-0.98). Полученные зависимости рекомендуются использовать для определения минерализации воды по показаниям электропроводности прибора «ИКС-Экспресс».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Госсу Л. К., Какеева М. К., Мирошников В. И. Прибор ИКС-Экспресс для определения содержания солей в почве. //Журнал «Проблемы освоения пустынь», № 3, 2002.–Ашхабад, с. 29-32.

2. Госсу Л. К., Какеева М. К., Мирошников В. И. Возможности использования прибора ИКС-Экспресс при определении содержания солей в почве.//Журнал «Наука и новые технологии», №2, 2002. – Бишкек, с.79-82.

3. Госсу Л. К., Какеева М. К., Мирошников В. И. Возможности прибора «ИКС-Экспресс» для определения минерализации оросительных, дренажных и грунтовых вод.//Материалы шестого международного конгресса. Вода: Экология и технология. Экватек-2004. Часть I, Экологический мониторинг водных объектов. Москва, 1-4 июня 2004, с. 268.

4. Измеритель концентрации солей «ИКС-Экспресс». //Инструкция по эксплуатации. Методика калибровки прибора и измерений. Республика Узбекистан, Ташкент, 1999. –12 с.

5. Широкова Ю. И. Засоление почвы и меры борьбы с ним.//САНИИРИ им. В. Д. Журина, лаборатория «Почвенные исследования и промывки», Ташкент, 2002. – 15 с.

УДК 626.83

КАВИТАЦИОННО-АБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК И МЕРОПРИЯТИЯ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ИНТЕНСИВНОСТИ ИХ ИЗНОСА

Гловацкий О.Я., Уралов Б.Р., Эргашев Р.Р.
(САНИИРИ им.В.Д.Журина, ТИИМ)

Определение экономически оправданной продолжительности межремонтного периода эксплуатации с учетом изменения энергетических характеристик оборудования вследствие кавитационно-абразивного износа и стоимости капитально-восстановительного ремонта является очень важной и в то же самое время чрезвычайно трудной задачей.

Как показывает опыт эксплуатации, износ различных деталей НУ происходит с разной интенсивностью. Поэтому наибольшую практическую важность представляет оценка износа НУ в целом и сопоставление его с изменяющимися вследствие износа энергетическими характеристикам.

Для выявления закономерностей изменений гидродинамических характеристик и гидравлических сопротивлений в сопрягающих сооружений НУ и машинных каналах авторами использован логарифмический закон распределения скоростей кармана и методы учета средних по сечениям скоростей по длине Гловацкого [1, 2]. Теоретические формулы, полученные для моделей НУ на основе энергетической теории не учитывают особенности износа деталей НУ [3].

Поэтому авторами на основе многолетнего опыта эксплуатации НУ в республике Узбекистан разработаны мероприятия по уменьшению интенсивности их износа:

1. Выявление режимов работы НУ, наиболее ясных с точки зрения кавитационно-аброзивного разрушения деталей НУ при проведении определительных испытаний на надежность. При этом уточняются сроки и объемы ремонтов, потребность замены запчастей и вносятся изменения в техническую документацию. [2].
2. Определение экономически целесообразной продолжительности межремонтного периода эксплуатации НУ с учетом изменения энергетических характеристик образования и энергосберегающих технологий его эксплуатации.
3. Создание ресурсосберегающих методов эксплуатации НУ, ослабляющих или исключающих интенсивность кавитационно-аброзивного износа, в том числе основанные на учете изменения скорости потока в водоподводящих сооружениях и относительных скоростей потока в межлопасных каналах РК.

Многочисленные экспериментальные исследования и большой опыт эксплуатации гидромашин различного типа позволяют довольно точно установить наиболее характерные участки насосов, подверженные кавитационной эрозии и абразивному разрушению установить границы этих участков. На практике довольно трудно, так как в рабочих условиях один из видов износа, как правило, является преобладающим, а разрушенная поверхность имеет присущие ему характерные особенности.

Рабочим органом центробежных насосов с участками, подверженным и наиболее сильной эрозии, является рабочее колесо (РК). Турбулентное перемешивание потока, вызываемое конструктивными особенностями РК, а также содержание в воде нерастворенных воздуха и газов, являются причинами возникновения и развития кавитации при давлениях в потоке, превышающих давление паров воды при данной температуре. Развитые кавитационные явления приводят к эрозионным разрушениям элементов колес. Интенсивность этих разрушений резко возрастает при содержании в воде взвешенных наносов.[1]

Наиболее сильному разрушению у осевых насосов подвергаются стенки камер РК. Из-за отрыва потока, вызванного несоответствием углов потока и лопаток, в отдельных случаях возможно усиленное разрушение лопаток выправляющего аппарата. В осевых насосах со спиральным отводом кавитационной эрозии подвергаются стенки отвода в местах их сопряжения с камерой рабочего колеса.

Интенсивность износа элементов проточной части гидравлических машин вследствие кавитации и стирания взвешенными наносами находится в прямой зависимости от режимов работы.

Предлагаемый способ определения бескавитационной работы насосов предусматривает чтобы удельная энергия потока E_1 при входе его в РК, отнесенная оси колеса, была достаточной для создания в этот момент скоростей и ускорений в потоке и преодоления сопротивлений без падения местного давления до величины, вызывающей начало кавитации. В связи с этим решающее значение приобретает не абсолютная величина E_1 при входе в РК, а превышение ее над величиной и энергией, соответствующей давлению насыщенного пара жидкости:

$$H_{sv} = E_1 - \frac{P_{nap}}{\gamma} = \frac{p_1}{2g} + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{P_{nap}}{\gamma},$$

где E_1 – удельная энергия потока на входе в РК;

$\frac{P_{nap}}{j}$ - давление насыщенных паров жидкости;

$\frac{P_1}{2g}$ - абсолютное давление на входе в РК;

V_1 – скорость потока перед РК;

(g – ускорение свободного падения);

Hsv –навитационный запас НУ;

Hs –разность ($\notin$РК - $\notin$ УВНБ) – подпор НУ

Величина H_{sv}, как известно, называется кавитационным запасом и представляет собой запас механической энергии в потоке над давлением насыщенных паров. Иногда эту величину называют избыточным напором всасывания H_{sv}, получаемой из зависимости:

$$H_s = \frac{p_{am} - p_1}{\gamma} - \frac{v_1^2}{2g} - h_\omega = \frac{p_{am} - p_{nap}}{\gamma} - H_{sv} - h_\omega,$$

где *Hs* – разность отметок оси РК и уровня воды нижнего бъефа;

$P_{ат}$ – атмосферное давление;

$h\omega$ - потери энергии во всасывающей линии НУ.

Для каждого насоса существует некоторое минимальное значение H_{sv} *min*, ниже которого насос начинает кавитировать. В связи с этим, рассматривая конкретную насосную установку, необходимо различать для каждого типа, марки насоса требуемую и действительную величины кавитационного запаса.

Требуемая величина H_{sv} определяется конструкцией насоса и представляет собой минимально допустимую разность удельной энергии потока на входе в РК при данной подаче воды с соответствующим давлением насыщенного пара и энергии, соответствующей давлению насыщенного пара жидкости при данной температуре. Действительная величина кавитационного запаса характеризует систему, в которой работает насос, и отражает существующую в настоящий момент величину этой разности.

Обе, требуемая и действительная, величины H_{sv} изменяются в зависимости от режима работы насоса.

Однако при пользовании рассмотренного способа определения бескавитационного режима работы насосов возникает ряд практических трудностей, наибольшую из которых представляет определение требуемой минимальной величины кавитационного запаса H_{sv} *min.*

Для определения H_{sv} *min* авторы рекомендуют формулу:

$$H_{sv}\min = m\frac{\omega_0^2}{2g} + n\frac{\omega_1^2}{2g},$$

где w_0 - средняя абсолютная скорость при входе потока в колесо насоса;

w_1 – средняя относительная скорость при поступлении потока на лопасти;

m и n - опытные коэффициенты, характеризующие возрастание соответственно абсолютной скорости потока по сравнению с его средней скоростью при входе в колесо и относительной скорости по сравнению с ее средним значением:

m = 1,0-1,2 и n = 0,3 – 0,4.

Для определения режимов работы насосов, характеризуемых наличием угла атаки при поступлении потока на лопасти колеса, удовлетворительного способа расчета минимально допустимого значения H_{sv} *min* в настоящее время не существует. Следовательно, для получения требуемой величины кавитационного запаса при частичных подачах насоса и подачах, превышающих подачу режима с максимальным КПД, необходимо проведение специальных испытаний. Основной трудностью при такого рода испытаниях, особенно проводимых в производственных условиях, является наблюдения за кавитацией, позволяющие точно фиксировать момент ее возникновения. О появлении кавитации судят по изменению энергетических характеристик гидромашины. Обычно началом кавитации считают снижение напора или КПД насоса на 2 % по сравнению с их величинами, соответствующими бескавитационной работе.

Авторы в 2004-2005 гг. проводили исследования, изменений уровней шума и вибрации при изменении режима работы, характерного для большинства центробежных насосов. Минимальные уровниэтих параметров лежат в области, близкой к максимальному КПД. При режимах, отличных от оптимального, уровни шума и вибраций повышаются [2, 3].

Следует также отметить, что определение требуемой минимальной величины кавитационного запаса H_{sv} *min,* необходимой для нахождения оптимальных, с точки зрения уменьшения кавитационной эрозии, режимов работы насосов, может быть еще более затруднено, если в процессе эксплуатации насоса наряду с изменением гидродинамических характеристик потока происходит изменение физико-химических свойств и температуры перекачиваемой жидкости.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Маможонов М., Уралов Б. Причины снижения водоподачи насосных агрегатов оросительных систем // Сельское хозяйство Узбекистана. – 2005. - №1. – С. 27-29.

2. Гловацкий О.Я., Талипов Ш. Новые методы динамического контроля насосного агрегата крупных насосных станций // Труды САНИИРИ. Т. 2. Современные проблемы управления водными ресурсами. – Ташкент, 2003. - С. 24-31.

3. Эргашев Р.Р., Маможонов М. Механизм гидроабразивного износа рабочих деталей насоса // Сб. науч. тр. магистров ТИИМ. – Ташкент, 2005. – С. 225-227.

УДК 502.5

ОСНОВНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ НА ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЛАНДШАФТОВ С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОБСТАНОВКИ

Дермоян Т.А.
(САНИИРИ им. В.Д. Журина)

Преобразование ландшафтов в аридной зоне для увеличения биологической продуктивности или хозяйственной производительности природных комплексов представляет собой антропогенное изменение сложившегося экологического равновесия. В течение ряда десятилетий преобразование ландшафтов было связано с освоением новых пространств. Предполагалось, что с развитием орошения восстановится и биологическая продуктивность, и хозяйственная производительность существующего достаточно скудного биоценоза экосистемы. Но поскольку в период интенсивного освоения земель не были приняты природоохранные законы, отсутствовало понимание правил и принципов экологии и природопользования, проявился ряд негативных последствий этой деятельности. Чрезмерное преобразование земной поверхности и водных объектов пагубно экономически и опасно экологически, поскольку в конечном итоге создаются условия, непригодные для жизни человека как биологического вида.

Наглядным следствием преобразования ландшафтов и неэффективного использования природных ресурсов является затяжной кризис Аральского моря. Ниже приведен ряд ограничений на преобразование земной поверхности и водных объектов.

1. Ограничение на пространственное преобразование ландшафтов

Единообразие рельефа местности, образующееся при сельскохозяйственном воздействии, не позволяет сохранить экологическую устойчивость данного земельного массива, препятствующую антропогенному воздействию на природные условия. Элементом экологического равновесия является многообразие рельефов местности, и всякое нарушение его не должно превышать максимум 30-40 % объема освоения природных массивов (как в глубину, так и по площади) [1].

2. Ограничения на преобразование ландшафтов во избежание цепной реакции природной среды

Неограниченное преобразование ландшафтов вызывает цепную реакцию негативных изменений природы), каждое из которых влечет за собой изменение других, связанных с ним явлений. Вырубка древесных насаждений в бассейне реки приводит к усыханию ее притоков, снижению уровня грунтовых вод, уменьшению влажности почвы, снижению уровня воды в открытых водоемах. Это вместе с другими факторами ведет к недостатку воды при водоснабжении городов, гибели рыб, загрязнению вод биогенными веществами.

Строительство плотины и ирригационной системы в целях восстановления водности источника и нормального режима орошения на полях не решает проблемы поддержания уровня грунтовых вод и прекращения усыхания водного объекта. Напротив, расход воды на испарение в оросительной системе усугубляет недостаток речного стока в водный объект, а подпор вод плотиной вызывает подтопление местности. Ирригация же способствует засолению почв, которые требуют промывки, а значит большего расхода воды. Эта вода смывает в водоем органику и удобрения, что приводит к обеднению почвенного покрова.

Прогнозирование экологической ситуации позволит на основании этого ограничения избежать негативных последствий при преобразовании компонентов ландшафтов.

3. Ограничение на соотношения экологических компонентов

Поддержание экологического равновесия в геосистемах и экосистемах с помощью рационального соотношения экологических компонентов достигается либо путем их сбалансированной эксплуатации, в том числе искусственного убавления или прибавления (осушения, обводнения и т.п.), либо путем территориально-экологической оптимизации, приводящей к необходимому балансу экологических компонентов. Очень распространены попытки изменений ландшафтов с помощью добавления отдельных экологических компонентов, чаще всего вод (ирригация, осушение, межбассейновая переброска вод между географическими зонами). В ряде случаев в рамках отдельных экосистем с помощью этого приема удается улучшить характеристики вновь образующихся природных комплексов для хозяйственной деятельности и жизни людей.

Однако выход за пределы региональных экосистем и пороги рационального соотношения экологических компонентов обычно ведет к крайне тяжелым эколого-экономическим последствиям. Следует учитывать, что «недостаточного» и «лишнего» количества любого компонента в любой естественной экосистеме нет и быть не может (их избыток или недостаток возникает, как правило, по вине человека). Искусственное изменение компонентного состава всегда ведет к глубокой перестройке экосистем, в длительном интервале времени обычно разрушительной, так как постепенно изменение этого состава охватывает все более крупные иерархические экосистемы. По мере роста дисбаланса между хозяйственной деятельностью и условиями природной среды экологическая перестройка делается все более социально-экономически значимой. Так, иссушение отдельного поля - местная неприятность для сельского хозяйства; падение уровня грунтовых вод – локальное бедствие, могущее захватить и промышленность; следующее затем опустынивание – региональная катастрофа, а межбассейновое перераспределение стока рек может привести к крупному региональному экологическому коллапсу, т.е. не улучшить положение в месте переброски в экосистеме–реципиенте и резко ухудшить его в донорской экосистеме.

Тем не менее, можно предположить, что при переброске части стока сибирских рек в Аральское море «добавление» именно недостающего нам экологического компонента (канала переброски) позволит восполнить водные ресурсы самого моря, поскольку в среднем течении Амударьи вода почти полностью разбирается на орошение. Это не противоречит гипотезе об истории формирования дельты Амударьи [2].

4. Информационные ограничения

Эти ограничения основаны на правиле неопределенности. При проведении акций по преобразованию природы всегда недостаточно информации для априорного суждения обо всех возможных результатах осуществляемого мероприятия (особенно в далекой перспективе). Связано это с исключительной сложностью природных систем, их индивидуальной уникальностью и неизбежностью цепных реакций природы, направление которых нередко трудно предсказуемо. Чем больше мы имеем информации об экосистеме, ее внутренних и внешних связях, тем больше вероятность при ее преобразовании не нанести ущерб как самой экосистеме, так и всей иерархии экосистем.

Размер экосистемы не является основополагающим при определении ее внешних и внутренних связей. Экосистема меньших размеров, но с разнообразным биоценозом, активным обменом веществ и энергией, поступающих извне, может быть более сложной для изучения. Экосистема, занимающая большую территорию, но с более скудным биоценозом, проще в изучении (очевидно, к ней относятся зоны пустынь и полупустынь). Располагая полной информацией об экосистемах, их фактически можно заменить на более

продуктивные как с ландшафтных позиций (экологически благополучных), так и с позиции хозяйственной деятельности.

Итак, описаны 4 ограничения – ландшафтно-биологических «запрета», связанных с фактически происходящим или предполагаемым неблагоприятным воздействием хозяйственной деятельности на среду жизни.

Можно выделить три крупные ландшафтные единицы:

1. Экосистемы:
- естественные или заповедные;
- со слабым антропогенным воздействием;
- сильно преобразованные или искусственные.

2 Агроценозы.

3. Урбанизированные территории.

Для каждой ландшафтной единицы характерна своя специфика развития. Тем не менее, они имеют общие закономерности, носящие черты естественно-исторических законов и определяющие взаимосвязь организмов (в том числе человека) со средой. Наиболее важным условием благополучного существования человека как биологического вида является поддержание экологического равновесия между отдельными компонентами природной среды.

Основными характеристиками экосистемы принято считать ее устойчивость и надежность – свойства, связанные с сохранением структуры и функциональных особенностей, а также со способностью экосистемы относительно полно самовосстанавливаться и саморегулироваться. Исходя из этих понятий предложена следующая структура состояний экосистем, которая отражает последовательность перехода от устойчивого (надежного) состояния экосистем к катастрофическому. Переход из одного состояния в другое зависит как от антропогенных, так и от эволюционных процессов.

В предложенной структуре рассмотрены переходные состояния I и II. Они означают, что при осторожном вмешательстве человека в природные процессы («мягком» управлении природой) можно в случае I вернуться из переходного состояния в устойчивое; в случае II этот же процесс повторяется в две ступени. Под «буферным состоянием» здесь понимается поддержание или создание таких экосистем, которые служили бы в качестве смягчающих при переходе состояний экосистем и агроценозов в более ухудшенное. Это, прежде всего, создание экосистем, близких к естественным, которые могут способствовать восстановлению природного равновесия. Примером может служить использование агромелиоративных растений при восстановлении засоленных почв. Следует отметить, что большинство растений, имеющих фитомелиоративные свойства, могут быть также использованы для хозяйственных и фармацевтических целей (верблюжья колючка, солодка обыкновенная и т.д.).

Вторая крупная ландшафтная единица - агроценозы, созданные с целью получения сельхозпродукции. Это регулярно поддерживаемое человеком биологическое сообщество, обладающее малой экологической надежностью, но высокой урожайностью.

Состояние как экосистем, так и агроценозов формируется на базе природных экологических компонентов: энергии, воды, почвогрунтов, продуцентов, консументов, редуцентов.

Вода как один из экологических компонентов имеет одинаково важное значение и для экосистем, и агроценозов. Возвращаясь к кризису Аральского моря, следует отметить, что возможен компромисс между политикой использования водных ресурсов на орошение и сохранением экологического благополучия на территории дельты Аральского моря. Восстановление экосистем дельты Амударьи, их видового разнообразия флоры и фауны сводится к созданию и сохранению комплекса озер и системы ветландов. Объем водных ресурсов, поступающих в дельту реки, зависит от водности года и режима водоподачи.

Объем вод, необходимый для поддержания природных комплексов и обводнения дельты, составляет 4,6 $м^3$/год. Создание системы «озера–ветланды» должно базироваться на существующем рельефе местности. Естественные впадины и понижения предполагается соединить между собой протоками. Примером является созданная система озер-ветландов Карадар-Судочье, которая будет способствовать обводнению прибрежной части Аральского моря, восстановлению уникальных экосистем.

Эффективное использование водных ресурсов, достижение экологического равновесия зависит от изменения культуры земледелия. Тем не менее, определенный положительный эффект может быть получен при использовании вод с повышенной минерализацией.

Для этого требуется:

- учитывать ионные составы почвы и оросительной воды;
- подбирать сельхозкультуры, устойчивые к поливной воде с повышенной минерализацией и засоленным почвах;
- планировать возделывание видов сельхозкультур в зависимости от их потребности в воде.

Достижение наиболее рационального варианта экологического равновесия будет способствовать созданию долгосрочной перспективы для развития хозяйственной деятельности человека и сохранению благоприятных условий жизни людей.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Алтунин Г.С. Экология водного хозяйства (краткая энциклопедия). - М., 1994. - 224 с.

2. Панков М.А. Мелиоративное почвоведение. – Ташкент: Укитувчи, 1974. – 410 с.

3. Реймерс Н.Ф. Природопользование. - М.: Мысль, 1990. - 628 с.

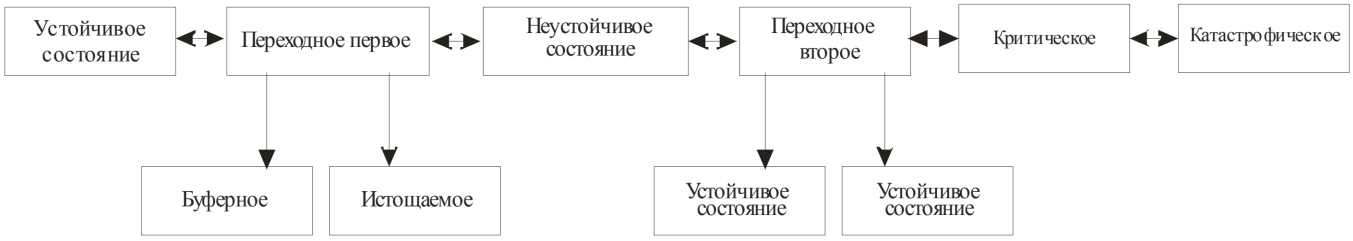


Рис. Структура состояний экосистем

УДК 581.5

ИЕРАРХИЯ ЛАНДШАФТОВ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ В БАССЕЙНЕ Р. АМУДАРЬЯ

Дермоян Т.А., Николаенко В.А.
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

Преобразование природных географических комплексов осуществляется с целью увеличения их биологической продуктивности или хозяйственной производительности. Следствием этого является нарушение экологического равновесия.

Взаимосвязи природных объектов и человеческого общества крайне сложны, многогранны и до настоящего времени слабо изучены. Одной из важнейших проблем является определение функционального соподчинения природных систем и условий их устойчивого развития.

Построение иерархии ландшафтов того или иного региона (в данном случае бассейна р. Амударья) необходимо для разработки структуры и методов управления природой. Выделение ландшафтных единиц разных уровней позволяет определить возможность преобразования природных объектов на определенном этапе без экстремально отрицательных последствий. Управление природой зависит, в первую очередь, от наличия информации о состоянии природного объекта, взаимосвязи и взаимном влиянии отдельных компонентов экосистем. Очевидна необходимость прогнозирования экологической ситуации на ближайший и отдаленный период времени при вмешательстве человека в природные географические комплексы.

Соподчинение природных систем основано на картографическом выявлении их пространственной мозаики (1). Вопросы иерархии экосистем слабо разработаны, но имеют большую важность для решения проблем природопользования. Экосистемы являются функционально-структурными ячейками природы, на которые воздействует человек, поэтому определение структурной зависимости экосистем как компонентов ландшафтов актуально для практической деятельности.

Компоненты ландшафта разного уровня являются элементами структуры геосистемы. Понятие «геосистема» включает в себя экосистему различных уровней и территориально-производственный комплекс, обусловленный наличием природных и трудовых ресурсов. В данном случае региональная геосистема (региональный уровень иерархии) в силу расположения в пространстве и природной специфики представлена Средней Азией. Средняя Азия расположена в определенном географическом поясе – аридной зоне, со свойственными ей климатическими и ландшафтными особенностями.

В качестве следующей структурной единицы ландшафтной иерархии выделена природная зона. Природная зона по признаку, прежде всего, размерности элемента представлена бассейном р. Амударья. В силу географического расположения бассейн р. Амударья делится на горную и равнинную части. Каждая из этих частей имеет, в свою очередь, климатические, ландшафтные и социальные особенности, часто резко разнящиеся между собой.

Следующими элементами иерархии гео- и гидросистем выбрали сточные и бессточные бассейны рек, расположенных в бассейне Амударьи, мощнейшей сток которой формируется за счет вод этих бассейнов. Взаимосвязь с другими природными компонентами дает целостную структуру данной местности.

Горная часть гидросистемы представлена бассейнами рек Вахш, Пяндж, Кафирниган; равнинная часть – бассейнами рек Зарафшан, Сурхандарья, Кашкадарья и долиной р. Амударья.

Следующей более «мелкой» иерархической единицей являются ландшафтные провинции. Деление элементов ландшафтных провинций по бассейнам рек проводили исходя из природных объектов (оазисы, степь, дельта) и географической направленности (северная, южная часть и т.д.).

Живой частью геосистемы являются экосистемы, имеющие свою иерархию. Любую из вышеназванных природных единиц можно также рассматривать как экосистему разной пространственной протяженности. В данной иерархии экосистемы рассмотрены как составные части ландшафтных провинций и представлены средой обитания живых организмов суши (экосистемы пустынь и проч.) и водных объектов (системы рек и озер). Для бассейна р. Амударья нами разработана иерархия ландшафтов, включающая в себя компоненты суши и водных объектов (рис. 1).

Основной характеристикой экосистемы является ее устойчивость, под которой подразумевают способность противостоять пропорциональной по величине силе внешнего воздействия. Неустойчивость экосистемы – несоответственно большой ее отклик на относительно слабое воздействие (2). При усилении воздействия на экосистему ее неустойчивое состояние переходит в критическое. В случае невозможности поддержания экосистемы в устойчивом состоянии и вывода ее из критического состояния наступает экологическая катастрофа (экологический кризис). Экологический кризис обратим, и экосистема, хотя и теряет свои первоначальные свойства, восстанавливает свои динамические качества. При кризисном состоянии природных объектов человек выступает активно действующей стороной, при катастрофических состояниях человек - вынужденно пассивная, страдающая сторона.

Многолетние исследования в дельте р. Амударья показали, что степень устойчивости имеющихся здесь экосистем зависит от наличия или отсутствия воды. Для поддержания экологического равновесия ландшафтов в дельте реки необходима систематическая водоподача в озера и затопленные территории (ветланды). Очевидно, что стабильными следует считать озера и ветланды, сохраняющие свою площадь при низкой годовой водной обеспеченности. В годы средней и высокой водности площадь озер и ветландов расширяется, но только на период данной водообеспеченности (поступление воды в дельту при 5 %-ной водообеспеченности составляет 2 км^3).

Устойчивыми экосистемами дельты следует считать экосистемы, сохраняющие свое разнообразие флоры и фауны при наличии воды в маловодные годы (90-95%-ная водообеспеченность года).

На основании натурных исследований (Громыко К.В., Николаенко В.А.), проведенных в маловодный год (2001 г.) и в год со средней водообеспеченностью (2002 г.), определены экосистемы водных объектов и прибрежных зон (земельных объектов), как сохраняющие свои динамические качества, так и теряющие свою устойчивость (таблица 1).

При нормализации водоподачи и проведении различных фитомероприятий устойчивость экосистем может стабилизироваться, что окажет в целом положительное влияние и на состояние природных объектов как таковых, и как на среду обитания человека. Стабилизация состояния экосистем, в свою очередь, вызовет положительные сдвиги в более крупных ландшафтных единицах, что отвечает одному из основных законов экологии - «все связано со всем».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. - Новосибирск: Наука, 1978. - 319 с.
2. Реймерс Н.Ф. Природопользование. - М: Мысль, 1990. - 628 с.

Таблица 1. Классификация системы озер и ветландов в дельте Амударьи по признаку устойчивости

Название объекта	Состояние водного объекта	Состояние прибрежной зоны
Караджарская система озер		
Оз. Машанкуль	Неустойчивое	Устойчивое
Оз. Ходжакуль	Переходное	Устойчивое
Оз. Ильменкуль	Неустойчивое	Устойчивое
Ветланд Судочье		
Оз. Акушпа	Неустойчивое	Неустойчивое
Оз.Тайлы	Устойчивое	-
Оз.Каратерень	Устойчивое	-
Оз. Бегдула-Айдин	Неустойчивое	-
Оз. Большое Судочье	Неустойчивое	Неустойчивое (южная часть)
Источник питания		
Коллектор ККС	Устойчивое	-
Коллектор ГК	Неустойчивое	Устойчивое
Коллектор Судочинский	Неустойчивое	Устойчивое
Аджибайский залив	Неустойчивое	-
Муйнакский залив	Переходное	Переходное
Рыбачий залив	Устойчивое (в наиболее углубленной части)	Устойчивое
Оз. Сарыбас	Устойчивое	Устойчивое
Оз. Макпалкуль	Неустойчивое	Устойчивое
Междуреченское водохранилище	Неустойчивое	Устойчивое
Жилтырбаский залив	Неустойчивое	-
Коллектор КС-1	Неустойчивое	Устойчивое
Коллектор КС-3	Устойчивое	Устойчивое
Коллектор КС-4	Неустойчивое	Устойчивое

ИЕРАРХИЯ ЛАНДШАФТОВ В БАССЕЙНЕ Р. АМУДАРЬЯ

Региональный уровень Центральная Азия Географический пояс аридная зона



Рис.1.

УДК 626.8:621.3.78

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КАНАЛА СУЕНЛИ

Жумамуратов Д.К..
(Каракалпакский Гос.Университет им. Бердаха, аспирант САНИИРИ им.В.Д. Журина)

В последние годы изменение водности основной реки Каракалпакстана - Амударьи - обосновывает необходимость совершенствования управления ею и другими водохозяйственными объектами (участки рек и каналов) для повышения надежности водообеспечения сельского хозяйства республики. Один из путей совершенствования - это использование для решения различных задач управления современных методов, основанных на математических моделях, алгоритмах и компьютерных программах. Реализация этого обеспечит эффективное распределение изменчивых водных ресурсов между потребителями с минимальными непроизводительными потерями.

Для решения задач моделирования водораспределения необходимо разработать новые адекватные математические модели водохозяйственных объектов, а также алгоритмы и программные модули для компьютеров. При этом следует учитывать особенности водохозяйственных объектов, к которым относятся:

- функционирование на объектах различных перегораживающих и водозаборных гидротехнических сооружений;
- необходимость учета динамики переходных процессов в объектах;
- распределенность параметров объектов во времени и пространстве.

Эти особенности создают существенные трудности при разработке математических моделей и алгоритмов моделирования водохозяйственных объектов в различных условиях водообеспеченности.

Математическая модель участка канала описывается одномерной системой уравнений Сен-Венана для неустановившегося движения воды в открытых руслах. На рис.1 приведена линейная схема участков ирригационной системы «Суенли», где показаны основные перегораживающие сооружения и водовыпуски. Магистральная часть системы «Суенли» состоит из 6-и гидротехнических сооружений и 6-и участков канала. На участках канала, имеющих разные гидравлические параметры, расположено 31 основных водозабора и есть приток от Тахиаташской ГРЭС. Участки ирригационной системы связаны между собой гидротехническими сооружениями с плоскими затворами. Режимы истечения перегораживающих сооружений - в основном затопленные и зависят от уровней воды верхнего и нижнего бьефов, а также открытия затворов гидротехнических сооружений [1].

Состояние участка магистрального канала характеризуется неустановившимся течением воды и описывается системой дифференциальных уравнений Сен-Венана в форме законов сохранения:

$$B_i \frac{\partial z_i}{\partial t} + \frac{\partial Q_i}{\partial x_i} = q_i, \qquad (1)$$

$$\frac{1}{g\omega_i}\left(\frac{\partial Q_i}{\partial t} + 2v\frac{\partial Q_i}{\partial x_i}\right) + \left[1 - \left(\frac{v_i}{c_i}\right)^2\right]\frac{\partial z_i}{\partial x_i} =$$

$$= \left[i_i + \frac{1}{B_i} \left(\frac{\partial \omega_i}{\partial x_i} \right)_{h_i = const} \right] \left(\frac{v_i}{c_i} \right)^2 - \frac{Q_i |Q_i|}{K_i^2}.$$

Здесь

$$v_i = \frac{Q_i}{\omega_i}, \quad c_i = \sqrt{\frac{g\omega_i}{B_i}},;$$

$Q_i=Q_i(x_i, t)$ – расход воды;
$z_i=z_i(x_i, t)$ – ордината свободной поверхности;
g – гравитационная постоянная;
i_i – уклон дна;
$B_i=B_i(z_i)$ – ширина потока по поверхности живого сечения;
$\omega_i=\omega_i(z_i)$ – площадь живого сечения потока;
$c_i=c_i(z_i)$ – скорость распространения малых волн;
$q_i=q_i(x_i, t)$ – боковые притоки или оттоки участков;
$K_i=K_i(z_i)$ – модуль расхода.

Водозаборы на участках канала являются сосредоточенными оттоками в точки водозабора.

Дифференциальные уравнения в частных производных гиперболического типа в системе (2)-(3) есть уравнения сохранения массы и импульса потока и представляют собой математическую модель неустановившегося движения воды на участке открытого канала.

В качестве функций, определяющих течение, здесь выбраны расход воды $Q(x_i, t)$ и ордината свободной поверхности $z_i(x_i, t)$. Независимыми переменными являются продольная координата x_i и время t. Русло канала задаётся ординатой дна $z_{0i}(x_i)$ и шириной его поперечного сечения $B_i(x_i, t)$ на расстоянии z_i (по вертикали) от дна русла.

Тогда:

- глубина потока: $h_i(x_i, t) = z_i(x_i, t) - z_{0i}(x_i)$;
- площадь поперечного сечения потока: $\omega_i(x_i, h_i) = \int_0^h B_i(x_i, z_i)\, dz_i$;
- средняя скорость течения: $v_i=Q_i/\omega_i$;
- скорость распространения малых волн: $c_i=\sqrt{g\omega_i / B_i}$;
- уклон дна: $i_i=-dz_{0i}/dx_i$.

Модуль расхода $K_i(x_i, z_i)$ характеризует величину сил трения и определяется по следующей формуле:

$$K_i = \omega_i \cdot C_i \sqrt{R_i}, \qquad (2)$$

где

R_i – гидравлический радиус русла;
X_i – смоченный периметр русла;
C_i – коэффициент Шези.

Для определения коэффициента Шези существует целая серия эмпирических формул [1]. В качестве одной из них может быть принята формула Павловского:

$$C_i = \frac{1}{n_i} R_i^{y_i},\ y_i = 2{,}5\sqrt{n_i} - 0{,}13 - 0{,}75\sqrt{R_i}\left(\sqrt{n_i} - 0{,}1\right), \tag{3}$$

где

n –коэффициент шероховатости канала.

Характеристическая форма уравнений (2)-(3) имеет вид:

$$\frac{\partial Q_i}{\partial t} + (v_i \pm c_i)\frac{\partial Q_i}{\partial x_i} - B_i(v_i \mp c_i)\left[\frac{\partial z_i}{dt} + (v_i \pm c_i)\frac{\partial z_i}{\partial x_i}\right] = \\ = (\varphi_i - \frac{Q_i|Q_i|}{K_i^2})g\omega_i - (v_i \mp c_i)q_i \tag{4}$$

где

$$\varphi_i = \left[i_i + \frac{1}{B_i}\left(\frac{\partial \omega_i}{\partial x_i}\right)_{h_i = const}\right]\left(\frac{v_i}{c_i}\right)^2.$$

Для моделирования состояния объекта на основе математической модели (2)-(3) необходимо задать начальные и граничные условия с целью описания области решения уравнений [2]. Для численного решения этих краевых задач удобно записать систему уравнений в характеристической форме [3].

Характеристическая форма записи для основной системы матричных уравнений имеет вид:

$$S_i \frac{\partial U_i}{\partial t} + \Lambda_i S_i \frac{\partial U_i}{\partial x_i} = F_i\left(U_i, K_i, t\right), \tag{5}$$

где

$$S_i = \begin{bmatrix} 1 & -B_i\left(v_i + c_i\right) \\ 1 & -B_i\left(v_i - c_i\right) \end{bmatrix}; \qquad U_i = \begin{bmatrix} Q_i \\ z_i \end{bmatrix}; \\ \Lambda_i = \begin{bmatrix} v_i - c_i & 0 \\ 0 & v_i + c_i \end{bmatrix}, \qquad F_i = -B_i i_i v_i^2 - g\omega_i \frac{Q_i|Q_i|}{K_i} - (v_i \mp c_i)q_i. \tag{6}$$

Начальные условия задаются в виде:

$$z_i(x_i, 0) = z_{0i}(x_i), \qquad Q_i(x_i, 0) = Q_{0i}(x_i) \tag{7}$$

где Q_0 (x), z_0(x)- известные функции.

Граничные условия в точках записываются следующим образом.

Для участка-1 эти условия записываются в виде выражения для расхода воды головного сооружения к. «Суенли» и ПС-1:

$$Q_1(0,t) = \mu_1 a_1(t)\sqrt{2g\left[z_1^*(t) - z_1(0,t)\right]}$$
$$Q_1(l_1,t) = \mu_2 a_2(t)\sqrt{2g\left[z_1(l_1,t) - z_2(0,t)\right]} + +q_1(t) + q_2(t) \quad , \qquad (8)$$

где

μ_1	– коэффициент расхода;
$a_1(t)$	– время открытия затвора;
$z^*_1(t)$	– отметка уровня воды в створе водозабора головного сооружения к. «Суенли»;
μ_2	– коэффициент расхода;
$a_2(t)$	– время открытия затвора ПС-1;
$z_1(0, t)$ и $z_1(l_1, t)$	– отметки уровня воды в начале и конце участка 1;
$q_1(t)$	– расход воды головного сооружения к. «Шуманай»;
$q_2(t)$	– расход воды головного сооружения к.«Улкен жап».

Для участка-2 – аналогично выражению для расхода воды головного сооружения к. «Параллельный» и расходной характеристики в створе слияния участка канала с к. «Суенли»:

$$Q_2(0,t) = \mu_3 a_3(t)\sqrt{2g\left[z_2^*(t) - z_2(0,t)\right]},$$
$$Q_2(l_2,t) = f(z_2(l_2,t)) \qquad (9)$$

где

μ_3	– коэффициент расхода;
$a_3(t)$	– время открытия затвора;
$z^*_2(t)$	– отметка уровня воды в створе водозабора головного сооружения к. «Параллельный»;
$z_2(0, t)$ и $z_2(l_2, t)$	– отметки уровня воды в начале и конце участка-2;
$f_2(z_2(l_2, t)$	– расходная характеристика к. «Параллельный» в створе его слияния с к. «Суенли».

Для участка-3 граничные условия записываются в виде выражения для расхода воды в ПС-1 и ПС-2 с учетом притока расхода из к. «Параллельный»:

$$Q_3(0,t) = \mu_4 a_4(t)\sqrt{2g\left[z_1(l_1,t) - z_3(0,t)\right]} + Q_2(l_2,t)$$
$$Q_3(l_3,t) = \mu_5 a_5(t)\sqrt{2g\left[z_3(l_3,t) - z_5(0,t)\right]} + q_3(t) + q_4(t) + Q_4(0,t) \qquad (10)$$

где

μ_4	– коэффициент расхода;
$a_4(t)$	– время открытия затвора ПС-1;
$z_i(0, t)$ и $z_i(l_i, t)$	– отметки уровня воды в начале и конце участка-i;
μ_5	– коэффициент расхода;
$a_5(t)$	– время открытия затвора ПС-2;
$q_3(t)$	– расход воды головного сооружения к. «Май жап»;
$q_4(t)$	– расход воды к. «Олтинкул»;
$Q_4(0, t)$	– расход воды в начале участка-4 или к. «Киндик-узяк».

Для участка- 4 - аналогично выражению для расхода воды в ПС-2 и ПС-3:

$$Q_4(0,t) = \mu_6 a_6(t)\sqrt{2g\left[z_3(l_3,t) - z_4(0,t)\right]},$$
$$Q_4(l_4,t) = \mu_7 a_7(t)\sqrt{2g\left[z_4(l_4,t) - z_1(t)\right]} + q_5(t) + q_6(t) + q_7(t), \quad (11)$$

где

μ_5 – коэффициент расхода;
$a_5(t)$ – время открытия затвора ПС-1;
$z_i(0, t)$ и $z_i(l_i, t)$ – отметки уровня воды в начале и конце участка-i;
μ_7 – коэффициент расхода;
$a_7(t)$ – время открытия затвора ПС-2;
μ_6 – коэффициент расхода;
$a_6(t)$ – время открытия затвора головного сооружения к .«Киндик-узяк»;
μ_7 – коэффициент расхода;
$a_8(t)$ – время открытия затвора перегораживающего сооружения к. «Киндик-узяк»;
$q_7(t)$ – расход воды, поступающей на второй участок к. «Киндик-узяк»;
$q_8(t)$ – расход воды к. «Тикузяк»
$q_8(t)$ – расход воды к. «Кият-жарган».

Для участка-5 - аналогично выражению для расхода воды в ПС-2 и ПС-4:

$$Q_5(0,t) = \mu_8 a_8(t)\sqrt{2g\left[z_3(l_3,t) - z_5(0,t)\right]},$$
$$Q_5(l_5,t) = \mu_9 a_9(t)\sqrt{2g\left[z_5(l_5,t) - z_6(0,t)\right]} + q_8(t) + q_9(t) + q_{10}(t), \quad (12)$$

где

μ_8 – коэффициент расхода;
$a_8(t)$ – время открытия затвора ПС-2;
$z_i(0, t)$ и $z_i(l_i, t)$ – отметки уровня воды в начале и конце участка-i;
μ_9 – коэффициент расхода;
$a_9(t)$ – время открытия затвора ПС–4;
$q_8(t)$ – расход воды к. «Нурмухаммад»;
$q_9(t)$ – расход воды к. «Бирлик»
$q_{10}(t)$ – расход воды к. «Равшан»

Для участка-6 – аналогично выражению для расхода воды в ПС-4 и ПС-5:

$$Q_6(0,t) = \mu_{10} a_{10}(t)\sqrt{2g\left[z_6(l_6,t) - z_5(0,t)\right]},$$
$$Q_6(l_6,t) = \mu_{11} a_{11}(t)\sqrt{2g\left[z_6(l_6,t) - z_2(t)\right]} + q_{11}(t) + q_{12}(t) + q_{13}(t) + q_{14}(t) + q_{15}(t), \quad (13)$$

где

μ_{10} – коэффициент расхода;
$a_{10}(t)$ – время открытия затвора ПС-4;
$z_i(0, t)$ и $z_i(l_i, t)$ – отметки уровня воды в начале и конце участка-i;
μ_{11} – коэффициент расхода;
$a_{11}(t)$ – время открытия затвора ПС-2;
$q_{11}(t)$ – расход воды к. «Шамурат»;

$q_{12}(t)$ – расход воды к. «Жигишке»;
$q_{13}(t)$ – расход воды к. «Ханжап»;
$q_{14}(t)$ – расход воды к. «Талик»
$q_{15}(t)$ – расход воды к «Олтинкул».

Таким образом, математическая модель динамических процессов к. «Суенли» описывается системой дифференциальных уравнений (5)-(13) с начальными условиями (7) и граничными условиями (8)-(13). При моделировании динамических процессов к. «Суенли» использованы расчетные методы, основанные на разностной аппроксимации с помощью неявных схем [2] и учитывающие структуру ирригационной сети. При этом получена трехдиагональная система алгебраических уравнений комплекса которая решается методом параметрической прогонки. Граничные условия (8)-(13) линеаризуются методом Ньютона на окрестности предыдущего шага по времени. Разработаны алгоритмы и программы для расчета динамических процессов на участках к. «Суенли».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Маковский Э.Э. Автоматизация гидротехнических сооружений. – Фрунзе: «Илим», 1972. – 302 с.
2. Воеводин А.Ф., Шугрин С.М. Численные методы расчета одномерных систем – Новосибирск: Наука, 1981. – 207 с.

Рис. 1 Линейная схема магистальной части ирригационной системы Суенли

УДК 556.18

ОПТИМАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БАССЕЙНОВ РЕК СЫРДАРЬЯ, ТАЛАС И АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Заурбек А.К., Ибатуллин С.Р., Блялова А.К., Паримбек А.К. Кеншимов А.К.
(НИИ водного хозяйства, КВР МСХ РК)

Вода является лимитирующим ресурсом, и от стратегии использования водных ресурсов зависит развитие природных и хозяйственных систем в бассейнах рек. Важное место при этом занимает инженерный аспект стратегии.

Водные ресурсы р. Сырдарья формируются в основном в верхней и средней частях ее бассейна /1,2/, на территориях Кыргызской Республики, Республики Узбекистан и Республики Таджикистан. В пределах Республики Казахстан в р.Сырдарья впадают правобережные притоки - реки Келес и Арысь, а также немногочисленные малые водотоки с хребта Каратау.

Среднемноголетний сток в бассейне р. Сырдарья до 1960 г. был равен 39,0 км^3 воды в год /3/. В настоящее время объем водных ресурсов реки составляет 37,203 км^3, при этом в Казахстане формируется от 3,2 /4/ до 2,426 км^3 воды в год /5/. Сток Сырдарьи в годы с 50 %-ной водообеспеченностью составляет 37,4 км^3 воды /4/.

Верховья реки используются для гидроэнергетических целей. В общей сложности здесь построено 25 относительно крупных районных и несколько десятков мелких ГЭС с суммарной установленной мощностью 776,7 тыс. кВт /4/. Ежегодная потребность в воде коммунально–бытового сектора, отраслей промышленности, сельского и прудового хозяйств не превышает 0,6-0,8 км^3.

Общий объем водозабора в бассейне реки возрос с 29,64 - 25,7 км^3 в 1931-60 гг. до 47,024 - 49,8 км^3 воды в год в 1986-1990гг. /4/. В период 1991-1999гг. наблюдалось некоторое снижение объемов водопотребления: в 1995 г. - 41,413 и в 1999г. - 38,876 км^3 воды в год /5/. Основная доля водопотребления приходится на орошаемое земледелие. Расход воды на орошение возрос с 27,602 км^3 в 1960 г. до 41,253 км^3 в 1990г. Уровень использования водных ресурсов реки давно превзошел 100%-й рубеж /6, 7/.

Объем водных ресурсов Сырдарьи в створе с. Кокбулак (приграничный створ) составляет 581,7 м^3/с (18,3 км^3 воды в год). Объем стока реки в створе г. Кзылорда, рассчитанный по данным /1,8/, до 1960 г. был равен 21,2 км^3 (673,6 м^3/с) что в 1,48 раз больше объема стока в период до 2000 г. Откуда следует, что среднемноголетний сток р. Сырдарья в створе с. Кокбулак до 1960 г. составлял 27,1 км^3 воды в год.

В 60-е годы ежегодный приток воды в Аральское море достигал 14,0 км^3. В тот период для всей территории казахстанской части бассейна р. Сырдарья требовалось 11,1 км^3 воды в год, из которых 2,0 км^3 использовалось на орошение, 8,0 км^3 потребляла придельтовая система озер /9/ и 3,1 км^3 удовлетворяли потребность в воде природных комплексов на территории Южно-Казахстанской и Кзылординской областей. С учетом того, что водные ресурсы реки использовались еще до нашей эры, можно допустить, что до 50-х (ранее принималось - до 60-х) годов наблюдалось условное равновесное состояние биосферы, соответствующее уровню IIб /10/.

Экологическая устойчивость природной среды зависит от уровня использования природных ресурсов и состояния их загрязнения /11-14/. В то же время водные, земельные и энергетические ресурсы рассматриваются как климатообразующие факторы, влияющие на метеорологические показатели.

В 1970 году площадь освоенных земель (пашня, сады и др.) составляла 900 млн. га /15/, а в 90-е годы - 4553 млн. га, т.е. за указанный период освоенность сельскохозяйственных земель повысилось с 25 до 33 %, а площадь нарушенных человеком земель достигла 300 млн. га. В настоящее время за минуту опустынивается от 10 до 44 га земли /12/. Так, площадь пустынных земель в 1990 и 2000 гг. составила соответственно 8 и 9%. Можно ожидать, что при таком темпе площадь пустынь в 2010 г. составит 11 , в 2020 г. – 14 и в 2030 г. - 18-20%.

Ежегодно возобновляющийся речной сток нашей планеты имеет объем 36480 км^3 /15,16/. Уровень использования водных ресурсов за указанный период равен соответственно 1,1 и 16,4 %.

По прогнозным данным /17/, к 2020 году численность населения составит 8092 млн. человек, а суммарное производство энергетических ресурсов к 2010 году- 15134 млн.т.у.т. Расчеты показывают, что если за период существования человеческого общества к 2000 году было использовано порядка 520 млрд.т.у.т., то к 2030 году эта величина повысится до почти 1000 млрд.т.у.т., что составит около 25-26,6 % всех наличных энергетических ресурсов мира. Это означает, что суммарная установленная мощность всех электростанций мира составит 5000 млн.кВт ($5 \cdot 10^{12}$Вт). При этом термодинамический (тепловой) лимит биосферы - суммарная энергия, усваиваемая живыми организмами биосферы в совокупности с другими энергетическими процессами, происходящими на поверхности Земли, - может составить $(140\text{-}150) \cdot 10^{12}$Вт /12/. Установлено, что 5%-ный уровень использования природных ресурсов еще не выводит природные системы из устойчивого равновесного состояния /12,18/. В настоящее время 5%-ный термодинамический лимит биосферы составляет $(7\text{-}7{,}5)10^{12}$Вт. К 2030 году суммарная установленная мощность всех электростанций мира достигнет 70-75% от 5% термодинамического лимита биосферы. Отсюда следует вывод, что 2030 год может оказаться критическим периодом и для биосферы в целом и для развития цивилизации (уровень «II^Д-ое критическое»).

На основании приведенных расчетов можно заключить, что необходимо ограничить дальнейший рост использования энергетических ресурсов и стабилизировать развитие энергетических мощностей, вследствие чего снижение содержания кислорода в атмосферном воздухе также стабилизируется. Если в дальнейшем не превышать установленный предел использования кислорода, к 203520-40 гг. сформируется новый – III-ий уровень экологического равновесного состояния биосферы.

По мере развития отраслей экономики, сопровождаемого истощением водных ресурсов р. Сырдарья, общая заболеваемость населения возрастает /19/. Следовательно, необходимо не только ограничить объемы использования водных ресурсов, но и следует добиваться поэтапного снижения уровня заболеваемости.

Проблема удовлетворения растущих потребностей отраслей экономики в воде с одновременным сохранением экологического состояния окружающей среды ставит перед специалистами противоречивые и сложные задачи. Необходимо разработать обоснование объемов воды, выделяемых для охраны природных комплексов, выбрать современные критерии эффективности водохозяйственных мероприятий. Поэтому вопросы рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды на современном этапе развития общества является одними из актуальных.

В статье обсуждаются результаты анализа водохозяйственной и экологической обстановки в бассейне р. Сырдарья, предлагается методика эколого-экономического обоснования предельного уровня использования речной воды и результаты ее применения для расчетов указанного уровня бассейнов рек Талас и Сырдарья. Необходимость обоснования оптимального уровня использования водных ресурсов бассейнов рек определяется Водным Кодексом Республики Казахстан (2003г.).

В настоящее время эффективность водохозяйственных мероприятий оценивается на основе выгоды, полученной от использования проектируемого объекта, без учета его влияния на экологическое равновесие среды в бассейне реки. Развитие отраслей экономики в верховьях Сырдарьи не увязывается с вопросами охраны окружающей среды в ее нижнем бьефе. Причиной является то, что отсутствует единый методологический подход к определению допустимой нагрузки на природную среду, не обоснованы допустимые пределы отбора водных ресурсов реки, отвечающие социальным, экологическим и экономическим требованиям, т.е. условиям экологически устойчивого развития.

Критерием для выбора оптимального уровня использования водных ресурсов (УИВР) бассейна реки является достижение максимального народнохозяйственного эффекта от развития отраслей экономики в аридных зонах, определенного с учетом требований охраны природных экосистем

$$ВВП_i = Д_i - У_i - З_i, \qquad (1)$$

где $ВВП_i$ - внутренний валовой продукт при i-ом варианте комплексного использования водных ресурсов бассейна реки;

$Д_i$ - доход отраслей экономики при i-ом варианте комплексного использования водных ресурсов бассейна реки с учетом положительных сопутствующих эффектов;

$У_i$ - ущерб от истощения и загрязнения водного источника при i-ом варианте комплексного использования водных ресурсов бассейна реки с учетом отрицательных сопутствующих эффектов;

$З_i$ - расчетные затраты при i-ом варианте комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна реки.

Для обоснования оптимального УИВР бассейна реки рассматриваются следующие уровни устойчивого развития отраслей экономики:

- «нулевой» (исходный) уровень (нулевой УИВР бассейна реки), за который принимается такое состояние, когда потребности в воде водопотребителей и водопользователей равны нулю. При этом УИВР в водном источнике сохраняется естественный гидрологический режим, а задача сводится к установлению дохода народного хозяйства как суммы доходов отраслей экономики:

$(Д^j_{оэi})$ и равен $Д^o = \sum_{i=1}^{n} Д^o_{оэi}$.

-современный уровень развития отраслей экономики (современный УИВР бассейна реки), который определяется фактическим УИВР (коэффициент зарегулирования стока). Рассматриваются разные варианты использования водных ресурсов бассейна реки (варианты зарегулирования стока): α =0,1;0,2;0,4;0,6;0,8 и 1,0

Задача сводится к определению дохода народного хозяйства ($Д^c_j$) как суммы доходов отраслей экономики ($Д^c_{оэij}$) для j-го варианта зарегулирования стока:

$$Д^c_j = \sum_{i=1}^{n} Д^c_{оэij}$$

- перспективный уровень развития отраслей экономики, (перспективный УИВР бассейна реки с учетом более совершенных технологий). Анализируются варианты

комплексного использования водных ресурсов бассейна реки от фактического уровня зарегулирования стока до уровня α=1,0 с определенным шагом степени использования стока. Развитие отраслей экономики на перспективу принимается в соответствии с планом развития народного хозяйства рассматриваемой территории. Задача сводится к определению дохода народного хозяйства ($Д_j^n$) как суммы доходов отраслей экономики для j-го варианта зарегулирования стока:

$$Д_j^n = \sum_{i=1}^{n} Д_{оэij}^n$$

Ущерб от истощения и загрязнения водных источников устанавливается для тех же УИВР бассейна реки и с теми же вариантами зарегулирования стока.

При нулевом уровне развития отраслей экономики и нулевом УИВР бассейна реки ущерб окружающей среде не наносится и экологические требования удовлетворяются полностью, т. е. $У^0 = 0$.

В случае современного уровня развития отраслей экономики (современный УИВР) ущерб народному хозяйству ($У_j^c$) устанавливается как сумма ущербов от загрязнения и истощения водных ресурсов (соответственно $У_{зj}^c$ и $У_{иj}^c$) для рассматриваемого j-го варианта зарегулирования стока:

$$У_j^c = У_{зj}^c + У_{иj}^c \qquad (2)$$

Для перспективного уровня развития отраслей экономики (перспективный УИВР). ущерб народному хозяйству ($У_j^n$) определяется как сумма предполагаемых ущербов от загрязнения ($У_{зj}^n$) и истощения ($У_{иj}^n$) водных ресурсов для рассматриваемого j - го варианта зарегулирования стока:

$$У_j^n = У_{зj}^n + У_{иj}^n \qquad (3)$$

По предлагаемой методике выполнен расчет оптимального УИВР для бассейна р. Талас. Анализировались следующие УИВР реки: $\alpha = 0{,}0;$ 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 и 1,0. Результаты расчета показаны на рис. 1. Анализ графика показывает, что с возрастанием уровня зарегулирования стока доход народного хозяйства неуклонно возрастает, однако одновременно прогрессивно возрастает ущерб от истощения и загрязнения водных ресурсов. Величина ВВП при низком уровне зарегулирования стока сначала увеличивается, затем снижается. Максимальное значение ВВП наблюдается при коэффициенте зарегулирования стока $\alpha = 0{,}65$. Отсюда следует, что оптимальный объем водных ресурсов бассейна р. Талас, который может быть использован отраслями экономики, должен быть равным 65% среднемноголетнего стока, а для поддержания природных комплексов в бассейне реки достаточно 35% среднемноголетнего стока.

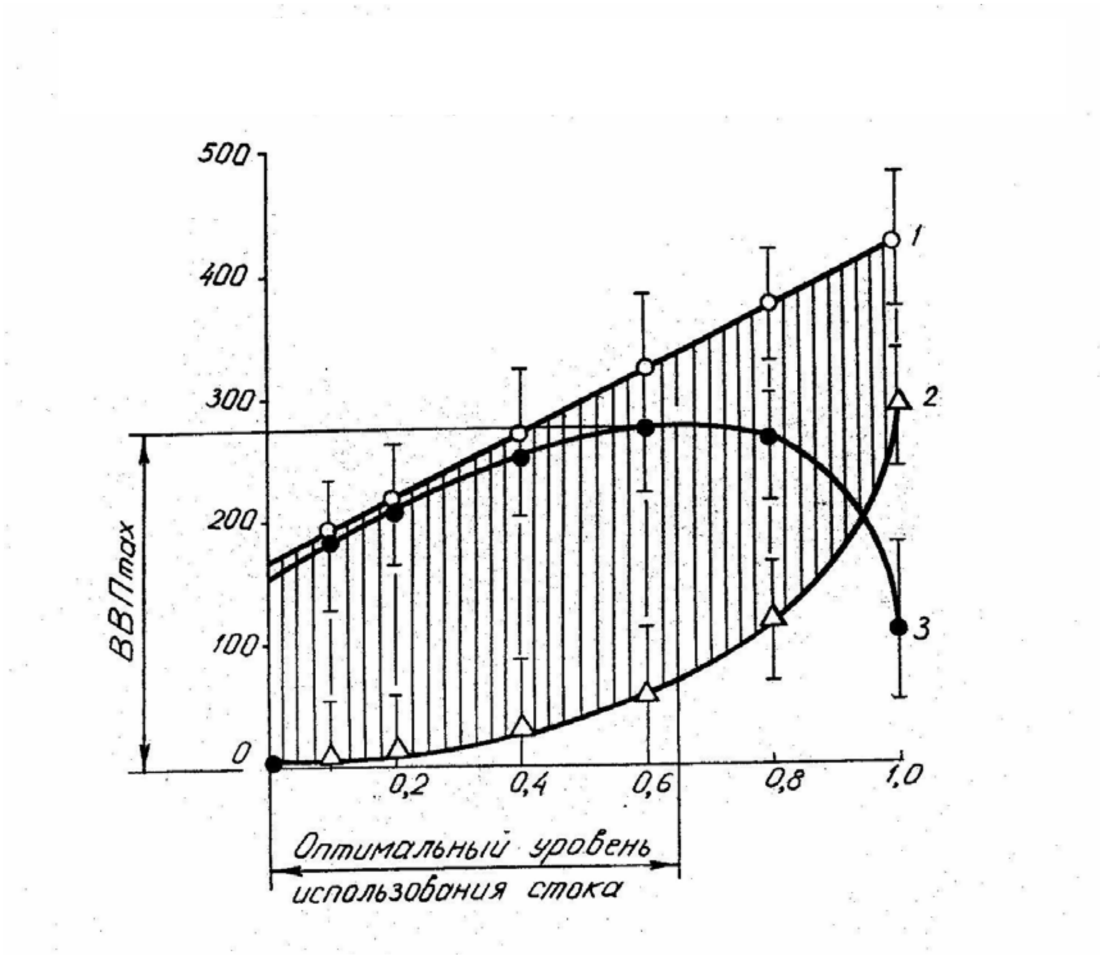


Рис.1. Изменение дохода, ущерба и внутреннего валового продукта при разном уровне использования водных ресурсов реки Талас.

Ось абсцисс – уровень использования водных ресурсов реки ось ординат – доход, ущерб, и внутренний валовый продукт (х 10^6тенге). Обозначение кривых: 1 – доход;. 2 – ущерб; 3-внутренний валовой продукт

Сценарий вододеления водных ресурсов р.Сырдарья зависит от уровня развития отраслей в государствах, совместно использующих ее воды. Государства Туркменистан, Таджикистан, Кыргызстан, Узбекистан и Казахстан являются пятью самостоятельными водопотребителями. Аральское море имеет статус самостоятельного – шестого – водопотребителя, в связи с чем режим и качество воды рек Сырдарья и Амударья должны удовлетворять условиям сохранения или восстановления Аральского моря. В настоящее время существуют другие альтернативные варианты его сохранения. Например, на основе обоснования его оптимального эколого-экономического уровня или сохранения на концевых участках рек Сырдарья и Амударья самостоятельных водоемов: Малого Северного и Большого морей.

Особенностью Аральского моря является то, что экологическое состояние природной среды в его бассейне начиная с 60-х годов постоянно ухудшалось и в настоящее время оценивается как катастрофическое. Если исходить из позиции охраны окружающей среды и создания благоприятных экологических условий для нынешнего и

будущего поколений в бассейне Аральского моря, то сохранение (восстановление) уровня моря не должно вызывать сомнений. Прогнозировать уровень моря необходимо в соответствии со сценариями выделения воды для Республики Казахстан по р. Сырдарья.

Нами проведен анализ разных сценариев использования водных ресурсов бассейна Аральского моря с учетом разных вариантов удовлетворения требований охраны окружающей среды, а также сделан прогноз параметров Аральского и Малого Северного морей.

Нулевой вариант - полное (100%-ое) удовлетворение требований охраны окружающей среды. Приток в Аральское море равен 56,0 км^3 воды в год, ее минерализация - 0,9 г/л. Соленость моря составит 10% в 2005г. К 2090г. произойдет стабилизация уровня Аральского моря на отметке 53,0м. и.

Первый вариант - удовлетворение требований охраны окружающей среды на 75%. Приток в Аральское море равен 42,0 км^3 воды в год, минерализация приточной воды - 0,9 и 1,1 г/л.. Стабилизация уровня моря ожидается на отметке 45,0м к 2050 г., степень минерализации воды в 2040 г. составит 10%. Обеспечивается возможность сохранения единого моря.

Второй вариант – удовлетворение требований охраны окружающей среды на 50%. Приток в Аральское море равен 28,0 км^3 воды в год с минерализацией приточной воды 0,9 и 1,4 г/л. В этом варианте сохранение единого моря невозможно, однако требования Малого Северного моря по воде удовлетворяются в полном объеме. Приток в Малое Северное море равен 7,0 км^3 воды в год. Стабилизация уровня воды в Малом море ожидается на отметке 53,0 м с минерализацией воды 10% в 2010 г.

Третий вариант – удовлетворение требований охраны окружающей среды на 25%. Приток в Малое Северное море равен 3,5 км^3 воды в год с минерализацией приточной воды 0,9 и 1,6 г/л. Стабилизация уровня моря произойдет на отметке 41,5м в 2030 г. с минерализацией воды 10%.

Четвертый вариант – требования охраны окружающей среды не удовлетворяются. Уровень воды в Малом Северном море продолжает снижаться и к 2010 г. составит около 33,0м с минерализацией воды 125%.

Народнохозяйственный доход при разных вариантах использования водных ресурсов в бассейне Аральского моря приведен на рис. 2.

Анализ водохозяйственной ситуации в бассейне Аральского моря показывает, что доходы отраслей экономики возрастают с повышением УИВР. Возрастание показателей дохода и ущерба можно наблюдать во всех диапазонах УИВР, тогда как возрастание величины народнохозяйственного дохода наблюдается до α=0,25 (25 % уровень использования стока рек Амударьи и Сырдарьи). Дальнейшее повышение УИВР не приводит к желаемым результатам. Отсюда можно заключить, что оздоровление экологической обстановки возможно только на основе анализа водохозяйственной ситуации по бассейну Аральского моря в целом, т.е., проблему Аральского моря надо рассматривать как единую для всех государств Средней Азии, а также и для Афганистана, и для Ирана.

Следует отметить, что, к сожалению, усилия Республики Казахстан по сохранению части Аральского моря (Малого моря) не решают экологическую проблему для низовьев р. Сырдарья, однако несколько смягчают ситуацию.

Ухудшение состояния природной среды ощущается в основном в зоне Приаралья, которая охватывает территорию юга Казахстана и северных районов Узбекистана. Вследствие этого другие государства Средней Азии (Кыргызстан, Таджикистан) не проявляют должной активности в решении проблемы Аральского моря. В отдаленной перспективе отрицательные последствия усыхания Аральского моря затронут интересы не только всех среднеазиатских государств, но, очевидно, и государств дальнего зарубежья.

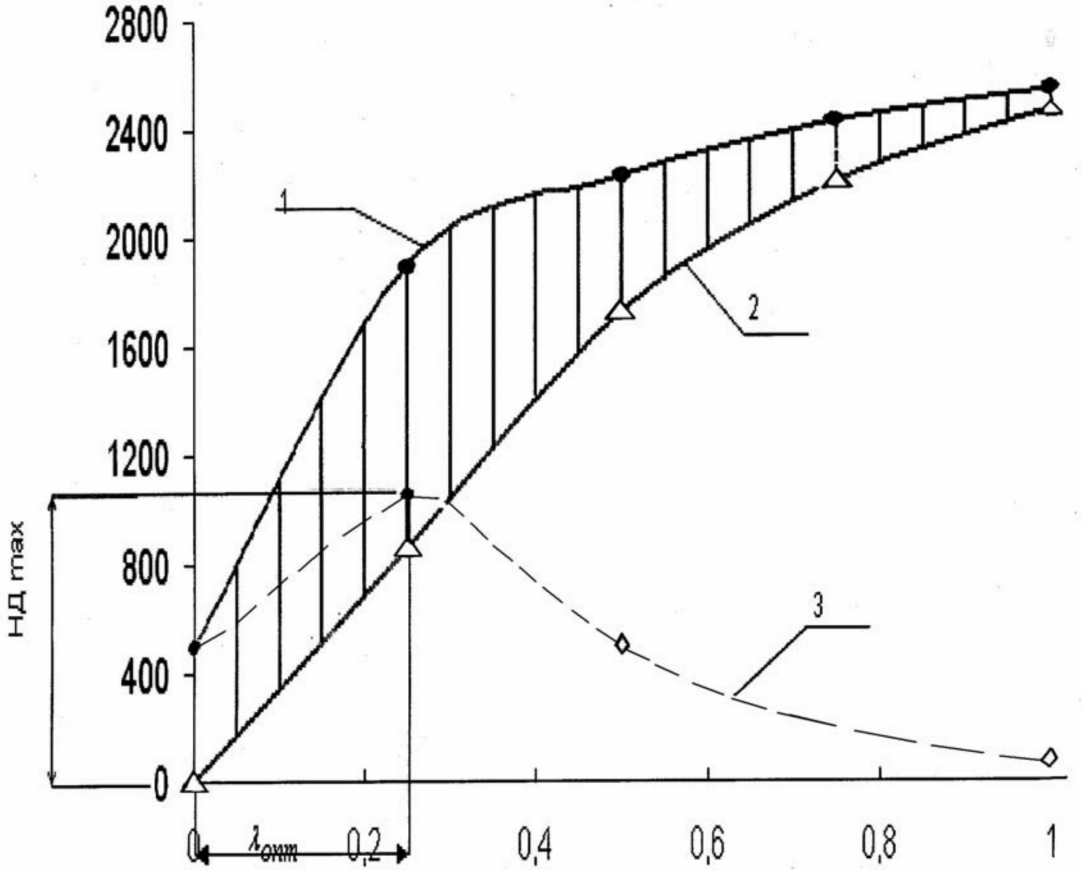


Рис.2. Изменение дохода, ущерба и народнохозяйственного дохода при разных сценариях развития водного хозяйства в бассейне Аральского моря.

Ось абсцисс – уровень использования водных ресурсов(в долях от единицы); ось ординат - доход, ущерб и народнохозяйственный доход (х 10^9 тенге).

Обозначение кривых: 1 – суммарный доход отраслей экономики, 2 – ущерб окружающей среде, 3 – народно-хозяйственный доход.

Анализ современной водохозяйственной, экологической и экономической ситуации в бассейне Аральского моря позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время

оптимальный эколого-экономический уровень Аральского моря соответствует отметке 45,0 м, а УИВР его бассейна должен составлять 25 % (α=0,25).

Результаты расчетов оптимального УИВР бассейна Аральского моря нуждаются в уточнении для более детального размещения производительных сил на территории государств Средней Азии как в настоящее время, так и в перспективе, а также для определения величины ущерба окружающей среде. Однако методологические основы определения оптимального УИВР бассейна рек отвечают стратегии развития водного хозяйства и могут использоваться для обоснования показателей устойчивого развития отраслей экономики и приемлемых условий сохранения природных комплексов

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. - Л.: Гидрометеоиздат, 1969. - Т.14, Вып.1.
2. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. - Л.: Гидрометеоиздат, 1965. - 691 с.
3. Коренистов Д.В., Крицкий С.Н., Менкель М. Ф., Шимельмиц И.Я. Проблема Аральского моря // Водные ресурсы. – 1972. - №1. - С. 138-162.
4. Бурлибаев М.Ж., Достай Ж.Д., Турсунов А.А. Арало-Сырдаринский бассейн (Гидроэкологические проблемы, вопросы вододеления).- Алматы.: Дәуір. -2001. - 180 с.
5. Кипшакбаев Н.К., Соколов В.И. Водные ресурсы бассейна Аральского моря - формирование, распределение, водопользование // Водные ресурсы Центральной Азии. Материалы науч.- практ. конф., посвященной 10-летию МКВК 20-22 февр. 2002 г. - С. 47-55.
6. Заурбеков А.К, Бишимбаев А.К. Экологическая обстановка по бассейнам рек Казахстана //Гидрометеорология и экология. - Алматы: ТарГУ, 1999. - №4. - С.74-84.
7. Рубинова Ф.Э. Изменение стока р. Сырдарья под влиянием водохозяйственного строительства в ее бассейне // Тр. САРНИГМИ. - М.: Гидрометеоиздат, 1979. - Вып. 58 (139).
8. Материалы Кзылординского областного комитета по водным ресурсам и Сырдарьинского водохозяйственного объединения.
9. Таиров М.Т. Рыбоводство и рыболовство (Справочное пособие). - Алматы: Кайнар, 1985. - 344с.
10. Заурбек А.К., Сулейменова С.Ж. К классификации природоохранных мероприятий // Гидрометреология и экология. - 2002. - №4. - С. 208-212.
11. Сидоренко А.В. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов СССР // Общество и природная среда. - М.: Мысль, 1980. – С. 32-43.
12. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь - справочник. - М.: Мысль. 1990 - 637 с.
13. Қазақ совет энциклопедиясы. – Алма-Ата,, 1972. - 1-том. - 648 б.
14. Турсунов А.А. От Арала до Лобнора (Гидроэкология бессточных бассейнов Центральной Азии) – Алматы:ТОО «Верена», 2002. - 340 с.
15. Беккер А.А., Агаев Т.Б. Охрана и контроль загрязнения природной среды. Гидрометеоиздат, 1989. - 288 с.
16. Заурбек А.К., Маханов М. Су шаруашылык кешенін жобалау. -Тараз: Тараз университеті; 2003. -340 б.
17. Дукенбаев К.Д. Энергетика Казахстана. Движение к рынку.-Алматы: Ғылым, 1998. - 584 с.
18. Заурбек А.К. , Кушербаев А.К., Кудайбергенов Н.Р. Режимы водных ресурсов и состояние здоровья населения в низовьях реки Сырдарья // Гидрометеорология и экология. – 2004. - №2. - С. 167-179.

УДК 621.65

ПРИМЕНЕНИЕ НАСОСНО-ЭЖЕКТОРНЫХ УСТАНОВОК НА КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ СЕТЯХ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Зенкова В. А
(ТИИМ)

В связи с необходимостью повышения эффективности и интенсивности различных отраслей народного хозяйства особый интерес представляют установки, в которых струйные насосы (эжекторы) используются в комплексе с лопастными насосами. Установки с эжекторами позволяют существенно расширить функциональные возможности насосного оборудования. На основе совместного применения лопастных насосов и эжекторов можно увеличить напор, подачу или допустимую высоту всасывания насосов; создавать вакуум или получать сжатый воздух; намного увеличить глубину, с которой можно поднимать жидкость; предотвращать кавитацию в центробежных насосах и осуществлять многие другие операции.

Эжекторы смешивают рабочую и всасываемую жидкости и далее совместно их транспортируют. Возможность широкого распространения эжекторов обусловлена следующими преимуществами: высокая самовсасывающая способность; возможность перекачки жидкостей, газов, гидросмесей; отсутствие подвижных деталей и простота устройства; малые габаритные размеры и масса; возможность размещения в труднодоступных местах; простота регулирования подачи и напора.

Струйные аппараты имеют и недостатки: необходимость использования для привода,постороннего источника напорной жидкости; низкий КПД (до 40%); безвозвратный сброс используемой рабочей жидкости (в некоторых случаях).

Установки лопастных насосов со струйными аппаратами позволяют не только наиболее полно использовать технологические преимуществапоследних, но и дают возможность увеличить КПД установок (по сравнению с КПД струйного насоса, имеющего предел, обусловленный неизбежностью потерь при смешивании рабочего и всасываемого потоков). Поэтому повышение КПД установок с центробежными насосами и эжекторами может быть достигнуто, если большую часть работы по перекачке жидкости будет совершать центробежный насос, имеющий высокий КПД, а струйный насос будет выполнять лишь определенные технологические функции.

Несмотря на все преимущества, в Узбекистане струйные аппараты и установки с ними пока широко не применяются. Основная причина этого – отсутствие простых методик расчета.

Анализ методов расчета струйных насосов приведен в работах [1-5] и др.. Практически все существующие методики расчета струйных насосов различного назначения основаны на использовании теории Соколова-Зингера.

В Узбекистане исследованиями струйных насосов различного назначения занимались Е.А Соседко [6], В.П.Судаков, В.А. Зенкова, В.А.Хохлов. На основе проведенных кафедрой ИВЭ и НС ТИИМ исследований с использованием теории Е. Я. Соколова и Н. М. Зингера разработаны методики расчета вакуумных, дренажных и осушительных систем для насосных станций. Они использовались институтом «Узгипроводхоз» при проектировании вакуумных и дренажных систем для насосных станций “Искра”, “Амузанг”, “Какайты” и др., которые затем успешно эксплуатировались. Анализ результатов исследований различных по назначению, конструкции и размерам струйных аппаратов, проведенных кафедрой, показывает хорошую сходимость опытных и теоретических параметров, вычисленных по разработанным методикам. Поэтому

необходимо продолжить работу по внедрению насосно-эжекторных установок в различных отраслях Узбекистана.

Длительной эксплуатацией в Узбекистане открытого дренажа установлено, что в период вегетационных поливов и дождей коллектора из-за малых уклонов не успевают отвести воду, что приводит к подъему грунтовых вод, засолению почв, снижению урожайности. Для увеличения расхода по длине коллектора устанавливают насосные станции, которые работают в режимах малой эффективности и имеют недостаточную подачу. Эти недостатки можно устранить при использовании для коллекторно-дренажной сети водоподъемной установки с центробежным насосом и эжектирующим устройством [6]. Исследования по применению насосно-эжекторной установки, проведенные ранее, не касались вопросов, связанных с методом расчета таких установок, определением их параметров и размеров.

В водоподъёмных установках коллекторов часто применяются насосы с напорами, превышающими требуемые, в результате чего работа насосов не экономична. Для этих целей целесообразно использовать насос с эжектором, что позволяет увеличить подачу за счет снижения высоты подъема. На (рис.1) дан эскизно-конструктивный чертеж насосной установки с эжектором. В случае обычной насосной установки насос (3) с электродвигателем (4) через всасывающий патрубок (1) забирает воду из коллектора и подает ее по нагнетательному трубопроводу (7) в отводящий канал. В случае насосной установки с эжектором на напорном трубопроводе устанавливается эжектор (5) в виде сужающегося сопла. Вода, вытекая из сопла с большой скоростью, создает вакуум, благодаря которому по всасывающему трубопроводу эжектора (6) из коллектора в трубопровод (7) поступает дополнительный объем воды.

Для расчета параметров насосно-эжекторных установок на коллекторно-дренажных сетях и определения основных размеров эжектора предлагается простая методика расчёта, основанная на использовании обобщенных характеристик струйных насосов (эжекторов). Эти характеристики получены по результатам теоретических расчетов коэффициентов инжекции, относительных перепадов давлений и КПД струйных насосов для различных соотношений диаметров камеры смешения и выходного отверстия сопла (рис.2).

Сравним работу насосных установок по двум вариантам на конкретном примере: для обычной насосной установки (вариант 1) и для насосно-эжекторной установки (вариант 2) при следующих одинаковых исходных данных:

– расход воды в коллекторе $Q_к = 0,9$ м^3/с;

– высота подъема (от уровня воды в коллекторе до уровня воды в отводящем канале)

$H_с = 3,0$ м.

Вариант 1. Принимаем число насосов – 10, тогда расход одного насоса равен:

$$Q_н = Q_к/10 = 0,09 \text{ м}^3/\text{с}$$

По выбранному расходу и высоте подъёма принимаем насосы типа К290/18 с параметрами: напор насоса $H_н = 11,6$ м; число оборотов n = 1450 об./мин; мощность $N_н = 14$ кВт; КПД $\eta_н = 0,75$; диаметр напорного патрубка $d_н = 0,15$ м.

Так как принятый насос имеет напор $H_н$ больше требуемого напора $H_с$, то при работе в течение суток количество теряемой электроэнергии будет равно:

$$\Delta Э = 9,81 \times Q_H (\frac{H_H - H_C}{\eta_H}) \times 24 часа = 9,81 \times 0,09 (\frac{11,6 - 3}{0,75} = 243 кВт \times ч$$

КПД насосной установки равен:

$$\eta_{H.У.} = \frac{Q_H \times H_C}{Q_H \times H_H} = \frac{0.09 \times 3}{0.09 \times 11.6} = 0.26$$

Вариант 2. Принимаем тот же насос типа К290/18, что и для варианта 1, но с эжектором (5) (рис.1). Эжектор расположен под уровнем воды в коллекторе, поэтому принимаем напор от 2 до 1 м, который эжектор создает во всасывающем трубопроводе (6). В данном примере Нв = 1,0 м. Необходимо определить расход воды $q_{эж}$, всасываемой эжектором, размер выходного отверстия сопла d_p и диаметр нагнетательного трубопровода d_3. Для этого используем обобщенные характеристики струйных аппаратов (эжекторов), показанные на рис.2.

Определяем относительный перепад давления эжектора:

$$\Delta Pc/\Delta Pp = (Hc - Hв) / (Hн - Hв) = (3 - 1) / (11,6 – 1,0) = 0,19$$

На характеристиках (рис.2) откладываем значение $\Delta Pc/\Delta Pp = 0,19$ и проводим горизонтальную линию вправо до пересечения с пунктирной линией (линией оптимальных коэффициентов инжекции, $Uo = q_{эж} / Qн$); находим Uo = 1,15. Затем опускаем перпендикуляр на ось dз/dр и получаем значение dз/dр = 2,05. Принимаем значение $dз \geq dн$; dз = dн = 0,15 м. Тогда диаметр выходного отверстия сопла равен dр = dз /2,1 = 0,15 / 2,05 = 0,07 м. Расход $q_{эж} = Uo \cdot Qн = 1,15 \cdot 0,09 = 0,104$ м^3/с. Таким образом, насос типа К290/18 обеспечивает водоподъем на требуемую высоту Нс = 3 м с расходом $Qн + q_{эж} = 0,09 + 0,104 = 0,2$ м^3/с. Для обеспечения откачки расхода воды коллектора Qк = 0,9 м^3/с потребуется установка из 5-ти насосов, а не из 10-ти (как в варианте 1). КПД насосно-эжекторной установки равен:

$$\eta = \frac{(Q_H + q_{эж}) \times H_C}{Q_H \times H_H} = \frac{(0,09 + 0,104) \times 3}{0,09 \times 11,6} = 0,56$$

что более чем в 2 раза превышает КПД в варианте 2.

Таким образом, энергия, теряемая при работе насоса типа К290/18 в варианте 1, расходуется на обеспечение перекачки дополнительного расхода $q_{эж}$ в варианте 2, что позволяет принять меньшее число насосов.

В приведенных вариантах центробежный насос типа К290/18 приведен только для наглядного примера расчета, фактически аналогичный расчет может быть сделан для других насосов различных напоров.

Вывод

Применение насосно-эжекторных установок на коллекторно-дренажных сетях мелиоративных систем позволяет увеличить водоподачу за счет разности между напором насоса и требуемой высотой подъема. При этом КПД насосно-эжекторной установки выше КПД обычной установки. Для расчета параметров насосно-эжекторной установки предложена простая методика расчета, основанная на использовании характеристик струйных насосов (эжекторов).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Каменев П.Н. Гидроэлеваторы в строительстве. - М.: Стройиздат,1964. -403 с.

2. Соколов Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. - М.: Энергия, 1970. – 288 с.

3. Фридман Б.Э. Гидроэлеваторы. - М.: Машгиз,1960. – 324 с.

4. Подвидз Л.Г., Кирилловский Ю.Л. Расчёт струйных насосов и установок. - С.44-97.

5. Неминский М.Л. Применение эжекторов в гидротехнических сооружениях. - М.: Энергоатомиздат, 1982. – 96 с.

6. Соседко Е.А. Увеличение подачи центробежных насосов за счет применения эжектирующего устройства(Отчёт НИР кафедры ИВЭиНС ТИИИМСХ) – Ташкент, ,1989. – С. 67-72.

УДК 627.4

ГИДРОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ РЕК С МЕЛКОПЕСЧАНЫМ РУСЛОМ

Исмагилов Х.А., Хамдамов Ш.Р.
(САНИИРИ им. В.Д. Журина)

Для проектирования гидротехнических сооружений на реках необходимы расчетных зависимости, связывающие размеры их русел с основными факторами, формирующими их. Установлением таких зависимостей занимались многие исследователи [1,2,3], однако учесть все факторы, влияющие на формирование русла, пока не удалось.

В настоящей работе сделана попытка получить расчетные зависимости для рек с мелкопесчаным руслом, учитывающие водность потока, уклон и характеристику грунта, слагающего дно и берега русла.

Для получения расчетных зависимостей ширины и средней глубины русла реки от основных факторов мы исходили из постулата В.М. Лохтина [2]. В этом постулате М.А. Великанов [1], рассматривая динамическую сторону формирования речного русла, конкретизировал три категории, использовав для этого следующие параметры: расход (Q), уклон (i) и среднюю крупность частиц дна (d). Эти три величины, по мнению М.А. Великанова, должны определять средние морфологические характеристики руслового потока: глубину и кривизну на закруглениях. Свойства грунтов, прорезаемых течением потока, учтены нами дополнительно в виде коэффициента крепости грунта ($f_{кр}$), предложенного М.М. Протодиаконовым [3].

Исходя из вышеизложенного ширину и глубину русла реки можно представить в виде одночлена $Q, g^{*}i, f_{кр*}d$:

$$B = \kappa_1 \cdot Q^{X_1} \cdot (g \cdot i)^{Y_1} \cdot (f_{кр} \cdot d)^{Z_1} \quad (1)$$

$$H = \kappa_2 \cdot Q^{X_2} \cdot (g \cdot i)^{Y_2} \cdot (f_{кр} \cdot d)^{Z_2} \quad (2),$$

где $к_1$, $к_2$ - коэффициенты пропорциональности; x_1, x_2, y_1, y_2, z_1, z_2 - показатели степени.

Далее, применяя теорию размерности, находим формулы для определения ширины и глубины русла:

$$\frac{B}{f_{кр} \cdot d} = \kappa_1 \cdot \left[\frac{Q}{(f_{кр} \cdot d)^{2,5} \cdot \sqrt{g \cdot i}}\right]^{X_1} \quad (3)$$

$$\frac{H}{f_{кр} \cdot d} = \kappa_2 \cdot \left[\frac{Q}{(f_{кр} \cdot d)^{2,5} \cdot \sqrt{g \cdot i}}\right]^{X_2} \quad (4)$$

В формулах (3) и (4) коэффициенты $к_1$ и $к_2$, а также показатели степени x_1 и x_2 являются неизвестными и должны определяться по данным натурных исследований. Указанные коэффициенты и показатели степени были ранее определены нами по натурным данным гидрометеослужбы Узбекистана для р.Амударья [4] и по данным гидрометеослужбы Китая для створа Хуаюанькоу р. Хуанхэ, имеющей мелкопесчаное русло. Это створ расположен на 768 км выше от устья реки и находится в зоне широкой поймы. На правом берегу р. Хуанхэ в районе створа построены защитно-регулировочные сооружения. Левый ее берег - низкий и сложен из легкоразмываемого грунта. Мы использовали данные по расходу, уклону, среднему диаметру донных отложений, глубине

и ширине русла р.Хуанхэ за 1977 и 1980 гг. (всего 46 данных). При этом диапазон изменения гидравлических элементов находился в следующих пределах:

B= 262 ~ 2640 м ; I= 0,00008 ~ 0,00058 ;
H= 0,84 ~ 3,76 м ; D= 0,0001 ~ 0,00017
Q= 236 ~ 10800 $м^3/с$

Коэффициент крепости ($f_{кр}$) для отдельных видов грунтов определяется по нижеследующим формулам М.М. Протодиаконова [3]:

для сыпучих материалов: $f_{кр} = tg\ \varphi$ (5)

для связных грунтов: $$f_{кр} = \frac{tg\varphi \cdot \sigma + c}{\sigma}$$ (6)

для скальных пород: $f_{кр} = 0,1\ R_{сж}$ (7)

где φ - угол внутреннего трения грунта; с - коэффициент сцепления;
$R_{сж-}$ - предел прочности;
σ - напряжение, при котором определяется сопротивление породы сдвигу.

Коэффициент крепости для отдельных видов грунтов имеет следующие значения:

для песчаных грунтов: fкр = 0,5-0,6;
для глинистых грунтов: fкр = 0,8-1,5;
для каменистых грунтов: fкр = 1,5- 2,5;
для скальных пород: fкр = 2,0- 4,0.

Используя гидравлические элементы потока для гидроствора Хуаюанькоу р.Хуанхэ, мы рассчитали критерии:

$$\frac{B}{f_{кр} \cdot d},\qquad \frac{H}{f_{кр} \cdot d}\ \text{и}\qquad \frac{Q}{(f_{кр} \cdot d)^{2,50}\sqrt{g \cdot i}}$$

Обработанные данные находятся в пределах прямой линии. Пользуясь прямыми линиями, аналитическим путем определили коэффициенты и показатели степени в выражениях (3) и (4): $X_1 = 0,6$; $X_2 = 0,3$; $K_1 = 0,36$; $K_2 = 0,1$.

После этого указанные выражения имеют вид:

$$B = 0,36\frac{Q}{(f_{kp} \times di)^{0,5}(g \times i)^{0,3}}, \qquad (8)$$

$$H = 0,1\frac{Q^{0.3}9f_{kp} \cdot d)}{(g \cdot i)^{0.15}} \qquad (9)$$

При сравнении показателей степени в формулах (8) и (9) для рек Хуанхэ и Амударья оказалось, что для ширины р. Хуанхэ значение показателей больше (x_1=0,6), чем для ширины р. Амударья (x_1=0,5), а для глубины (Н) показатели р.Хуанхэ и р. Амударья имеют одинаковое значение (x_2=0,3). Это значит, что на р. Хуанхэ с ростом расхода воды ширина русла растет в большой степени по сравнению с р. Амударья. В этом большую роль играют, по нашему мнению, мутность потока и крупность наносов. На р. Хуанхэ средняя мутность потока в 10 раз больше, чем средняя мутность потока р. Амударья, а крупность наносов меньше.

Полученные зависимости (8) и (9) в отличие от раннее существующих учитывают устойчивость берега русла. Ими можно пользоваться при расчетах ширины и средней глубины рек, при проектировании защитно-регулировочных сооружений, водозаборных гидроузлов, а также при моделировании р. Хуанхэ.

Рассмотрим возможности использование полученной зависимости (9) для выбора масштаба моделирования русла р. Хуанхэ. Как известно, моделирование русла, сложенного из мелкопесчаных наносов, на равнинном участке реки производится по методу искаженного моделирования. При таком моделировании масштабные коэффициенты принимаются следующие:

1. Коэффициент горизонтального масштаба исходя из размера модельной площадки: $\alpha_d = \frac{d_H}{d_{Mv}} = \frac{0{,}10}{0{,}06} = 1{,}6$;
2. Коэффициент масштаба крупности наносов: $\alpha_d = \frac{d_H}{d_M} = \frac{0{,}10}{0{,}06} = 1{,}6$;
3. Коэффициент масштаба берега принимают равным $\alpha_{t'кр} = 1$, так как модель и натура состоят из мелкого песка;
4. Коэффициент вертикального масштаба, определенный по формуле (9): $\alpha_h = \alpha_B^{0,64}\alpha_{f_{kp}}^{0,25} = 800^{0,64}1^{0,25}1{,}6^{0,25} = 81$;
5. Коэффициент масштаба расхода воды: $\alpha_Q = \alpha_B\alpha_h^{1.5} = 800 \cdot 81^{1.5} = 583200$;
6. Коэффициент масштаба скорости: $\alpha_M = \sqrt{\alpha_h} = \sqrt{81} = 9{,}0$;
7. Коэффициент масштаба уклона: $\alpha = \frac{\alpha_h}{\alpha_B} = \frac{81}{800} = 0{,}10$;
8. Коэффициент масштаба времени: $\alpha_t = \frac{\alpha_B}{\alpha_h^{0,5}} = \frac{810}{9} = 89$.

Полученные масштабные коэффициенты используются специалистами Института водного хозяйства р.Хуанхэ (Китай) при выполнении модельных исследований русловых процессов на этой реке.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Великанов М.А. Динамика русловых процессов. – М.,1959. - Т.2.
2. Лохтин В.М. О механизме речного русла. - М., 1897.
3. Протодиаконов М.М. Давление горных пород и рудничное крепление. – М.,1930. – Ч.1.
4. Мухаммедов А.М., Исмагилов Х.А. Некоторые гидроморфологические зависимости рек Средней Азии // Доклады ВАСХНИЛ. – 1978. - №3.

УДК 627.4

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ РУСЕЛ РЕК В УСЛОВИЯХ ЗАРЕГУЛИРОВАННОГО СТОКА

Исмагилов Х.А., Хамдамов Ш.Р.
(САНИИРИ им. В.Д. Журина)

Пропускная способность естественного русла реки оценивается его формой. Как известно, речное русло - продукт взаимодействия речного потока и подстилающего его грунта [1,2], то есть геологический фактор оказывает основное влияние на форму русла. В ходе этого взаимодействия формируются русловые формы, соответствующие закономерностям процесса.

Для анализа изменения формы русла р. Амударья под влиянием потока воды и геологического строения дна и берега нами были использованы данные гидропостов Керки, Тюямуюн, Турткуль, Чатлы и Кызылджар. Эти створы находятся на разных участках реки и имеют различное геологическое строение. На участке створа Тюямуюн оба берега - скалистые, трудно размываемые, и русло имеет прямоугольную форму. В створе Керки правый берег – каменистый, левый сложен речными отложениями, и русло имеет слабо распластанную форму. На участке створа Турткуль, где оба берега сложены песчано-илистыми отложениями, вследствие отложения наносов произошел подъем дна, и русло имеет широко распластанную форму [3].

В качестве основного показателя, характеризующего форму русла, было принято отношение ширины русла по урезу воды к средней глубине потока - B/H. Анализ значений этого показателя мы провели отдельно для меженного и паводкового периодов. Полученные данные показывают, что в меженный период величина B/H изменяется от 100 до 600. При этом наибольшее значение B/H наблюдается в створе Керки, расположенном в начале среднего участка. Ниже по течению значение показателя уменьшается, достигая наименьшей величины в створе Кызылджар. В паводковый период изменение B/H носит другой характер. В створе Турткуль, где оба берега сложены из легкоразмываемого грунта, значение этого показателя наибольшее, а в створе Кызылджар - наименьшее, как в меженный период. Во время паводка в створах с берегами из легкоразмываемого грунта величина B/H еще больше увеличивается по сравнению с меженным периодом, тогда как в створах с трудно размываемыми берегами из крепких пород она растет до определенного значения расхода, а затем с ростом расхода уменьшается.

Таким образом, во время паводка геологическое строение берегов р. Амударья влияет на показатель B/H, а именно, крепкие породы ограничивают рост ширины русла.

Мы проанализировали также изменение значений B/H для р. Хуанхэ. В характеристике р Хуанхэ и р. Амударья много общего: обе реки – блуждающие, поймы в низовьях - широкие; дно и берега в нижнем течении рек - из мелкого песка; гидрологические и гидравлические параметры – близкие.

Для анализа были использованы данные створов Хуаюанкоу и Лицзинь р. Хуанхэ. Створ Хуаюанкоу находится в 768 км от устья, имеет широкую пойму; неглубокое, извилистое русло; сложенные из мелкого песка дно и берега. Створ Лицзинь находится в 104 км от устья, русло - глубокое, берега сложены из супесчаного грунта.

В створе Хуаюанкоу величина B/H во время межени составляет 550-600. Во время паводка она растет и доходит до 2700 и более. Амплитуда колебаний B/H для расхода воды в створе объемом 4000 $м^3/с$ колеблется в пределах от 150 до 2000, что аналогично изменению этого показателя в створе Турткуль на р. Амударья.

В створе Лицзинь величина B/H в среднем колеблется от 100 до 350. В период межени показатель изменяется более интенсивно по сравнению с паводком. В паводок он

почти постоянен в пределах 150-200. Такая же картина наблюдается в дельте р. Амударья в створе Кызылджар.

Рассмотрим изменение показателя В/Н в условиях зарегулированного стока воды из водохранилищ. Регулирование стока воды Амударьи и Хуанхэ водохранилищами изменило естественный ход русловых процессов, в результате чего снизился максимальный расход воды, увеличился минимальный сток, и произошло сглаживание гидрографа расхода. Вследствие осаждения наносов в верхнем бьефе в нижний бьеф поступает поток с меньшим их содержанием, чем транспортирующая способность потока. Степень осветления воды доходит до 100%, т.е. из водохранилища в некоторые промежутки времени, особенно во время заполнения чаши, выходит совершенно чистый поток, который размывает дно русла.

С начала эксплуатации водохранилища на р. Хуанхэ до 1989 г. дно русла реки ежегодно размывалось и углублялось. За первые 6 лет эксплуатации размыв дна составил более 1 м, при этом в многоводные годы он был более интенсивным, чем в средние по водности годы. В маловодном 1989г. из-за осаждения наносов, поступавших из верхнего бьефа водохранилища, наблюдался небольшой подъем дна. Далее до 1995 г. в многоводные и средние по водности годы произошло размывание дна, и к 1990-1994 гг. его уровень снизился еще на 1 м. Следующие 1995-1997 гг. оказались маловодными и средними по водности годами. За эти годы подъем дна в результате заиления составил 0,3 м. Самым многоводным со дня эксплуатации водохранилища оказался 1998 год, когда наблюдался самый большой размыв дна - до 0,8 м.

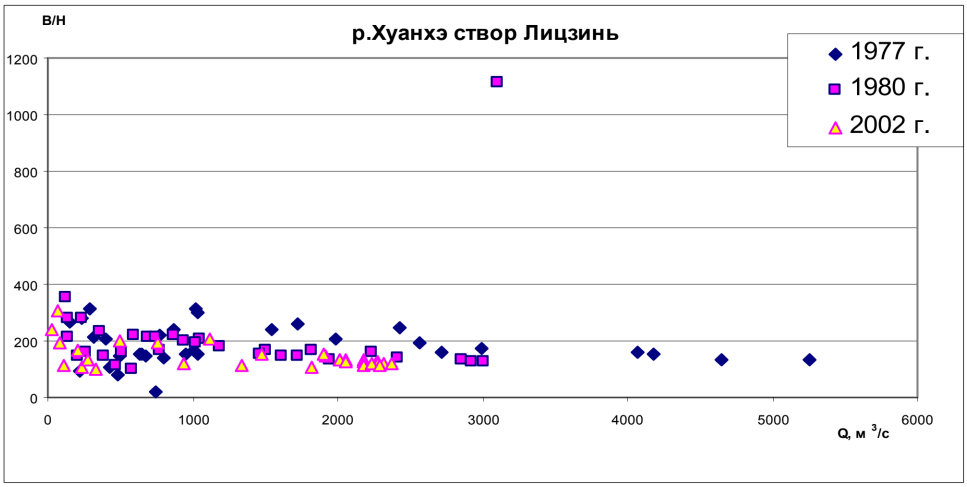


Рис.1. Отношение ширины к глубине в зависимости от расхода воды для реки Хуанхэ створ Лицзинь.

В средний по водности 1999 год и в остро маловодные 2000 и 2001гг. вновь отмечалось заиление дна и его подъем на 1 м. Анализ показал, что в дальнейшем в зависимости от водности года процессы размывания и заиления дна русла р.Хуанхэ будут чередоваться, при этом в многоводные годы будет происходить его размыв, а в маловодные годы - заиление. Резкого снижения отметки дна русла в многолетнем разрезе не ожидается.

В первые годы эксплуатации водохранилища на участке общего размыва нижнего бьефа р. Хуанхэ отмечалось уменьшение значения В/Н по сравнению с естественным режимом (рис.1). В последующие годы с ростом расхода воды увеличение ширины и глубины потока происходило с одинаковой скоростью, вследствие чего показатель имел постоянную величину. После 8-летней эксплуатации водохранилища ширина русла во время межени стала увеличиваться более интенсивно по сравнению с глубиной потока, как это происходит в случае естественного режима до расхода 1000 м^3/с. С дальнейшем

увеличением расхода воды более интенсивно росла средняя глубина потока, но не ширина, а значение показателя В/Н уменьшалось.

Изменение формы русла и соответственно В/Н наблюдается и в нижнем бьефе водохранилище на р. Хуанхе В 1999 г. на р. Хуанхэ сдано в эксплуатацию водохранилище Сяоланти емкостью 12 км^3. За 4-е года эксплуатации (с 1999 по 2002гг.) в створе Хуаюанкоу, находящимся на 125 км ниже водохранилища, произошел размыв дна на 0,5 м, и амплитуда колебания величины В/Н сократилась. Если при естественном режиме и расходе воды 3000 м^3/с этот показатель достигал 2700, то после ввода в эксплуатацию водохранилища он не превышал 350. В створе Лицзинь, расположенном на 792 км ниже водохранилища, изменение показателя по сравнению с его величиной при естественном режиме не происходило.

В условиях зарегулированного стока воды форма русла реки оказывает влияние и на его пропускную способность.(рис. 2) Как показал расчет гидравлических параметров русла р.Хуанхэ, в бытовых (естественных) условиях при расходе воды на реке Q=6000м^3/с устойчивое течение потока со средней скоростью V=1,66м/с обеспечивалось при ширине русла В=2000 м и средней глубине потока $H_{ср}$=1,81 м.

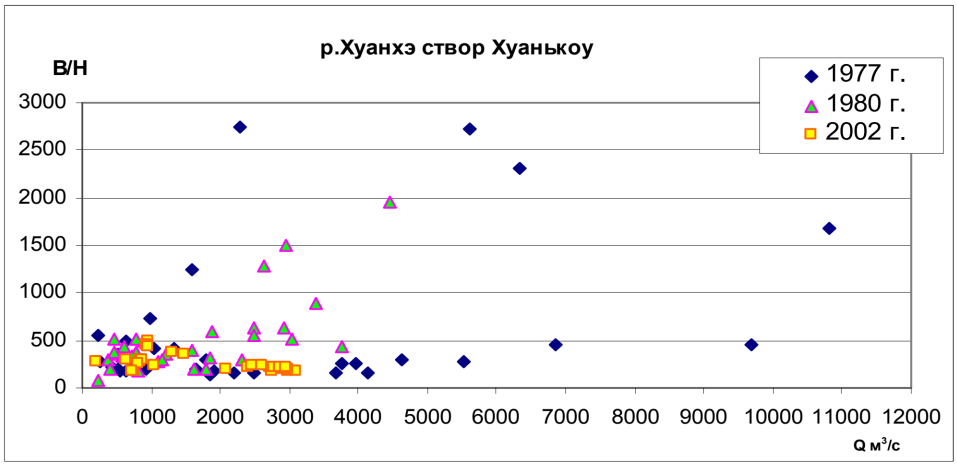


Рис.2. Отношение ширины к глубине в зависимости от расхода воды для реки Хуанхэ створ Хуанькоу.

Для того, чтобы при зарегулированном стоке и таких показателях русла и расхода обеспечить устойчивое течение потока без повышения уровня воды по сравнению с естественным, необходимо укреплять оба берега реки и углублять дно русла.

Первое требование, т.е. укрепление берегов русла, можно выполнить путем строительства траверсных дамб. Что касается второго требования, т.е. углубления дна русла, то оно осуществляется самим потоком, который размывает дно в результате увеличения своей скорости за счет сужения русла и снижения мутности за счет удержания наносов в чаше водохранилища.

В заключение отметим, что в результате регулирования стока воды водохранилищем естественная форма русла реки меняется. В нижнем бьефе сооружения русло из широко распластанного превращается в узко распластанное, что влияет на его пропускную способность и требует учета при регулировании русла реки на большой протяженности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ржаницын Н.А.. Руслоформирующие процессы рек. – М.: Гидрометеоиздат. 1985. - 264 с.

2. Лапшенков В.С.. Прогнозирование русловых деформаций в бьефах речных гидроузлов. – М.: Гидрометеоиздат, 1979. - 240 с.

3. Исмагилов Х.А. Русловые процессы на р. Амударья при частичном регулировании стока // Труды четвертой конференции «Динамика и термика рек, водохранилищ, внутренних и окраинных морей». Т. 1. - М., 1994. – С. 239-242.

УДК 678

ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ДЕФЛИРУЕМЫХ ГРУНТОВ

Коренева Л.А., **Адылова М.К.**
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

Площадь осушенного дна Аральского моря, представленного почвогрунтами легкого механического состава, составляет более 800 тыс.га и ежегодно имеет тенденцию к увеличению. На всей полосе осушенного дна формируются солончаки, эоловость которых является основным источником ветрового выноса солей и засоленной пыли. Максимальное удаление выбросов пыли при этом достигает 400-500 км от очагов их дефляции.

Одной из срочных мер, направленных на улучшение экологической обстановки в районе Аральского моря, является разработка мероприятий по борьбе с опустыниванием и закреплению и облесению грунтов дна высыхающего моря. Наиболее эффективным методом в комплексе мероприятий, устраняющих негативное последствие усыхания Арала, является фитомелиорация. Однако в условиях активного ветрового режима, приводящего к выдуванию посеянных семян пустынных растений и значительной гибели молодых побегов из-за высокой испаряемости влаги, фитомелиоративные работы дают низкую результативность. По мнению многих ученых (А.Г.Бабаева, К.С.Ахмедова, С.Б.Байрамова, А.Г.Гаеля, В.П.Дубровского, М.П.Петрова, Н.Г.Захарова, К.И.Мирзаджанова, С.П.Ратьковского, И.Б.Ревута, Т.И.Фазилова, В.М.Палагашвили и др.), проведение фитомелиорации с применением различных механических защит, а также вяжущих веществ для создания защитных покрытий даже в сложных лесорастительных условиях резко повышает эффективность работ по зарашиванию и закреплению дефлируемых грунтов. В связи с этим в САНИИРИ проводятся исследования по разработке способов закрепления дефлируемых грунтов осушенного дна Аральского моря и их лесомелиорации с применением химических вяжущих веществ и механических защит.

Метод закрепления песков с помощью пленкообразующих материалов известен с 70-х годов прошлого столетия. Наиболее исследованы для в этих целей водные растворы ССБ (ГОСТ 8518-57) и поливинилацетатная эмульсия. Покрытия на основе этих препаратов были испытаны в опытных вариантах на осушенном дне Аральского моря и показали высокую надежность защиты сеянцев и всходов от выдувания. Недостатками данного способа является высокая стоимость химических препаратов, а также отсутствие их производства на территории РУз.

Учитывая вышеизложенное и принимая во внимание санитарно-гигиенические и экологические факторы, нами был сделан анализ водных дисперсий полимерных материалов, производимых в РУз. Преимуществом водных дисперсий является отсутствие в них органических растворителей. Следовательно, при их использовании не происходит загрязнения окружающей среды.

В РУз освоено производство следующих видов полимерных дисперсий:

- водорастворимые проектные эфиры целлюлозы, метилцеллюлоза, оксиметилцеллюлоза, карбоксиметилцеллюлоза;
- акриловые эмульсии;
- карбамидоформальдегидные дисперсии;
- аммонизированный гидролизный лигнин.

Использование карбамидоформальдегидных дисперсий затруднено технологически, т.к. эти полимеры термореактивные, и для перевода их в твердое водонерастворимое состояние требуется введение отвердителей кислотного характера. Прочность пленок на основе эфиров целлюлозы достаточно высокая (до 10 Мпа), водостойкость низкая, стоимость эфиров целлюлозы высокая (в пределах 2-3 тыс.сум за 1 кг).

Гидролизный лигнин является отходом гидролизных заводов. В Институте химии АН РУз. разработан метод и организовано опытное производство по модификации гидролизного лигнина стоками металлургического комбината тугоплавных и жаропрочных металлов (г.Чирчик). Продукт получил название "Структурант 95" и содержит аммонизированный гидролизный лигнин и основные минеральные элементы питания растений. Растворы "Структуранта 95" при обработке песка проявляют вяжущие свойства, что позволяет значительно снизить непроизводительное испарение влаги с поверхности структурированного песка. Однако водостойкость таких структур недостаточно высокая.

Пленки на основе акриловых дисперсий отличаются отличной атмосферой и повышенной водостойкостью, хорошими физико-механическими свойствами. Они широко применяются для изготовления различных видов искусственных кож. Стоимость акриловых эмульсий высокая (в пределах 2-2,5 тыс.сум/кг).

Исходя из вышеизложенного, выбор был сделан в пользу "Структуранта 95" с добавкой акриловой эмульсии, что обеспечило повышение водостойкости защитного покрытия.

Наиболее простой и практически важной характеристикой материалов, используемых для защитных покрытий, является величина пластической прочности при малых скоростях деформации, определяемая коническим пластомером Ребиндера. Результаты измерений пластической прочности полимерно-песчаных покрытий, приготовленных пропиткой раствором "Структуранта 95" различных фракций песка, показывают, что в зависимости от расхода связующего имеется максимум в пределах 2,55-5,1 кг/м^2 (таблица 1).

Таблица 1.Расход пленкообразования при обработке различных фракций песка

Фракция песка, мм	Срок испытания, дни	Расход "Структуранта 95", кг/м^2							
		0,2	0,42	0,85	1,7	2,55	3,4	4,25	6,0
0,08-0,14	1	4,0	5,1	6,6	9,1	-	11,8	-	10,5
	24	4,5	10,0	27,0	51,5	67,0	72,0	68,5	65,0
0,14-0,25	1	3,8	5,3	7,6	8,7	-	9,9	-	8,0
	24	0,4	9,0	19,0	43,5	58,5	64,0	63,0	60,0
0,25-0,314	1	3,5	4,7	6,0	7,4	-	8,3	-	7,5
	24	5,4	10,0	19,0	39,6	55,2	60,0	57,5	54,0

Скорость структурных превращений в системе «Структурант 95" + акриловая эмульсия» на последующих стадиях формирования пленок была исследована методом изучения кинетики сушки пленок и измерения величины внутренних напряжений в пленках в процессе их деформирования. В этих целях из 10 % - ного водного раствора акриловой эмульсии и 10 % - ного раствора акриловой эмульсии в "Структуранте 95" на полиэтиленовой подложке были отлиты пленки толщиной 1 мм. Результаты определений влагосодержания в пленках *u* и величина внутренних напряжений *r* приведены на рис. 1,2.

Как следует из полученных данных, использование акриловой эмульсии совместно со структурантом не сказывается отрицательно на процессе пленкообразования.

Водостойкость пленок определяли на покрытиях полученных на песке. Были приготовлены растворы структуранта, содержащие более 5-15 % акриловой эмульсии. Указанными растворами был пропитан песок, уложенный в цилиндрические формы. Пропитка песка была произведена из расчета 5 л раствора на 1 $м^2$ поверхности. Толщина пленки на поверхности песка при этом составляла 1-1,5 мм для раствора, содержащего 10 % акриловой эмульсии. Водостойкость покрытия определяли в течение 10 суток под слоем воды 5 см. Установлено, что пленка в водонасыщенном состоянии сохраняет 10-20 % прочности. Испытания покрытий в установке для определения ветроустойчивости показали, что покрытие ветром не сдувается, пленка толщиной 1-1,5 мм сохраняет целостность и эластичность. Данная концентрация 10 % - ная была принята за основу как наиболее экономически целесообразная.

Натурные испытания покрытия с полимерным вяжущим проведены на осушенном дне Аральского моря в районе Рыбацкого залива и показали высокую водо- и ветроустойчивость полученного покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зонн И.С. и др. Опыт борьбы с опустыниванием в СССР. - М.: Наука, 1981.

2. Аразмурадов М. Использование водорастворимых полимеров-структурообразователей // Сельское хозяйство Туркменистана. – 1980. - № 2. - С. 32-33.

3. Фазылова З.Т., Лем Р.А. и др. Влияние формы пор песка на адгезионное взаимодействие системы песок-вяжущее // Строительство и архитектура Узбекистана. – 1988. - № 5. - С. 11-12.

4. Сухарева Л.А., Кипнис Ю.Б. Защитные полимерные покрытия в производстве искусственной кожи. - М.: Химия, 1989. - С. 62-65.

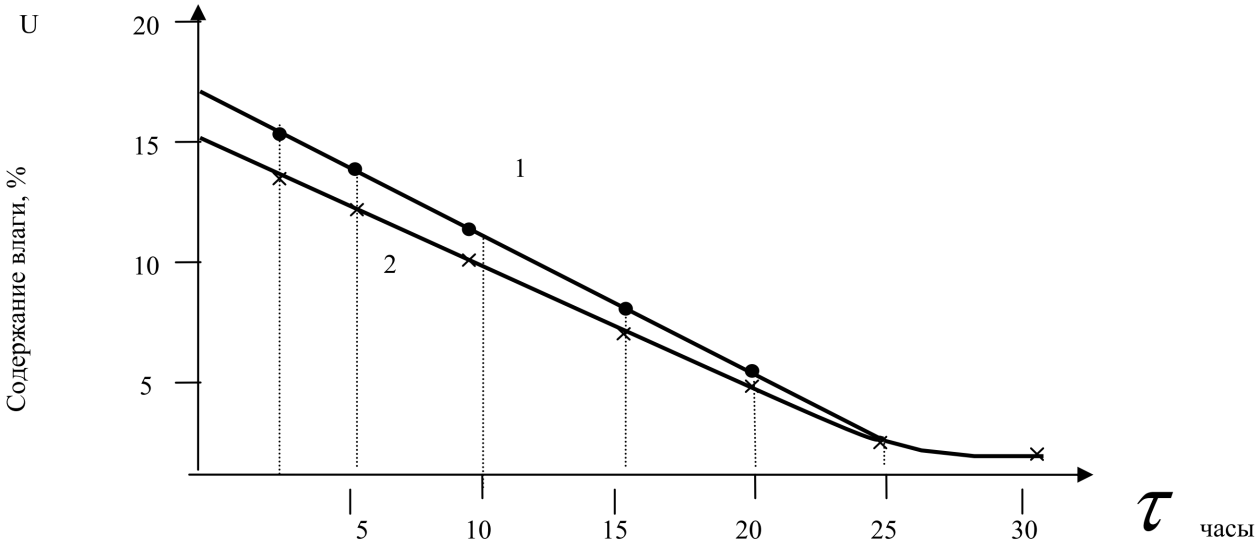


Рис. 1 Кинетика сушки пленок при температуре 60 ^{0}C, сформированных из: 1-10 % - ной водной акриловой эмульсии; 2-10 % - ной акриловой эмульсии в смеси со Структурантом

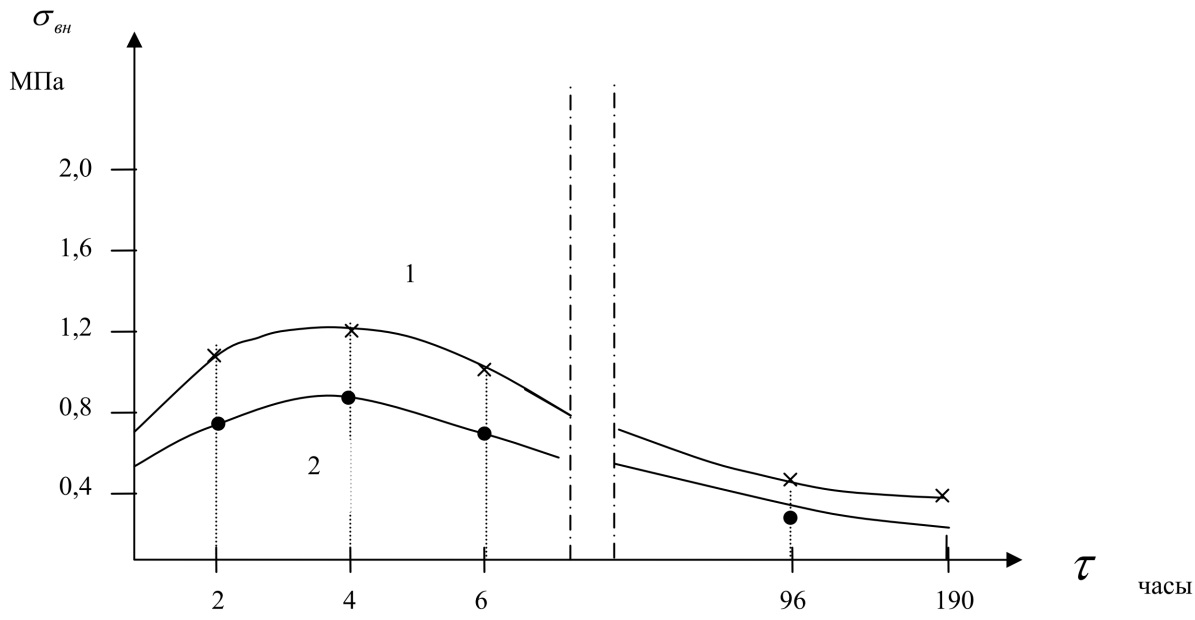


Рис.2 Кинетика внутренних напряжений при формировании покрытий из:
1-10 % - ной водной акриловой эмульсии
2-10 % - ной акриловой эмульсии в смеси со структурантом

УДК: 631.46.484

ЧЎЛ ХУДУДИ ЎТЛОҚИ ТУПРОҚЛАРИНИНГ МЕЛИОРАТИВ ВА МИКРОБИОЛОГИК ҲОЛАТИ.

Қуранбаев Р.К., Раимбоева Г.Ш.
(ТошДАУ)

Ушбу мақолада чўл худуди ўтлоқи тупроқларининг мелиоратив, экологик ва унумдорлик ҳолати ўрганилган бўлиб, тупроқ унумдорлигини оширишда микроорганизмларнинг аҳамияти ёритилган.

Маълумки, тупроқ унумдорлигини сақлаш ва оширишда тупроқнинг мелиоратив ва экологик ҳолатини, тупроқнинг физик-механик, кимёвий ва биологик ҳоссаларини яхшилаш зарур.

Чўл ҳудуди ўтлоқи тупроқларини ўрганиш борасида Қорақалпоғистон Республикаси Эллик-қалъа тумани Эллик-қалъа фермерлар уюшмаси хўжалигида тадқиқотлар олиб борилиб, хўжалик тупроқларида кесмалар қазилиб,ўтлоқи тупроқларнинг морфогенетик кўрсаткичлари, физик-механик, кимёвий ва микробиологик ҳоссалари таҳлил қилинди.Илмий изланишлар олиб борилаётган хўжалик тупроқлари дефляцияга учраган бўлиб,дефляция жараёни асосан баҳор фаслида бўлиб,шамолнинг тезлиги 15-20 м/секундан ортиқ.Тупроқ юзаси ўсимликлар билан кам қопланганлиги сабабли шамол тупроқнинг юзасини зарарлайди.Айниқса бу ҳолат енгил қумоқ тупроқларда тез –тез юз бериб туради.

Ўрганилган хўжалик тупроқларининг –туси 0-19см кулранг,енгил кумок , 19-30 см кулранг курук ,30-43 см оч кулранг,43-73 см тук кулранг,73-100см кул ранг ,кукимтир,механик таркиби асосан енгил қумоқ ва ўрта қумоқ баъзан оғир қумоқ ва енгил лойдан иборат. Оғир қумоқли тупроқларда сув-физик ҳосса ноқулай, чунки бу тупроқларнинг сув сиғими юқори, тупроққа ишлов бериш қийин ҳисобланади, ўрта қумоқ тупроқлар энг яхши унумдорликка эга бўлган

тупроқ бўлиб, бу тупроқларда ҳаво ва иссиқлик меъёри яхши, сувни яхши ўтказади, намлик меъёрида озуқа моддаларга бой. Енгил қумоқ тупроқларда ҳам ҳаво ва иссиқлик меъёри яхши, лекин унда нам сиғими паст, унумдорлиги кам. Суғориладиган ўтлоқи тупроқларнинг физик ҳоссалари ўсимликнинг ўсиши ва ривожланишида муҳим ўрин тутади, чунки тупроқдаги кимёвий ва биологик жараёнлар сув, ҳаво ва иссиқлик меъёри тупроқнинг физик ҳоссаларига боғлиқ. Ўрганилган худуд тупроқларининг солиштирма оғирлиги 2,62-2,78г/см^3, ҳажм оғирлиги 1,35-1,47г/см^3, ғоваклиги 38 дан 60% гача ўзгариб туради. Тупроқнинг гумус миқдори 0,70 дан 1,30%, CO_2 карбонатлар миқдори 6-9%, азот, фосфор каби элементлар билан кам таъминланган.

Ўрганилган хўжалик тупроқлари турли даражада шўрланган бўлиб, тупроқларнинг шўрини ювиш натижасида кучсиз шўрланган тупроқлар шўрланмаган тупроқлар қаторига киритилган. Тупроқлар таркибидаги сувда осон эрийдиган тузлар миқдорини камайтириш борасида тупроқ мелиоратив тадбирлари ишлаб чиқилиб, шўрхоклар ва қумлар эгаллаган майдонлар камайтирилиб, кучли шўрланган тупроқлар ва шўрхоклар маълум даражада кучсиз ва ўрта шўрланган ерлар қаторига айлантирилган. Тупроқнинг маданийлашганлик даражасини кўтариш учун ишлаб чиқилган тадбирга риоя қилиб, қишлоқ хўжалик экинлари экишда алмашлаб экишга ва агротехник тадбирларни тўғри қўллаш натижасида тупроқлар унумдорлиги маълум даражада ошганлиги маълум бўлди. Ўрганилган хўжалик тупроқлари турли даражада шўрланган бўлиб, шўр ювиш муддатлари куз-қиш ва

эрта баҳор ойларига белгиланган.Мазкур хўжалик тупроқларини ўрганишдан мақсад хўжалик тупроқлари турли даражада шўрланган,маълум даражада шамол эрозияси-дефляцияга учраган

Чўл худуди ўтлоқи тупроқларининг агрокимёвий ҳоссалари. «Эллик-қалъа»фермерлар уюшмаси хўжалиги.Раимбаева,Куранбаев маълумоти 2001 й.

Жадвал-1

Кесма	Чукурлик, см	Гумус %	Ялпи, %			Харакатчан мг/кг		$CaSO_4$ H_2O Гипс %	CO_2 Карбонатлар %	pH
			N	P	K	P O	K O			
К-1	0-10	0,720	0,066	0,102	2,10	12,0	180	-	7,0	7.2
	10-20	0,544	0,051	0,084	2,00	11,5	170	-	7,3	7,3
	20-30	0,446	0,040	0,078	1,94	10,7	165	0,010	7,4	7,2
	30-40	0,380	0,032	0,069	1,80	9,9	160	0,020	7,8	7,4
	40-50	0,320	0,028	0,062	1,75	9,0	140	0,030	8,0	7,5
	50-70	0,244	0,021	0,051	1,75	8,4	120	0,050	8,2	7,3
	70-90	0,216	0,018	0,049	1,70	8,3	110	0,070	8,6	7,4
К-10	0-19	0.631	0,047	0,075	1,45	23,2	270	0,032	7,8	6,4
	19-30	0,502	0,030	0,065	1,50	17,5	260	0,024	8,0	6,8
	30-43	0,320	0,022	0,052	1,46	12,0	240	0,060	8,4	6,9
	43-73	0,140	0,011	0,038	1,30	9,6	230	0,150	8,8	7,0
	73-100	0,090	0,008	0,022	1,50	8,0	200	0,159	8,9	7,2
К-21	0-22	1,251	0,116	0,112	2,00	28,0	144,5	0,010	7,6	7,2
	22-58	0,381	0,034	0,086	1,80	16,0	60,2	0,024	8,2	7,4
	58-75	0,280	0,025	0,070	1,75	14,0	50,0	0,028	8,4	7,5
	75-90	0,120	0,011	0,030	1,60	12,0	45,0	0,080	8,8	7,2
	90-120	0,080	0,007	0,020	1,55	9,0	40,0	0,100	9,0	7,4

иқлим шароитдаги тупроқларнинг ҳоссаларини,мелиоратив ҳолатини ва микробиологик хусусиятини ўрганиш ва улар орасидаги ўзаро боғлиқликларни ўрганиш муҳимдир.

Маълумки, тупроқдаги органик моддалар тупроқда кечадиган биокимёвий ва микробиологик жараёнлар таъсирида ҳосил бўлиб, тупроқ унумдорлигида ва ўсимликлар озиқланишида муҳим аҳамиятга эга. Тупроқдаги органик моддалар ва гумус тупроқнинг агрофизик, механик, кимёвий, биологик ва биокимёвий жараёнларида муҳим аҳамиятга эга. Гумуси кўп бўлган тупроқларда биокимёвий жараёнлар юқори бўлади. Бўз тупроқлар худудида тарқалган ўтлоқи тупроқларда гумус миқдори 1,4-2,3% бўлиб, чўл худуди тупроқларида эса 0,64-1,23% ни ташкил этади. Гумуснинг энг кўп миқдори ҳайдалма қатламда учрайди. Янги ўзлаштирилган ва янгидан суғориладиган тупроқларда гумус миқдори қадимдан суғориладиган маданийлашган ўтлоқи тупроқларига нисбатан бир мунча кам бўлиб, углероднинг азотга нисбати C:N – 5.8:9,9; азот миқдори гумуснинг ўзгаришига бўлиб, тупроқнинг ҳайдалма қатламида 0,044-0,096%, фосфор 0,113-0,200%, умумий калий миқдори 1,70-2,04% атрофида бўлиб, гумус заҳираси 60,2 т/га ва азот заҳираси 4,7т/га.

Маълумки, тупроқда кечадиган биологик ва микробиологик жараёнлар тупроқдаги микроорганизмлар ҳаёт фаолияти билан чамбарчас боғлиқ бўлиб, улар тупроқ ҳосил бўлишида иштирок этади. Тупроққа ишлов бериб, органик ўғитлар солиш ва бир қанча агротехник тадбирларни тўғри қўллаш, ўсимлик илдиз

қолдиқларининг чиришида, тупроқда гумус моддалари ҳосил бўлганида тупроқдаги микроорганизмларнинг таъсири муҳим аҳамиятга эга.

Тупроқ унумдорлигини оширишда тупроқ микроорганизмларидан замбуруғлар ҳам ўсимлик қолдиқларини парчалашда фаол иштирок этади.

Тупроқдаги замбуруғлар фақат тупроқдаги биологик жараёнларда иштирок этибгина қолмасдан, балки ўсимликларда яшаб, моддалар парчаланишида иштирок этади. Уларнинг баъзи турларидан антибиотиклар олинади.Замбуруғларнинг тупроқда тарқалиши ҳақида кўплаб олимлар илмий изланишлар олиб борганлар.Улар замбуруғларнинг тупроқда ҳаёт кечириши,тарқалиши,замбуруғларнинг турлари,тупроқнинг иқлим шароитига,тупроқ намлигига,тупроқ хароратига вайил фаслларига қараб турлича миқдорда бўлишини кузатганлар.Абдужалалова,Вухрер(1976)-ишларида Ўзбекистоннинг жанубий чўл худуди тупроқларидаги биологик ва микробиологик жараёнларни ўрганган.Лекин дефляцияга учраган шимолий чўл худуди ўтлоқи тупроқларининг биологик ва микробиологик хоссалари ўрганилмаган.Шу сабабли биз илмий изланишларимизда турли даражада шўрланган,дефляцияга учраган тупроқлардаги биологик ва микробиологик жараёнларни ўрганмоқдамиз.

Изланишлар олиб борилаётган хўжалик тупроқларидаги замбуруғлар миқдори ва турлари табиий иқлим шароитларга боғлиқ. Кузатишлардан маълум бўлдики, тупроқ қатламининг чуқурлиги, тупроқнинг механик таркиби, эрозияга учраганлик даражалари тупроқдаги замбуруғларнинг тарқалишига бевосита таъсир кўрсатади.

Тупроқ кесмаси бўйича қатлам чуқурлашгани сари тупроқдаги замбуруғлар миқдори аста-секин камайиб боради. Турлари эса бир хил, баъзан ҳар хил бўлиши мумкин. Замбуруғларнинг энг кўп миқдори тупроқ кесмасининг 30 см гача бўлган чуқурликда кузатилади. Лекин механик таркиби оғир тақир тупроқларнинг ҳайдалма қатламида замбуруғлар кўпроқ миқдорда учраса, енгил қумоқ тупроқнинг хайдалма қатлам остида ҳайдалма қатламга нисбатан кўпроқ миқдорда бўлиши тахлил қилинди. Сабаби, енгил қумоқ тупроқларнинг юза ҳайдалма қатлами шамол эрозияси таъсирида ўз унумдорлигини йўқотганлиги учун микроорганизмлар ўзларининг фаоллигини 10-30 см да фаолроқ, ҳатто 30-50 см гача чуқурроқ қатламда ҳам давом эттириши аниқланди. Кузатишлардан маълум бўлдики, тупроқдаги замбуруғлар миқдори ва турлари йил фаслларига қараб турлича миқдорда бўлиши ҳам кузатилади.

Тупроқдаги замбуруғлар ёз фаслига нисбатан баҳор ва кузда кўп миқдорда учраши кузатилди. Замбуруғларнинг энг кўп миқдори март ойининг охирларидан июнгача аста-секин кўпайиб, ёзда баҳорга нисбатан камроқ миқдорда, қишда энг кам миқдори аниқланди.

Тупроқнинг юқори қатламларида замбуруғларининг кўп миқдорда бўлишига сабаб тупроқдаги аэрация ва озуқа моддаларининг кўп миқдорда бўлиши ҳамда гидротермик шароитларга чамбарчас боғлиқ. Тупроқдаги замбуруғларнинг ёз фаслига нисбатан баҳор ва куз фаслида уларнинг миқдори ва турларининг кўп бўлишига сабаб, бу даврдаги қулай ҳарорат, намлик ва ўсимлик қолдиқларининг кўп бўлиши ва тупроқнинг биогенлиги ҳам муҳим аҳамиятга эгадир.

Ўрганилган тупроқларда 2 синфга, 2 тартибга, 4 оилага, 14 туркумга мансуб 33 та замбуруғ турлари борлиги кузатилади. Бу тупроқларда Dentoromycetes синфига мансуб замбуруғлар кўплиги, жанубда Aspergills ва Fusarium туркуми кўпроқ, шимолий худудларда Penicillium туркуми, шўр ерларда эса Monover ticillata ва Biverticillata-Symmetrica секцияси турлари кузатилади. замбуруғларининг 1 г тупроқда Aspergills 58,5%, Penicillium 20,4% ни ташкил этди.

Ер ости сувлари яқин бўлган ўтлоқи тупроқларда ўсимлик қолдиқларнинг чириш жараёни яхши бўлиб, бу тупроқларда гумус миқдори юқори бўлади. тупроқни доимо органик моддалар билан бойитиш учун унга органик ўғитлар солиб, агротехник тадбирларни тўғри жорий қилиш, беда ва оралиқ экинларни ҳамда тупроқни азотга бойитувчи дуккакли экинларни кўпроқ алмашлаб экиш яхши самара беради. Тупроқда гумус ва органик моддалар қанча кўп бўлса, микроорганизмларнинг фаолияти юқори бўлиб, тупроқнинг унумдорлиги ортади. Натижада қишлоқ хўжалиги экинларининг ҳосилдорлиги ошади. Дефляцияга учраган тупроқларда гумус ва озиқа элементлар миқдори,биологик ва микробиологик жараёнлар ҳам бу тупроқларда жуда кам эканлиги кузатилди.Хўжалик тупроқларида тупроқ донадорлигини ошириш учун тупроққа К-9 полимери сепилди. Натижада тупроқнинг хоссалари,тупроқ донадорлиги сезиларли даражада яхшиланиб,қишлоқ хўжалиги экинлари ҳосилдорлиги ошди.

АДАБИЁТ:

1. Раимбаева Г.Ш, Куранбаев Р.К Влияние эрозии и охрана почв такырно-луговых и типичных серозёмов, сформированных на разных почвообразующих породах. – Минск, 2000.

2. Куранбаев Р, Раимбаева Г Чул худуди утлоки тупрокларининг унумдорлик холати. – Тошкент, 2004.

УДК 631.6

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ РЕЖИМОВ И ПАРАМЕТРОВ ДРЕНАЖА ДЛЯ УСЛОВИЙ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН

Курбанбаев Е.К.
(Каракалпакский филиал САНИИРИ им. В.Д. Журина)

Оптимальные мелиоративные режимы для орошаемых земель - это выбор таких сочетаний водоподачи и дренажа, при которых уровень грунтовых вод и их режим почв, необходимый для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур при наименьших затратах труда и материальных ресурсов на их выращивание. При выборе того или иного вида мелиоративных режимов учитываются особенности естественных факторов, формирующих тот или иной водно-солевой режим активного слоя почв, как испарение и транспирация, осадки, величины подземного притока и оттока грунтовых вод, так и антропогенных техника и технология орошения, виды и конструкция дренажных сооружений.

При всей совокупности этих факторов, влияющих на формирование мелиоративных режимов, главным и определяющим фактором является положение уровня грунтовых вод в суммарном водопотреблении, а также параметры необходимого дренажа. Учитывая тот фактор, что глубина развития корневой системы для разных грунтов различна и меняется в период вегетации, режим орошения сельскохозяйственных культур и мелиоративный режим определяются отношением h_r / h_k (где h_r уровень грунтовых вод, h_k - высота капиллярного поднятия с поправкой на величину особенностей корневой системы).

Необходимая величина водопотребления, покрываемая орошением, определяются уравнением водного баланса

$$В = (И + Т_Р) - О_с + П + W + М$$

где:

В	- водопотребление, обеспечиваемое орошением;
$И + Т_р$	- суммарное испарение;
$О_с$	- атмосферные осадки;
+ П	- разница подземного притока и оттока;
+ W	- изменение запасов влаги в активном слое почвы за балансовый период;
М	- промывная доля оросительной нормы (регулятор солевого режима корнеобитаемой зоны).

В этом уравнении член /И + $Т_р$/, который называют суммарным испарением, представляет сумму физического испарения почвой /И/ и транспирацию. Его величина по отношению к уровню залегания грунтовых вод и их минерализации определяет как величину суммарного водопотребления, так и характер изменения водно-солевого режима активного слоя почвогрунтов.

По соотношению характера изменения этих показателей выделяются 4 типа мелиоративных режимов: гидроморфный, полугидроморфный, полуавтоморфный и автоморфный. По В.А. Духовному, основные характеристики названных мелиоративных режимов, приведены в табл.1.

Таблица 1. Основные характеристики возможных мелиоративных режимов (по В. А. Духовному)

Мелиоративные режимы	Характер взаимодействия с грунтовыми водами	Питание из грунтовых вод, мелиоративная доля, тыс. $м^3$/га	Испарение из грунтовых вод, тыс. $м^3$/га
Автоморфный	Грунтовые воды не подпитывают оросительную влагу, инфильтрация идет свободно вниз	+ П = 0,05 ÷ 0,10 ∑ ($Е_р$+$Е_т$) -$О_с$ М = 0	0
Полуавтоморфный	Грунтовые воды подпитывают инфильтрацию оросительной воды, но сами незначительно участвуют в питании растении	- П = 0,1 ÷ 0,2 ∑ ($Е_р$+$Е_т$) -$О_с$ МсА_ХяА_ґ_ьї0-1,5	
Полугидроморфный	Грунтовые воды активно участвуют в питании растении, преобладая над оросительной влагой	- П = 0,3 ∑ ($Е_р$+$Е_т$) -$О_с$ М = 2,0	1,5-3,0
Гидроморфный	Питание растений в основном происходит за счет грунтовых вод	- П = ∑ ($Е_р$+$Е_т$) -$О_с$ М = 5,0	3-7

Из табл.1. следует, что при выборе того или иного вида мелиоративного режима одним из основных критериев является допустимое участие грунтовых вод в формировании водно-солевого режима орошаемых земель. Обычно величину испарения

грунтовых вод и соответственно, ее участие в формировании водно-солевого режима почв определяют исходя из значений высоты капиллярного поднятия влаги в почвах различного механического состава и их минерализации.

Зависимость испарения грунтовых вод в зависимости от глубины их залегания по формуле С.Ф. Аверьянова:

$$E = E_0 \times (1 - \frac{h_0}{h_K})^n,$$

где:

E_o - испаряемость;
h_o - критическая глубина грунтовых вод;
$h_к$ - глубина грунтовых вод; n - показатель степени.

При гидроморфном режиме почвообразования для определения содержа-ния влаги в капиллярной кайме по высоте, в зависимости от механического состава почв можно использовать зависимость, полученную Я. Бенетиным:

$$S = S_{\max} \frac{\delta - Z}{h_K} \times P_0, \; P_o; \; Z_к = Z = \delta$$

При этом величина эвапотранспирации, в условиях близкой к условиям гидроморфного режима равняется:

$$(E_P + E_T)_0 = \frac{S_{\max} \times P_0 \times (\delta - Z_K)^2}{2 \times h_K},$$

Или

$$Z_K = \delta - \frac{2h_K \times (E_p + E_T)_{ПГ}}{S_{\max} \times P_0},$$

Для гидроморфного режима, принимая условия, что часть суммарного водопотребления удовлетворяется орошением, (1/3) для нижней границы каймы, по Я. Бенетину:

$$Z_K = \delta - \frac{4 \times h_K \times (E_p + E_T)_{ПГ}}{3 \times S_{\max} \times P_0},$$

для верхней границы:

$$Z_K = \delta - \frac{h_K \times (E_p + E_T)_{ПГ}}{S_{\max} \times P_0},$$

По П.А. Летунову (129) при 0,5 для нижней границы полугидроморфного режима:

$$Z_K = \delta - \frac{4 \times (E_p + E_T)_{ПГ}}{3 \times P_0 \times h_K^2},$$

для верхней границы:

$$Z_K = \delta - \frac{(E_p + E_T)_0}{3 \times P_0^1 \times h_K^2},$$

где:

$(E_р + E_т)_0$ - потенциальная эвапотранспирация, выраженная в слое и соответствующая максимальной ординате суммарного испарения;

P_0^1 - определяется, как объем капиллярной скважности минус объем капиллярных пор и минус двойная максимальная гигроскопичность;

$Z_к$ - граница капиллярной каймы;

δ средняя толщина корнеобитаемого слоя $\Delta\upsilon$

При выборе режима орошения сельскохозяйственных культур и проектировании дренажа для условий Республики Каракалпакстан до сих пор исходили из традиционных представлений, выражающихся в том, что чем глубже дренаж, тем выше его мелиоративная эффективность. Теоретические и практические аспекты такого предположения были основаны на понятии так называемой «критической глубины грунтовых вод», при расчетах которой принимается критерий, что испарение из грунтовых вод равно практически нулю или должно быть минимальным. При этом, однако, не принимался во внимание характер водносолевого режима почв и минерализации грунтовых вод. Расчеты, основанные на этих принципах, обеспечивает создание полуавтоморфного режима почвообразования, отвечающего требованиям $h_г / h_k = 0,8 - 1,0$, где $h_г$ - глубина грунтовых вод, h_k - критическая глубина грунтовых вод (С.Ф. Аверьянов, 1978; Л.М. Рекс, 1977; И.П. Айдаров, 1971 и др.).

Имеются и другие оптимизационные подходы, заключающиеся в том, что дренаж должен быть не только средством рассоления почв, но должен обеспечить высокие урожаи при наименьших затратах водных ресурсов. С этих позиций И.П. Айдаров, В.А. Духовный, В.М. Легостаев с учетом почвенно-гидрогеологических условий конкретных регионов, предлагают использовать в мелиоративных целях неглубокий дренаж.

В низовьях Амударьи (Каракалпакстан, Хорезмская область и Ташаузская область Туркменистана) в современных условиях создан промежуточный режим между полугидроморфным и гидроморфным режимами. При этом испарение грунтовых вод составляет 3-4 тыс. $м^3$/га (при уровне их залегания 1,6-1,7 м от поверхности земли), что соответствует 50 % общего объема водопотребления. При существующих условиях ежегодное поддерживание солевого режима достигается при соотношении

$$В / (И + Т_р) - 0 = 2,0 - 2,5$$

Учитывая современное состояние ирригационно-мелиоративных систем, в условиях дефицита водных ресурсов и отсутствия обеспеченного регионального водоприемника, в ближайшие 5-10 лет, да и в дальнейшем, создание автоморфного или полуавтоморфного мелиоративного режима на орошаемых землях Республики Каракалпакстан представляется невозможным не только с инженерной точки зрения, но и отсутствия необходимости в этом. Это связано, как было отмечено выше, с затрудненным отводом коллекторного стока при отсутствии водоприемника в условиях незначительного уклона местности и, самое главное, с понижением уровня грунтовых вод на глубину ниже 3,0 м,

что увеличит величину водозабора за вегетационный период в 2,-2,5 раза, не создавая при этом каких-либо, изменений к лучшему мелиоративного режима.

Учитывая это нельзя принимать в расчетах при проектировании дренажа единые нормативные требования действующих СНиП по нормам осушения, уклонам, критериям не заиляющим скоростям, глубинам заложения дренажа и др. Согласно данным лизиметрических наблюдений, в условиях северной зоны Р. Каракалпакстан (Т. Таумуратов, 1975) и в Хорезме (Ф.М. Рахимбаев, 1967) при глубине залегания уровня грунтовых вод в 2,5-3,0 м испарение из грунтовых вод ($И_г$) практически прекращается, а при залегании уровня грунтовых вод, равном 0,50 м, величина испарения из грунтовых вод соответственно составляет 9-10 тыс. $м^3$/га.

Нормы водопотребления, с учетом подпитывания корнеобитаемого слоя грунтовыми водами при этом можно определить по выражению:

$$M_o = M\ \alpha_n,$$

где М - норма полива без учета подпитывания.

Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Из данных табл. 2 следует, что значительные отклонения в величинах расчетной M_o имеются при близком залегании уровня 0,3 и 1,0.

Сопоставление фактических данных водоподачи, полученных на различных опытных участках показывает, что при уровне залегания грунтовых вод от 120 до 180 см (которые имеют повсеместное распространение на орошаемых землях Республики Каракалпакстан), величина M_o колеблется от 2500 до 4000 $м^3$/га.

Таблица 2. Расчетные значения α_n при различных уровнях залегания грунтовых вод

Авторы	Уровень грунтовых вод, м				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Таумуратов Т.	0,22	0,34	0,58	0,70	0,87
Рахимбаев Ф.	-	0,38	0,52	0,69	0,78
По формуле Аверьянова С.Ф.					
грунты легкие	0,10	0,27	0,45	0,65	0,83
грунты средние	0,11	0,30	0,49	0,69	0,67
грунты тяжелые	0,12	0,32	0,34	0,77	-

Многолетние наблюдения, проведенные на территории Чимбайского района (Б.Е.Милькис, Г. Саипназаров с 1971 по 1985 гг.), показывае, что хлопчатник в период вегетации использует до 50% воды из грунтовых вод, при залегании их уровня на глубине 1,5 - 1,6 м и при этом поддерживается почти оптимальная влажность почвогрунтов в корнеобитаемом слое.

В перспективе, по мере завершения строительства коллекторно-дренажных систем, должно произойти понижение уровня грунтовых вод, что повлечет за собой некоторое повсеместное повышение величин оросительных норм. Опускание уровня грунтовых вод на 0,5 против существующего приведет к повышению оросительной нормы хлопчатника на 0,9 тыс. $м^3$/га (табл. 3).

Таблица 3. Изменение величины оросительных норм при различных уровнях грунтовых вод.

Периоды	УГВ, м	Оросительная норма, тыс. $м^3$/га	Дополнительный объем водоподачи, тыс. $м^3$/га
Современный уровень	1,5 - 1,6	2,7 - 3,5	000
Строительство дренажных систем и понижение УГВ	на 1,9-2,6 на 2,0-2,5	4,0 - 4,4 4,5 - 4,9	1,0 0,4

Из данных табл. 3 следует, снижение уровня грунтовых вод до проектных значений 2,5-3,0 м приводит к увеличению оросительных норм на 40 % или на 1,4 тыс. $м^3$/га.

Многолетние опыты, проведенных в различных почвенно-мелиоративных условиях Республики Каракалпакстан, показывают, что водный режим и влажность на орошаемых землях формируются в основном под воздействием грунтовых вод, а солевой режим почв зависит от их минерализации.

При определенной величине испарения из грунтовых вод и минерализации грунтовых вод $М_г$ возможные соленакопления в верхнем слое почвогрунтов составят:

$$S = И_0 \times (1 - \frac{h_2}{h_k})^n \times M_r .$$

Ниже в табл. 4. приведены величины накопления солей (S) при различных h_2 и $М_г$.

Таблица 4. Соленакопление в почвогрунтах при различных значениях минерализации грунтовых вод ($М_г$) и объемах оросительной воды (В)

Во, т/га	h, м	U, $м^3$/га	Соленакопление в почвогрунтах при различных значениях $М_г$									
			2,0 г/л		3,0 г/л		5,0 г/л		7,0 г/л		10,0 г/л	
			всего т/га	в.т.ч $М_г$	всего т/га	в.т.ч $М_г$	всего т/га	в.т.ч $М_г$	всего т/га	в.т.ч $М_г$	всего т/га	в.т.ч $М_г$
1,3	0,5	8288	17,7	16,4	26,2	24,9	42,7	41,4	59,3	58,0	84,2	82,9
2,0	1,0	6982	16,0	14,0	22,9	20,9	36,9	34,9	50,9	48,9	71,8	69,8
3,5	1,5	4464	12,4	8,9	16,9	13,4	25,8	22,3	34,7	31,2	48,1	44,6
4,2	2,0	6120	10,4	6,2	13,6	9,4	19,8	15,6	26,0	21,8	35,4	31,2
5,2	2,5	1354	6,9	2,7	9,2	4,0	12,0	6,8	14,7	9,5	18,7	13,5
6,0	3,0	240	6,5	0,5	6,7	0,7	7,2	1,2	7,6	1,6	8,4	2,4

Если принять за предельную допустимую величину засоления почв по плотному остатку, по данным А.Е. Нерозин для условий Республики Каракалпакстан, в пределах 10-12 т/га (что соответствует 1,0-1,2 по плотному остатку), то величина оптимального уровня залегания грунтовых вод (h_2) в зависимости от $М_г$ колеблется довольно в больших пределах от 1,2 до 2,5 м (табл. 5).

В настоящее время на территории орошаемых земель Республики Каракалпакстан площади земель с минерализацией грунтовых вод до 3,0 г/л занимают 279 тыс. га или 65,2 %, а с минерализацией 3-5 г/л соответственно 98,27 тыс. га или 23 %. Такое распределение орошаемой площади имеет место в зоне староорошаемых земель.

Таблица 5. Оптимальные глубины залегания уровня грунтовых вод при различных $М_г$ и h_2 (средние грунты)

$М_г$	$h_г$ расчеты	h_g допустимый
2,0	1,40	1,40
3,0	1,90	1,80
5,0	2,30	2,10
7,0	2,50	2,30

При проектировании дренажа для условий низовьев Амударьи, на таких опресненных почвах в зоне староорошаемых земель, при минерализации грунтовых вод до 3-4 г/л величину оптимальной глубины грунтовых вод можно принимать по данным табл. 6.

Таблица 6. Оптимальные глубины залегания уровня грунтовых вод для условий низовьев Амударьи

Грунты	h_o
Легкие	1,8 - 2,0
Средние	2,0 - 2,2
Тяжелые	2,2 - 2,3

Чтобы вымыть накопленные соли в результате вторичного засоления требуется объем воды M_n, равный (по В.Р. Волобуеву):

$$M_n = \alpha \times 1 \times g \times (1 - \frac{S}{S_0})^n,$$

где

α–коэффициент солеотдачи - исходное и допустимое содержание солей;

$$S = И_0(1 - \frac{S}{h_K}) + S_B,$$

где:

$S_в$ - поступление солей с оросительной водой.

Результаты расчетов по установлению норм промывных поливов, необходимых для вымыва солей из почв, приведены в табл. 7.

Таблица 7. Накопление солей при различном положении УГВ и нормах промывных поливов (S_o = 12 т/га).

h_2	Мг = 2,0 г/л		Мг = 3,0 г/л		Мг = 5,0 г/л		Мг = 7,0 г/л		Мг = 10 г/л	
	т/га	$м^3$/га	т/га	$м^3$/га	т/га	$м^3$/га	т/га	$м^3$/га	т/га	$м^3$/га
0,5	1,4	1628	24,9	3804,2	41,4	6453,8	58,0	8211	82,9	10072,5
1,0	14	803,4	20,9	2891,6	34,9	5563,7	48,9	7321,5	69,8	9176,1
1,5	8,9	-	13,4	575,1	22,3	3229,5	31,2	4979,7	44,6	6841,8
2,0	6,2	-	9,4	-	15,6	1367	21,8	3111,3	31,2	4979,7
2,5	2,7	-	4,0	-	6,8	-	9,5	-	13,5	613,8
3,0	0,5	-	0,7	-	1,2	-	1,6	-	2,4	-

Из табл. 7 следует, что при минерализации грунтовых до 3 г/л, плотному остатку и при их залегании до глубины 1,8 - 2,0 м от поверхности земли, для вымыва сезонного накопления солей достаточно проведение влагозарядковых поливов в норме 1,5 - 2,0 тыс. $м^3$/га. по мере повышения минерализации грунтовых вод величины М соответственно увеличиваются и с превышением минерализации грунтовых вод до 7,0 г/л и более объем воды для вымыва накопленных солей при глубине залегания ГВ, равном 1,5 м, резко повышается и достигает 4280 $м^3$/га, что требует опускания УГВ ниже 2,0 - 2,3 м от поверхности земли.

Годовой объем водозабора при различных уровнях и минерализации грунтовых вод в этих условиях состоит из двух частей:

$$Мг = Мо + Мn,$$

где:

Мо и Мn оросительные и промывные нормы, $м^3$/га;
Мг - годовой водозабор.

Результаты расчетов по определению величин годового водозабора приведены в табл. 8.

Таблица 8. Расчетные величины годового водозабора при различных Мг и УГВ.

Мг	Показатели	УГВ, м				
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
2,0	$М_о$	1320	2040	3480	4200	8220
2,0	$М_п$	1630	800	-	-	-
2,0	$М_{год}$	2950	2840	3480	4200	5220
3,0	$М_о$	1320	2040	3480	4200	5220
3,0	$М_п$	3800	2890	575	-	-
3,0	$М_{год}$	5120	4930	4055	4200	5220
5,0	$М_о$	1320	2040	3480	4200	5220
5,0	$М_п$	6430	5560	3230	1270	-
5,0	$М_{год}$	7770	7600	6710	5570	5220
7,0	$М_о$	1320	2040	3480	4200	5220
7,0	$М_п$	8210	7320	4980	3110	-
7,0	$М_{год}$	9530	9360	8450	7310	5220
10,0	$М_о$	1320	2040	3480	4200	5220
10,0	$М_п$	10070	9180	6840	4980	614
10,0	$М_{год}$	11390	11220	10320	9180	5834

Из табл. 8 следует, что с повышением минерализации грунтовых вод резко увеличивается объем годового водозабора. При глубине грунтовых вод в 1,6 м требуемая величина годового водозабора при их минерализации, равной 10,0 г/л, увеличивается в 3 раза по сравнению с минерализациями грунтовых вод - 2,0 - 3,0 г/л.

При поддержании уровня грунтовых вод в производственных условиях в пределах 1,5 - 2,5 м и минерализации до 3 г/л, процесс вторичного засоления практически не происходит и для подачи воды для промывки земель не требуется (незначительное соленакопление можно удалить путем проведения эксплуатационных промывок).

Учитывая это, можно отметить, что для больших территорий республики там, где созданы более или менее стабильные мелиоративные режимы, т.е. достигнуто опреснение грунтовых вод и почвогрунтов (староорошаемые зоны), поддержание уровня грунтовых 1,8 - 2,0 м не представляет опасности для сезонной реставрации солей, дает существенную экономию водных ресурсов и приводит к значительному снижению стоимостных показателей при строительстве дренажа. Такого же мнения придерживается Б.Е. Нейман, и для условий Хорезма Г.Е. Батурин, Т. Жалилова.

Можно отметить, что поддержание глубины грунтовых вод в пределах 1,8 - 2,0 м и, соответственно, глубины дренажа 2,0 - 2,3 м, оптимально в экономическом отношении и существенно облегчает технологию строительных работ. Строительство дренажа глубиной 2,0 - 2,3 м оказалось в 2,0 - 2,2 раза дешевле, чем дренажа глубиной 2,5 - 3,0 м.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Духовный В.А., Баклушин М.Б. К вопросу об установлении мелиоративных режимов // Труды САНИИРИ. – Ташкент, 1976. - Вып. 148. – С. 3-10.

2. Милькис Б.Е., Туйчиев Т. Величина суммарного испарения с лоюцернового поля в Чимбайском районе // Научные основы интенсификации сельского хозяйства Каракалпакии. - Нукус, 1976.

3. Рахимбаев Ф.М. Методика установления критического режима грунтовых вод // Международный семинар "Ирригация и вертикальный дренаж". - Ташкент, 1967. – Т. 2.

УДК 581.5

УСТАНОВЛЕНИЕ ПОТРЕБНОГО ОБЪЕМА ВОДЫ ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В РЕСПУБЛИКЕ КАРАКАЛПАКСТАН (ЗОНА ОРОШЕНИЯ)

Курбанбаев Е.К., Каримова О.Ю.
(Каракалпакский филиал САНИИРИ им. В.Д. Журина)

В годы повышенной водообеспеченности реки Амударьи (до 1960-65 гг.) на территории орошаемых земель существовали многочисленные пресноводные озера, минерализация воды, в которых не превышала 1,5 г/л, что создавало благоприятные условия для развития рыбы и ондатры.

В тот же период существовали огромные площади естественных орошаемых пастбищно-сенокосных угодий (до 8 тыс. га), которые заполнялись паводковыми речными водами из ирригационных каналов. На этих землях бурное развитие получило животноводство, а также сохранялась благоприятная экологическая обстановка.

Интенсивный водозабор, для нужд орошения начиная с 60-х годов, вызвал постепенное уменьшение стока в низовье реки Амударья, это явление в свою очередь отрицательно сказалось на режиме развития гидрологических объектов. Уровень вод в болотах и озерах, в результате резкого сокращения поступления воды и расхода на суммарное испарение, быстро снижался, к тому же большая часть коллекторно-дренажных вод с огромных массивов сбрасывалась в реку, что резко ухудшило качество амударьинской воды, используемой кроме поливов и для питьевых нужд населения. Другая часть возвратных вод, содержащих соли и токсичные вещества и непригодные к использованию, аккумулируются на освоенных территориях в виде больших озер, что резко ухудшает общую мелиоративную и экологическую обстановку в регионе, а в последние годы экологическая обстановка в регионе ещё более усугубилась из-за наступления серии маловодных лет (2000 - 2001 гг.).

Для оздоровления и поддержания экологической обстановки в низовье Амударьи нужно обеспечить приток пресных речных вод в достаточном объеме и хорошего качества.

Озера, орошаемые пастбища и другие экологические объекты (искусственные и естественные) обладают условиями, которые необходимы для успешного размножения и развития живности и растительности, а именно:

- средняя глубина воды не менее 1,5 м, хорошо развитая подводная растительность (тростник, рогоза);
- концентрация растворенного кислорода в воде не ниже 4 - 5 мг/дм^3, минерализация воды в период нереста личинок и мальков рыб не выше 5 г/дм^3;
- минерализация воды в пределах 3 - 4 г/дм^3 по плотному остатку;

- колебания уровня воды в период размножения рыб и в зимний период не более 30 см;
- проточность озер для пропуска речной воды.

Сохранение биоразнообразия и повышение естественной продуктивности биоресурсов целиком и полностью зависит от поддержания вышеуказанных требований и является одной из важнейших экологических задач в этом регионе.

Режим водообеспечения, как по объему, так и по качеству этих объектов очень важен в маловодные годы, и нужно исходить из приоритетности их экологической значимости. В этом отношении несомненный приоритет принадлежит дельтовым озерам и глубоководным водоемам, расположенным на территории орошаемых земель, поскольку в маловодные годы они должны сохранит роль рефугиумов биоресурсов.

На территории Республики Каракалпакстан по состоянию на 1-е января 2004 года (кроме Муйнакского района) площади озер составили 36557 га.

На территории республики, экологическими объектами, которые требуют постоянной или периодической подачи воды, являются сенокосы, пастбища, озера и приусадебные земли.

В земельном фонде республики еще имеются огромные территории пастбища (9732 га), которые относятся к категории неорошаемых земель.

Огромные площади неорошаемых земель имеются в Кунградском, Тахта-купырском районах. Ниже в табл. 1 приведена сводная таблица распределения земельного фонда и потребные объемы воды для поддержания нормальной экологической обстановки по Республике Каракалпакстан.

Таблица 1 - Распределение земельного фонда и потребные объемы воды для поддержания нормальной экологической обстановки по Республике Каракалпакстан.

№ п/п	Наименование	Площади в тыс. га	Оросительная норма, $м^3$/га	Объем водозабора, млн. $м^3$
1.	Общая площадь	9756,8		
2.	Орошаемая площадь	419,7		
3.	Многолетние насаждения (тугаи)	8,55	4000	34,2
4.	Сенокосы	68,6	3000	205,9
5.	Пастбища	973,2	1000	973,2
6.	Приусадебные земли	46,3	5000	231,5
7.	Озера (в зоне орошения)	36,56		474
	Всего			1918,8

Как видно из табл. 1 общий объем водозабора для обводнения вышеуказанных экологических объектов составляет 1919 млн. $м^3$ воды в год.

При этом приусадебные земли, многолетние насаждения требуют подачи воды в объеме 4000-5000 $м^3$/га. На внутри орошаемых землях имеются сенокосы площадью 68,6 тыс. га (сюда же относятся большие площади незасеянных рисовых чеков), которым требуется подача воды в два этапа нормой 1500 $м^3$/га в год. Это обеспечивает нормальное состояние тростника и других кормовых растений.

Также во всех районах имеются огромные площади пастбищ, которые требуют периодического искусственного увлажнения.

В целях поддержания минимального уровня экологической обстановки необходимо вышеуказанные объемы воды включить в план водопользования в качестве экологических попусков.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Курбанбаев Е. Проблема Арала и Приаралья // Материалы международного семинара «Экологические факторы и здоровье матери и ребенка в регионе Аральского кризиса». – Ташкент: Фан, 2001.

2. Матсапаева И.В., Аденбаев Б.Е., Константинова Л.Г., Ли Т.П. Современное состояние лимнических экосистем низовьев Амударьи. // Водные ресурсы. - 2003.

УДК
Гумусный ифракционный состав подверженных почв.

ЭРОЗИЯГА УЧРАГАН ТИПИК БЎЗ ТУПРОҚЛАР ГУМУСИНИНГ ГУРУХИЙ ВА ФРАКЦИОН ТАРКИБИ

Қўчқоров Ж., Раупова Н.
(ТошДАУ)

Маълумки, тупрокнинг ривожланиши ва унумдорлиги гумуснинг хосил булиши билан богликдир.

Гумуснинг тупрок хосил булишидаги мухим вазифасиунинг хоссалари таркиби ва табиати оркали тушунтирилади. Гумуснинг анчагина мураккаб структурага эга эканлиги аникланган. Гумус тупланишининг аосси куйидагича: фенол типидаги хушбуй бирикмаларининг аминокислоталар билан узаро конденсацияси ва уларнинг каттик фазага утиши, системанинг аста-секин гумин кислоталарга кадар парчаланиши, уларнинг кисман сувсизланиш ва ички молекуляр гурухланиши, кислоталарнинг кейинги конденсацияланиши учун шароит яратиш ва карбоксил гурухларнинг ортиши гумус моддаларининг асосий гурухлари, гумин кислоталар, фульвокислоталар ва гуминлар билан богликдир.

Гумин кислоталар ва фульвокислоталарнинг микдори ва нисбати уларнинг фракцион таркиби тупрок хосил булиш жараёниларининг даражаси ва йуналиши, шунингдек тупрокнинг маданийлаштириш даражасини курсатади. Шунинг учун гумус таркиби ва гумус моддаларининг хоссаларини урганиш, тупрок генезиси ва уларнинг унумдорлик салохияти даражасини аниклашда энг зарур хисобланади.

Узбекистондаги буз тупроклар гумусининг фракцион таркиби В.П.Костюченко (1957), Т.Б.Азизов (1962), Н.П.Муравьева, З.Б.Селитренникова (1965), И.А.Зиямухамедов(1971), М.М.Тошкузиев (1995), М.Фахрутдинова (1998) ва бошкалар томонидан урганилган.

Адабиётлардан маълумки, эрозияланган тупрокларнинг ювилиш даражасини аниклаш учун морфометрик тадкикотлардан ташкари, кушимча курсаткичлар сифатида гумус кесимининг, гумуснинг сифат таркибини хисобга олган холда, хосил булиш хусусиятларидан фойдаланилади.

В.Р.Волобуев (1968) тупроклар диагностикаси учун гумуснинг гурухий ва фракцион таркиби курсаткичларидан фойдаланишни таклиф килади.

Тупрок хосил булиш шарт-шароитлари, шунингдек, органик колдикларнинг парчаланиши ва гумус хосил булиш жараёнлари бизнинг тупроклар шароитида бутунлай фарк килади. Адир зоналарида шаклланган тупрок гумуси узининг сифат таркиби билан бошка минтакалар тупроклари гумусидан фарк килади. Бу кизгиш рангли неоген ёткизикларида шаклланган, эрозияланган тупрокларда гумус таркибини диагностика

максадида урганиш ёки гумус тупланиши хакидаги маълумотларни чукурлаштириш заруриятини тугдиради.

Тупроклар гумусининг гурухий таркиби куйидагичадир: ювилиб тупланган тупрокларнинг юкори катламларида Шимолий ёнбагирларда органик углероднинг энг куп микдори (1.713-1.235%) мавжуд. Бу жанубий ёнбагирлардаги шундай катламлардагидан сезиларли даражада ортикдир (1.038-0.800%).

Ювилмаган тупроклардаги углерод микдори юкори катламларда 1.247-0.701%. Энг кам микдори эса уртача ювилган тупрокларда жанубий ёнбагирда кузатилади.

Шимолий ёнбагирдаги уртача ювилган тупрокларда органик углерод микдори юкори катламларда 0.568-0.504%, кесим куйисига караб 0.104-0.075% гача пасайиб боради. Жанубий ёнбагирнинг шундай катламларида юкоридан куйига караб 0.551-0.237% дан 0.81% гача кескин пасаяди.

Урганилган тупроклар гумус моддаларининг гурухий таркибида фульвокислотлалар, гумин кислоталарда сезиларли даражада ортиклик килади. Окизик тупрокларда ёнбагирнинг хар иккала кисмида $C_{гк}$:$C_{фк}$ (Гумин кислоталар углеродининг фульвокислоталар углеродига) нисбати чимли катламда 1 якинлашади ва 0.85-0.84 ни ташкил этади. Куйига томон аста-секин 0.74-0.64 гача пасаяди.

Гумин кислоталар углеродининг фульвокислоталар углеродига нисбатининг якин курсаткичлари, ювилмаган тупрокларнинг хайдаладиган катламларидан олинган, шимолий ва жанубий ёнбагирларда бу курсаткич 0.67-0.72 билан чегараланади. Урганилган тупроклар окизик ва ювилмаган хилларининг юкори катламлари гумус типига кура фульват – гуматли хисобланади. Куйига томон бу нисбат 0.58-0.54 ва 0.74-0.64 гача пасаяди, бу гумин кислоталар гурухининг камайишига боглик. Уртача ювилган тупроклар $C_{гк}$:$C_{фк}$ нисбати шунингдек, гумус типига кура анча фарк килади. Хайдаладиган катламларда бу нисбат шимолий ёнбагирларда 0.67, жанубий ён багирларда 0.72ни ташкил этади ва гумуснинг гуматли-фульватли типига киради. Уртача ювилган тупрокларнинг куйи катламлари шимолий ва жанубий ёнбагирларида гумуснинг фульвотли типига хос, унда $C_{гк}$:$C_{фк}$ нисбати 0,49-0,38 да чегараланади.

Гумус моддаларининг энг куп гидролизланиши билан Шимолий ва жанубий ёнбагирлар ювилиб тупланган тупроклар чимли катламлари характерланади. Бу ерда $C_{гк}$:$C_{фк}$ нисбати 1.94-168% га тенг. Куйига томон гидролизланиш 1.46-1.09% га камаяди, бу гумин кислотлар хиссасининг камайиши Билан богликдир. Паст гидролизланиш билан ювилмаган ва уртача ювилган тупрокларнинг хар иккала ёнбагир турлари характерланади. Юкори катламларда $C_{гк}$:$C_{фк}$ нисбати 1.29-1.33% ни , ювилмаган тупрокларда, уртача ювилган тупрокларда 0.92-0.89% ташкил этади.

Тупланган маълумотларга кура, тупрок умумий углерод микдорига мос равишда гумин кислоталар углеродининг энг куп микдори билан шимолий ва жанубий экспозициялардаги ювилмаган ва окизик тупроклар характерланади (25.4-28.6%, 25.65-30.41%) хамда юкори катламларда 10.4-20.4%; куйи катламларда 13.13-25.40% ва аксинча, энг кам микдор билоан уртача ювилган тупрок хиллари характерланиб, 14.90-19.5%ни юкори катламларда, 4.0-10.40% ни куйи катламларда ташкил этади.

Учламчи давр неоген ёткизикларида шаклланган турли даражада эрозияга учраган тупроклар гумусининг фракциявий таркибини анализ килиш натижаларига кура, гумус моддаларининг ёнбагир экспозицияси, шунингдек эрозияга учраганлик даражасига боглик холда бирикишларида бир канча фракциялар мавжуд. Лекин шу билан бирга улар учун умумий булган гилли минераллар, бир ярим даражали оксидлар билан боглик булган 3-фракциянинг, шунингдек, купрок кальций билан боглик, 2-фракциянинг устунлиги каби хусусияти сакланиб колади.

Жанубий экспозиция тупроклари гумин кислоталар фракцияси микдори билан шимолийдан фарк килади. Жанубий экспозициянинг окизиклар ва ювилмаган тупроклари юкори катламларида гумин кислоталарнинг 3-фракцияси устунлик килса-да, унинг

микдори сезиларли даражада камаяди (7.3 дан 4.4% гача). Ундан кейинги уринни гумин кислоталарнинг 2-фракцияси эгаллайди. Унинг юкори катламлардаги микдори 7.3%ни ташкил этади.

Гумин кислоталар 2 ва 3 фракцияларининг энг куп микдори окизик тупрокларнинг юкори катламларида булиб, 10.1 ва 10.6%ни ташкил этади. Шимолий экспозициянинг ювилмаган ва окизик тупрокларида, жанубий экспозицияларга таккослаганда, гумин кислоталарнинг 2-фракцияси устунлик килади. Бу фракция Ca^{++} богликдир (тупрок умумий углеродининг 11 ва 15% атрофида), уртача ювилган тупрокларда эса бу фракциянинг ахамияти бироз камаяди. Ундан кейин гумин кислотларнинг 3-фракцияси эгаллайди: унинг микдори юкори катламларда 8.5-11.2% да чегараланади. Турли даражада эрозияга учраган урганилган тупрокларнинг юкори катламларида 2 ва 3-фракцияларнинг энг куп микдори аникланган. Уларнинг энг куп микдори ювилмаган (11.3-8.5%) ва окизик (12.9-11.2%) тупроклардадир. Энг кам микдори эса уртача ювилган (8.7-6.5%) тупроклардадир. Таъкидлаш жоизки, барча кузатилаётган тупрокларда чукурлашган сари гумин кислоталарнинг 2 ва 3-фракциялари сезиларли даражада камаяди. Гумин кислоталарнинг 2-фракциялари, бу тупрокларнинг карбонатлашганлиги туфайли, 1 ва 3 фракциялардан устунлик килади.

Урганилган тупрокдаги гумин кислоталарнинг 3 фракциялари микдори уларнинг механик таркибига богликдир. Урганилган шимолий ва жанубий экспозиция тупроклар фульвокислоталари асосан 2 ва 3 фракцияларда ифодаланади. Шунингдек, эркин ва кузгалувчан бир ярим даражали оксидлар билан боглик булган 1а-фракция фульвокислоталарнинг анча сезиларли микдорини (3.2-4.0%) курсатиш уринлидир.

Фульвокислоталар фракциялари орасида Ca^{++} билан боглик фракцияларнинг курсаткичлари юкоридир. Шимолий экспозициянинг барча тупрокларида бу фракциялар салмоги 11.5-14.04% га етади. Барча тупроклар чиринди таркибида фульвокислоталар, гумин кислоталарга нисбатан купрок кисмини ташкил этади.

Шундай килиб айтиш мумкинки, урганилган тупрокларда соддарок, бекарор ва фульвокислоталарининг купрок дисперсланадиган гумус шакли, гумин кислота гумусининг жуда мураккаб, баркарор юкори молекуляр шаклидан устунлик килади.

АДАБИЁТЛАР:

1. Волобуев В.Р- Использование данних группового и фракционного состава гумуса для диагностики почв. Почвевединие 1968, №8

2. Зиямухаммедов И.А- О качественном составе органического вещества орошаемых сероземов и такирных почв разной степени окультуренности. «Узб.хим.» ж-л 1968,№4

3. Ташкузиев М.М- Химическое состояние типичных сероземов и почв низовьев Амударьи, изменение его на фоне орошения и опустынивания. Автореф. канд. дисс. Ташкент 1996г

4. Тюрин И.В Органическое вещество почвы и его роль в плодородии М. Наука 1965г

5. Anderson D,V Russel D.B. «Ф comperison of humic fractions, 1974г

6. Раупова Н.Б «Гумусное состояние эродированных типичных сероземов сформированных на третичных красноцветных отложениях и некоторые пути его регулирования. Автореферат канд.дисс. 2000г Ташкент

УДК681.1:631.4

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Магай С.Д., Парамонов А.И., Сороколатов В.П.
(ДГП «Научно-исследовательский институт водного хозяйства»)

В условиях дефицита водных ресурсов и мелкоконтурного сельскохозяйственного производства проблема нормированного и оперативного водораспределения на орошаемых землях приобретает особую значимость. Оперативное водораспределение во многом зависит от наличия информации о запасах влаги в активном слое почвогрунтов и степени их засоления, определяющих поливную норму. Мониторинговое оборудование позволяет определять эти показатели в любой момент времени, поэтому его применение, несомненно, актуально.

В статье приводятся результаты мониторинга водораспределения, проведенного на пилотном участке Голодностепского массива орошения Южно-Казахстанской области с применением для анализа почвенных процессов современного оборудования производства ведущих иностранных фирм «Delta-T Devices Ltd.» (Кембридж, Англия) и «Sentek Pty Ltd.» (Австралия) в рамках международного Проекта по управлению водными ресурсами и восстановлению земель (ПУВР и ВЗ).

Краткая характеристика оборудования и методика проведения работ

Оборудование, применявшееся при мониторинге состояния почвы, включало:
- стационарные зонды «Enviro SCAN»;
- переносные зонды «Diviner» и «Sigma Probe»;
- гипсовые блоки «GYP»;
- датчики влажности «WMK»;
- регистраторы данных «DL2e» и «Enviro SCAN»;
- портативный компьютер.

Комплекты датчиков и зондов соединялись кабельной связью с регистрирующими устройствами (терминалами), позволяющими вести как непрерывные, так и дискретные наблюдения с автоматической записью данных, характеризующих изменения почвенных процессов при возделывании хлопчатника.

«Enviro SCAN» - стационарная система для наблюдений за влажностью почвы. Включает в себя датчики, установленные на планке внутри пластиковой трубы на фиксированной глубине, и регистрирующее устройство, позволяющее автоматически снимать данные через заданные интервалы времени и сохранять их в своей памяти до передачи в компьютер.

«Diviner» - переносная система для наблюдения за влажностью почвы. Состоит из зонда и дисплейного устройства для преобразования и хранения данных. Переносной зонд измеряет содержание влаги в почве через каждые 10 см по профилю грунта через стенку пластиковой трубы. Данные собираются из наблюдательных труб, расположенных в характерных точках орошаемого участка. Трубы устанавливаются в пробуренные скважины с помощью специального набора инструментов, поставляемого вместе с прибором. Для снятия показаний в режиме сканирования не требуется держать зонд на какой-то определенной глубине. При плавном опускании зонда на глубину 1,6 см происходит автоматическая регистрация данных со всех уровней. Дисплейное устройство

прибора позволяет не только регистрировать информацию с 99-и профилей или участков, но и хранить ее до записи на компьютер, а также выводить на экран данные последних 10-и значений влажности в графической или табличной форме [1].

Датчик для определения влаги в почве «WMK» измеряет водный потенциал в порах с помощью чувствительного элемента, расположенного в патроне из пористого материала внутри перфорированного корпуса из нержавеющей стали [2]. Гипсовый блок «GYP» определяет потенциал влаги в почве и представляет собой датчик, помещенный в гипсовый монолит цилиндрической формы [3].

Для корректной работы приборов «Diviner» и «Enviro SCAN» необходима нормализация их датчиков. Каждый датчик нормализуется в герметичной пластиковой трубе путем замеров двух показаний - на открытом воздухе и в воде. Для этой цели нами использовалось специальное переносное оборудование собственной конструкции, позволяющее проводить нормализацию датчиков непосредственно в месте их установки. Оно было высоко оценено международными консультантами по ПУВР и ВЗ компаниями «Onno Schaap» (Португалия) и «Robin Wardlaw» (Англия).

Переносный зонд «Sigma Probe» измеряет засоленность почвы, которая зависит от концентрации содержащихся в ней солей и температуры. В комплект входят датчик «EC1» и портативный компьютер « D-PSION 2» с объемом памяти 2 Мб [4].

Регистратор «DL2e» - программируемое устройство регистрации данных, способное собирать и накапливать показания одновременно от 60-ти различных подключенных к нему датчиков. Особенность регистратора - работа в двух состояниях: активном и пассивном. В первом случае передняя кнопочная панель и дисплей регистратора находятся в рабочем режиме, во втором – он продолжает работать в режиме экономного питания [5].

Общими правилами при установке почвенных датчиков является правильность выбора глубины их установки и равномерность распределения по площади участка. В наших исследованиях датчики устанавливались по принятым нами и согласованным с заказчиком схемам. Глубина установки датчиков предусматривала охват всей корневой зоны для определения количества влаги, извлекаемой растениями из различных слоев почвогрунтов, с целью ее восполнения за счет орошения.

Регистраторы в металлических боксах размещались на специальных бетонных основаниях балансовых площадок в средней части пилотного участка. Датчики «GYP» устанавливались после всходов хлопчатника в центре и по обе стороны от терминала вдоль борозд на расстоянии 100 м. Регистрация данных проводилась автоматически круглосуточно с интервалом в один час; считывание информации с терминалов на переносной компьютер - один раз в две недели.

Стационарные датчики устанавливались на глубинах:

- гипсовые блоки «GYP» – 30,60,100 и 150 см;
- датчики «Enviro SCAN» и «WMK» – 30,100 и 300 см.

Для улучшения адаптации к условиям эксплуатации датчики перед установкой подвергались замачиванию (12 часов), высушиванию (36 часов) и повторному замачиванию (12 часов). При установке датчиков в подготовленные на требуемой глубине места применялись специальные приспособления собственного изготовления. Для лучшего контакта датчиков с почвой посадочные места заполнялись жидким почвенным раствором (использовалась почва с мест установки датчиков). Чтобы предотвратить попадание воздуха и просадку грунта места установки датчиков послойно засыпались грунтом и трамбовались.

Установка наблюдательных скважин для переносного зонда «Diviner» проводилась с помощью специального комплекта инструментов. Максимальная глубина погружения зонда – 1,6 м, частота проведения замеров – один раз в неделю (в период проведения поливов – в два раза чаще).

Применение почвенного оборудования позволило проводить непрерывные наблюдения на стационарных площадках с автоматической записью данных на регистрирующий терминал и осуществлять периодические замеры переносным зондом по почвенным профилям, равномерно размещенным по площади участка. Такая система мониторинга дает возможность собирать, сохранять и передавать информацию в персональный компьютер для ее дальнейшего использования при внутрихозяйственном водораспределении.

Результаты исследований

Результаты мониторинга за влажностью почвогрунтов на глубинах 30,100 и 160 см с помощью переносного зонда «Diviner» по профилю, расположенным в центре пилотного участка, а также на глубинах 30,100 и 300 см со стационарным зондом «Enviro SCAN», установленным рядом с вышеуказанным профилем, приведены на рис.1. Из полученных данных видно, что промывной полив увлажнил все рассматриваемые слои почвы (влажность в них повысилась с 13-24 % до 34-38 % от объема) и обеспечил довольно высокую (27-30 %) влажность к периоду сева хлопчатника. В летний период отмечено повышение влажности почв при проведении вегетационных поливов. Особенно это было видно из показаний датчиков, расположенных на глубине 30 см. В соответствии с данными зонда «Diviner», влажность почвы на этой глубине увеличивалась с 18-20 до 39-41 % от объема; зонда «Enviro SCAN» - с 18-25 до 33-41 %. После поливного сезона оба прибора показали снижение влажности: на глубине 30 см сразу же после полива - резкое, а затем - более плавное. На глубинах 100, 160 и 300 см уменьшение влажности всегда происходило плавно, постепенно. К концу вегетации влажность почвогрунтов на глубинах 30,100 и 160 см, замеренная прибором «Diviner», составила 17,22 и 25 % от объема, а зафиксированная датчиками «Enviro SCAN» на глубинах 30,100 и 300 см - соответственно 17, 26 и 33 % от объема.

Наблюдения за потенциалом влаги почвогрунтов показывают, что к середине вегетационного периода хлопчатника он составлял 40-60 кПа на глубинах 60,100 и 150 см (данные «GYP»), резко увеличиваясь до 320 кПа в верхнем 30 см слое, и 15-25 кПа - на глубинах 30,100 и 300 см (данные «WMK») (рис. 2). Вегетационные поливы повлияли на показания датчиков, особенно тех, которые располагались на глубине до 100 см. В соответствии с данными «GYP», величина потенциала влаги снизилась с 310-320 до 30-50 кПа на глубине 30 и 60 см, а на глубине 100 см - со 115 до 55 кПа. Показания нижерасположенных датчиков (150 см) отмечали его незначительное снижение - с 60 до 50 кПа.

Первый полив уменьшил показания датчиков «WMK» на глубине 30 см с 75 до 15 кПа, второй - с 235 до 15 кПа, на глубине 100 см соответственно - с 25 до 20 кПа и с 75 до 35 кПа. На глубине 300 см потенциал влаги имел стабильные показания на протяжении всей вегетации, постепенно увеличиваясь с середины лета до глубокой осени с 15 до 25 кПа.

Характер изменения потенциала влаги в послеполивной период по показаниям этих приборов различный. Гипсовые блоки фиксируют быстрое (за 14-15 дней) восстановление его максимальных значений с 75 до 320 кПа. Датчики «WMK» отмечают более плавное, постепенное нарастание значений потенциала влаги: с 15 до 230 кПа за 40 дней после I-го полива и с 15 до 280 кПа за 80 дней - после II-го до конца вегетации. К этому времени на глубинах 30, 100 и 150 см отмечены значения потенциала 320,125 и 30 кПа (данные «GYP»), на глубинах 30,100 и 300 см - соответственно 280, 60 и 25 кПа (данные «WMK»).

Мониторинг за электропроводимостью (засолением) почв, выраженной в милисименсах на 1 м (мСм/м) с целью оперативного определения содержания солей, проводился с помощью переносного зонда «Sigma Probe». Результаты наблюдений за

изменением показаний этого прибора и анализ полученных данных свидетельствуют о том, что его показания до проведения промывных поливов в зимне-весенний период изменялись по площади и горизонтам от 167 до 362 мСм/м, на основании чего почвогрунты пилотного участка были отнесены к слабозасоленным. Зафиксировано, что промывные поливы повлияли на изменение засоленности почвогрунтов в основном до глубины 1,0 м. Пределы электропроводимости снизились до 167-221 мСм/м. Отдельные слои почвы стали соответствовать категории незасоленных. Дальнейшие замеры показали, что после двух поливов категория засоления не изменилась до конца вегетационного периода. Показания прибора колебались от 156 до 251 мСм/м.

Большое количество выполненных измерений выявило наличие существенной разницы в показаниях датчика засоленности, которая связана главным образом с различной степенью иссушения почв при измерении. Этот недостаток прибора «Sigma Probe» можно исключить, если найти для каждого конкретного химизма и степени засоленности оптимальный диапазон влажности, в котором он будет надежно работать.

Влияние конкретных почвенно-мелиоративных условий на работу мониторингового оборудования

При использовании для мониторинга современного оборудования необходимо, как правило, соотносить показания приборов с конкретными почвенными условиями, т.е. проводить их тарировку.

Датчики фирмы «Sentek Pty Ltd.» («Diviner», «EnviroSKAN»), в частности датчики переносного зонда, работают на незасоленных и слабозасоленных землях корректно (с учетом их калибровки), однако их показания необходимо корректировать. Корректировку проводят с помощью коэффициентов или эмпирических формул в виде степенных функций между коэффициентами и данными, полученными термостатно-весовым способом (ТВС), о чем свидетельствует коэффициент регрессии такой зависимости R^2= 0,76 (рис. 3).

Надежная работа переносного зонда зависит от механического состава профиля почвогрунтов, в котором устанавливаются трубы для считывания информации. В легких слоистых грунтах колебание и снижение уровня грунтовых вод приводит к отслаиванию песка и супеси и нарушению контакта грунта с трубой, что в конечном итоге сказывается на показаниях прибора. Переустановка труб не дает желаемого результата из-за большой пестроты сложения почвогрунтов (наличия множества прослоек) и дальнейшего снижения уровня грунтовых вод. Для получения достоверных данных пластиковые трубы должны устанавливаться до промывки и сниматься после впитывания воды в почву. Повторную их установку следует начинать, когда уровень грунтовых вод опустится ниже последнего считываемого горизонта.

Потенциал влаги почвы, фиксируемый гипсовыми блоками «GYP» и датчиками влажности «WMK», имеет одинаковый характер изменения в течение вегетационного периода, но в количественном выражении его величина существенно различается. Сравнение показателей влаги в почве по гипсовым блокам и датчикам «WMK» с данными литературных источников говорит в пользу последних.

Для выявления связи потенциала влаги с влажностью почвы построены кривые зависимостей (рис. 4), по которым совместно с графиком рис. 3 можно определять значения водного потенциала при различном содержании влаги в почве. Для условий наших исследований наименьшей влагоемкости почвы соответствовал ует потенциал 10-20 кПа, предполивной влажности – 30-70 кПа.

При работе с зондом «Sigma Probe» необходим хороший контакт его с почвой. В сухих грунтах показания прибора некорректны. Анализ данных, полученных с помощью «Sigma Probe», свидетельствует о том, что существенная разница в показаниях прибора объясняется главным образом степенью иссушения отдельных верхних горизонтов почвы.

Связь между электропроводимостью почвы и содержанием солей в ее водной вытяжке (в % от массы сухой почвы) характеризуется зависимостью с невысоким коэффициентом регрессии R^2= 0,65 (рис. 5). Этот недостаток можно исключить, если найти при разном химизме засоления тот оптимальный диапазон влажности, в котором зонд будет надежно работать. В то же время зондом «Sigma Probe» можно успешно определять минерализацию воды, имея калибровочные кривые. Об этом свидетельствует график зависимости C= f(C_{sp}) и его высокий коэффициент регрессии - 0,88 (рис. 6). Последнее объясняется наличием хорошего контакта между зондом и водой.

Таким образом, выполненные исследования показывают, что после привязки оборудования для мониторинга почвенных процессов к конкретным массивам орошения оно позволяет оперативно и целенаправленно решать вопросы водораспределения, снижая на этих массивах дефицит поливной воды и облегчая труд сельхозпроизводителей. К тому же своевременная и нормированная подача оросительной воды будет способствовать повышению урожайности сельскохозяйственных культур и улучшению эколого-мелиоративного состояния орошаемой зоны и прилегающих территорий.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Diviner – 2000. Руководство для пользователя / Пер. с англ.-Sentek Pty Ltd, 2001. – 69 с.

2. Датчик влажности WMK. Руководство для пользователя / Пер. с англ.-Delta-T Devices LTD, 2001. - 9 с.

3. Гипсовый блок GYP. Руководство для пользователя / Пер. с англ.-Delta-T Devices LTD, 2001. - 11 с.

4. Сигма зонд. Руководство для пользователя / Пер. с англ.-Sentek Pty Ltd, 2001. - 32 с.

5. Регистратор данных DL 2e. Руководство для пользователя / Пер. с англ.-Delta-T Devices LTD, 2001. - 59 с.

УДК 626.810

OPERATIONAL LAND LEVELING CONDUCTING AT IRRIGATED FIELDS OF WATER USERS ASSOCIATIONS IN TERMS OF NEW ECONOMIC RELATIONS

Magzumov R. I. Davlyakanov R. M.
(Scientific institute for irrigation SANIIRI)

A careful leveling is of great value for salted grounds, which occupy a considerable area of Uzbekistan. On the planned salted grounds high efficiency is achieved at carrying out washing watering. Owing to uniform distribution of washing water to the leveled surface of fields the identical effect from washing ground on all area of a site is provided. For washing on such sites it is being spent approximately twice less water at expenses reduction almost in 2 times on a hand labor and leveling of platens due to increase in the area of checks and significant reduction of height of platens At the planned sites an irrigation time is reduced in 1,9 times, according to this expense for its device - in 1,85 times, an useful area exempted up to 4,6 %, tractor productivity raised.

According to researches of scientists it is a big reserve of all agricultural crops, especially cotton productivity increase. The leveling not only levels a surface of a field, but also is one of the factors changing physicomechanical properties of a fertile layer of ground, the subject to water and wind erosion having place in Uzbekistan. Wrong alternation of a plowed land, incomplete annual leveling, cutting and poor-quality alignment of time sprinklers and earthen platens, and also alluviums and washouts at vegetative and washing watering result in formation of artificial roughness. Leveling of the irrigated grounds with a purpose of fields uniformity achievement with optimum biases - one of the actions providing high crops of a cotton and the maximal mechanization of all technological processes. On the planned field uniform humidified ground on all irrigated sites is reached at watering, the charge of irrigating water thus is sharply reduced, that is very important in conditions of irrigated agriculture of Uzbekistan. On the planned fields ripeness of ground comes simultaneously, plants develop in regular intervals on all a file, the mechanized row-spacing processing that plays a main role in accumulation of a crop is in due time carried out. On fields with no leveled relief it is possible to begin cultivation only after approach of ground ripeness in the lowered places. By this time the basic part of a field dries up, that causes hard work of working bodies of a cultivator. At cultivation on such fields blocks are formed, quality of processing is reduced. It results in decrease in a cotton productivity. Delay with cultivation after watering for 4-6 days reduces cotton productivity on 19,1 - 26,3 %.

Use of the old design long-wheelbase schedulers is undesirable, the sharp need for more perfect universal and mobile technical equipment, and also experts on leveling has ripened.

During new irrigated grounds developing long-wheelbase schedulers П-4 (P-4) and Д-719 (D-719) were used for the capital leveling. These machines, and more true mechanisms well recommended themselves during big areas leveling when irrigating and collector-drainage networks has not yet been constructed.

Many years experience of long-wheelbase schedulers exploiting, data of the technical literature on irrigated grounds leveling, development of earth-moving machines working bodies management automation, including some with use of a laser, allow to formulate the basic lacks inherent in long-wheelbase schedulers making their work of poor-quality, labor-consuming and expensive during irrigated areas leveling.

One of the basic constructive lacks of the schedulers is their unreasonably big length making together with a tractor more than twenty meters. With the creation of water users associations uniting again formed farmer and "dekhqan" economies, having basically small in the sizes irrigated fields, about 40 percent from which have the areas less than 3 hectares, and more than 30 percent from 3 up to 9 hectares with densely planted around by mulberry trees, the area of effective and productive use of long-wheelbase schedulers is strongly limited.

The schedulers cannot cover completely with passes whole field and are compelled to leave uncultivated no so small areas on corners of a site and in places of turn of the unit, compelling to apply additional more mobile means.

Bulky mechanisms transferring from one field to another is concerned with big difficulties. If to add to aforementioned a presence of control-viewing wells of the closed horizontal drainage, lines of electric mains and chinks of a vertical drainage, it becomes clear that work of long-wheelbase schedulers becomes complicated and efficiency of their application is reduced.

At the same time during conducting easy profile leveling long-wheelbase schedulers might be replaced by mounted grader knives (mounted schedulers) for example, such as ГН-4 widely used on a pre-plant leveling of an irrigated field. Schedulers ГН-4 with width of capture 4110 mm have length of only 2660 mm at weight of 900 kg or more than in 4 times it is easier than long-wheelbase scheduler П-4 and almost in 7 times than Д-719.

Naturally, there is not minded mechanical replacement of long-wheelbase schedulers on schedulers ГН - 4 or other short-wheelbase mobile mechanisms, for example, panto-construction graders such as Д-20, but it is provided to solve preliminary a problem of equipping of this technics by automatic devices of keeping of a bias, that at a present condition of a leveling works control automation system is not an unsolvable problem.

As a unit movement way leveling before and after its passes has shown, the ground being cutted on the raised points and sleeps off in downturns. Alongside with that during first three passes downturn of a surface after each pass (on 2...3 sm.) and on equal sites, where, apparently, on idea the scheduler should not cut off a ground, was observed.

This phenomenon can be explained in the following way. The ground, filling bottomless ladle, is being transported to tow, being pressed and irons the ploughed line of movement. In a result a ground under influence of loaded ladle a little slumps, owing to condensation. This process lasts up to the second, and sometimes and the third pass of the unit.

The described phenomenon connected to aimless moving of a ground on a field, with a unproductive expense working hours and fuel, is also one of the big lacks of the long-wheelbase schedulers.

And at last, long-wheelbase scheduler, being machine with very narrow specialization, has inadmissible low operating ratio on a season.

The specified constructive and technological lacks, in conditions of development of market relations in rural and a water management system make further use of long-wheelbase schedulers economically unprofitable and demand the fastest measures on their perfection or, in some cases, where area of irrigation fields about 3 hectares, full replacement by mobile and universal technics.

Recently the universal scheduler ПУ-14 has passed industrial tests conducted in Design Office for Irrigation and its use during operational leveling of the irrigated areas in WUA will improve ecological conditions of the reclaimed grounds, will raise productivity of a cotton and appear economically more favorable.

УДК 631.3

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ПЛАНИРОВКА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В АВП В УСЛОВИЯХ НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ

Магзумов Р. И., Давляканов Р. М.
(САНИИРИ им.В.Д. Журина)

1. В период освоения новых орошаемых земель для их капитальной планировки использовались длиннобазовые планировщики типов П-4 и Д-719. Эти машины, а вернее механизмы, хорошо зарекомендовали себя при планировке больших площадей, когда еще не были построены оросительная и коллекторно-дренажная сети.

Многолетний опыт эксплуатации длиннобазовых планировщиков водо- и сельскохозяйственными организациями, данные технической литературы по планировке орошаемых земель и развитие автоматизации управления рабочими органами землеройно-транспортных машин, в том числе с использованием лазера, позволяют сформулировать основные недостатки, присущие длиннобазовым планировщикам, делающие работу последних некачественной, трудоемкой и дорогой при осуществлении эксплуатационной планировки орошаемых земель.

2. Одним из основных конструктивных недостатков планировщиков является их непомерно большая длина, составляющая вместе с трактором более 20м. С созданием в республике Ассоциаций водопользователей (АВП), объединяющих вновь образованные фермерские и дехканские хозяйства с небольшими в основном размерами поливных полей, (около 40% имеют площади менее 3 га, более 30 % - от 3 до 9 га) и густой обсаженностью угодий тутовыми деревьями, область эффективного и производительного использования длиннобазовых планировщиков сильно ограничивается. Планировщики не могут полностью покрывать проходами все поле и оставляют необработанными немалые площади по углам участка и в местах поворота агрегата, вынуждая применять дополнительные более мобильные средства. Переброска громоздких механизмов с одного поля на другое сопряжена с большими трудностями. Если к сказанному добавить наличие на участках контрольно-смотровых колодцев закрытого горизонтального дренажа, опор линий электропередач и скважин вертикального дренажа, станет ясно, насколько усложняется работа длиннобазовых планировщиков и снижается эффективность их применения.

3. При выполнении легкой профильной планировки длиннобазовые планировщики можно заменить навесными грейдерными ножами (навесными планировщиками), например, типа ГН-4, широко применяемых в случае предпосевной планировки поливного поля. Планировщики ГН-4 с шириной захвата 4110 мм имеют длину всего 2660 мм при массе 900 кг, т.е. более чем в 4 раза легче длиннобазового планировщика типа П-4 и почти в 7 раз – типа Д-719.

Естественно, не имеется в виду механическая замена длиннобазовых планировщиков на планировщики ГН-4 или другие короткобазовые мобильные механизмы, например, общестроительные грейдеры типа Д-20, а предусматривается предварительно решить проблему оснащения этой техники автоматами выдерживания уклона, что при нынешнем состоянии автоматизации системы управления планировочными работами не является неразрешимой задачей.

4. Как показала нивелировка пути движения агрегата до и после его проходов, грунт срезается на возвышенных точках и отсыпается в понижения. Наряду с этим в процессе первых 3-х проходов после каждого прохода наблюдается понижение поверхности (на 2-3 см) и на ровных участках, где, казалось бы, планировщик не должен срезать грунт. Объясняется это явление следующим образом. Грунт, заполнивший бездонный ковш,

транспортируется волоком, спрессовывается и утюжит вспаханную трассу движения. В результате вследствие уплотнения груженым ковшом грунт несколько проседает. Этот процесс длится до второго, а иногда и третьего прохода агрегата.

Описанное явление, связанное с бесцельными перемещениями грунта по полю, непроизводительными затратами рабочего времени и горючего, является также одним из больших недостатков длиннобазовых планировщиков.

И, наконец, длиннобазовый планировщик, будучи машиной с очень узкой специализацией, имеет недопустимо низкий коэффициент использования по времени года.

5. Указанные конструктивные и технологические недостатки в условиях развития рыночных отношений в сельском и водном хозяйстве делают дальнейшее использование длиннобазовых планировщиков экономически невыгодным и требуют быстрейших мер по их совершенствованию или в ряде случаев, когда площади поливных полей - около 3-х га, полной замены мобильной и универсальной техникой.

В свое время прошел производственные испытания универсальный планировщик типа ПУ-14, изготовленный в ГСКБ по ирригации, и его использование при эксплуатационной планировке орошаемых площадей в АВП улучшит экологическую обстановку мелиорируемых земель, повысит урожайность хлопчатника и окажется экономически более выгодным.

УДК 627.157

ДВИЖЕНИЕ РУСЛОВЫХ ФОРМ И РАСХОД ДОННЫХ НАНОСОВ В НИЖНЕМ БЬЕФЕ ТУЯМУЮНСКОГО ГИДРОУЗЛА

Мажидов Т.Ш.
(ТИИМ)

Строительство водозаборных и водохранилищных узлов на реках с размываемым руслом нарушает естественный режим их жидкого и твердого стоков. В результате подпора, создаваемого узлами, в их верхнем бьефе задерживается значительная часть речных наносов, а осветленный поток, сбрасываемый через водопропускные отверстия плотины в нижний бьеф, постепенно насыщается наносами за счёт глубинных и плановых деформаций.

Цель исследований – предварительный прогноз величины расхода твёрдого стока с учетом перемещающихся грядовых форм и изменения мутности р. Амударья. Объект исследований – наносный режим и русловые процессы на участке русла р. Амударья протяженностью 20 км, ниже Туямуюнского гидроузла. Началом участка являлся створ 2, находящийся на 900 м ниже водосбросной плотины гидроузла, а концом – створ 64, расположенный на 3-4 км ниже Туямуюнского бесплотинного водосбросного узла.

Русло р. Амударья на участке исследований сложено из несвязных мелкопесчаных грунтов, продукты размыва которых в виде донных наносов перемещаются потоком в форме песчаных гряд. Движение грядовых форм изучали путем визуальных наблюдений. В процессе наблюдений фиксировались плановые перемещения перекошенной гряды, располагавшейся в створе 64. Скорость движения гряды была равна 18,3 м/сут. Эту скорость следует считать завышенной, так как естественное перемещение гряды было нарушено проводившимися землечерпательными работами: в речном русле был вырыт прокоп для искусственного изменения направления течения, голова которого располагалась на расстоянии 200-250м от гребня наблюдаемой гряды. Вызванное прокопом резкое увеличение уклона водной поверхности привело к увеличению скорости

перемещения гряды. Кроме того, поскольку створ 64 расположен на расстоянии 3-4км ниже головного регулятора Ташсак, то в результате водозабора в канал расход воды в створе 64 уменьшился, а средняя крупность наносов в нем увеличилась за счет интенсивного завлечения в регулятор наиболее мелких частиц наносов. По этим причинам образовавшаяся в створе 64 гряда не соответствовала гидравлическому режиму протекающего потока.

Аналогичные наблюдения проводились за перекошенной грядой в створе 40, расположенном на 9,3 км ниже плотины по течению реки. Расходы воды в створе равны расходам попусков в нижний бьеф. Подковообразный гребень перекошенной гряды занимал всю ширину русла. Язык гребня был расположен на расстоянии 1/38 от левого берега. Малая мутность воды в реке позволяла до определенной глубины потока достаточно отчетливо различать положение гребня гряды на дне. При больших глубинах потока очертание гребня гряды прослеживалось по явно выраженному перепаду свободной поверхности воды, выделяющемуся на этой поверхности косой темной линией.

В процессе визуальных наблюдений с катера определялись не только плановое положение гребня гряды в русле, но и измерялась высота гряды в 11 характерных точках. Для определения скорости перемещения гряды в этих точках ее гребня закрепляли металлические колышки длиной 80 см или укладывали тяжелый груз. Затем к закрепленным точкам прикрепляли два поплавка, соединенных шнуром длиной 20 м, один из которых показывал положение гребня в начальный момент времени, а другой - направление перемещения гребня и течения воды. На рисунке показан схематический план размещения поплавков на гребне исследуемой гряды. После фиксирования времени установки поплавков ровно через 1-3-е суток измеряли положение гребня гряды по отношению к поплавкам, показывающим начальное положение гребня, и исходя из изменений этого положения определяли длину пути перемещения гребня гряды от рассматриваемой точки. Скорость перемещения гряды определялась делением длины пути на промежутки времени между наблюдениями (1-3-е суток). Высоту гряды определяли по разнице глубин воды в ее подвалье и на гребне. За длину гряды принимали расстояние от ее гребня до гребня гряды, расположенной ниже или выше по течению. Расстояние между гребнями соседних гряд измерялись следующим образом: сначала устанавливалось плановое очертание гребня гряды, расположенной выше исследуемой, и на нем закрепляли металлические колышки, к которым привязывали шнуры длиной 50 м, заканчивающиеся поплавками. После натяжения шнуров течением, что показывало его направление, над поплавками устанавливались металлические колышки, к которым привязывались верхние концы шнуров, отвязываемые от колышков на гребне верхней гряды. Описанная процедура повторялась до достижения гребня исследуемой гряды.

Проведенные наблюдения показали, что перемещение перекошенной гряды происходит в основном в результате движения по ее поверхности вторичных более мелких гряд, по телу которых в свою очередь перемещаются еще более мелкие барханные грядовые формы.

В табл. 1 приведены средние гидравлические характеристики потока и грунта, а также параметры основной и вторичных гряд, определенные натурными исследованиями.

Для определения расхода донных наносов используют различные измерительные приборы, расчетные зависимости и методики. Однако до настоящего времениобщепринятой методики не существует.

Таблица 1. Характеристики потока, грунта и гряд в створе 40 на участке русла р. Амударья

№ п/п	Характеристика	Размерность	Значение
1	Расход воды в момент наблюдений	$м^3/с$	1380
2	Ширина потока	м	542
3	Средняя глубина потока	м	2,45
4	Средняя скорость потока	м/с	1,02
5	Поверхностная скорость потока	м/с	0,833
6	Мутность потока	$г/м^3$	48
7	Диапазон изменения фракций в пробе	мм	0,1-2,0
8	Средняя крупность донных отложений	мм	0,270
9	Объемный вес проб донных отложений	$г/см^3$	1,61
10	Высота основной гряды	м	1,65
11	Длина гряды	м	252
12	Скорость перемещения гряды	м/сут	1,4
13	Форма гряды	Перекошенная	-
14	Крупность наносов на гребне гряды	мм	0,110
15	Крупность наносов в подвалье гряды	мм	0,250
16	Высота вторичных гряд	м	0,21
17	Длина вторичных гряд	м	2,45
18	Форма вторичных гряд	Рифельная	-

В связи со сложностью непосредственного измерения многие исследователи предлагают определять расход донных наносов по весьма приближенному соотношению между взвешенными и донными наносами. Так, например, С.Т.Алтунин [1] рекомендует принимать расход донных наносов рек Средней Азии исходя из следующих процентов от расхода взвешенных наносов: в горных районах - 15-23 % , в предгорных - 5-15 % и на равнинах - 1- 3 % . А.Г. Хачатрян [2] и Х.Ш.Шапиро [3] предлагают принимать для условий Амударьи сток донных наносов равным 10 -11 % стока взвешенных. В.Е.Тузов [4] высказывает мнение, что доля стока донных наносов изменяется как по длине река, так и в каждом створе в зависимости от водности года. Для многоводного года расход донных наносов в створе Туямуюн он рекомендует принимать равным 18 % от расхода взвешенных, а для маловодного года даже 33% [4]. Такой подход к определению расхода донных наносов представляется весьма приближенным и неопределенным.

А.И. Тураев с соавторами [4] и другие исследователи определяли расход донных наносов Амударьи по объему деформаций или по скорости перемещения донных песчаных гряд. На основании полученных данных они установили процентное соотношение расходов донных и взвешенных наносов для различных створов р. Амударья в различные периоды года. Например, для створа в начале участка водозабора АББК расход донных наносов составляет: при подъеме паводка (апрель – май) - от 3,5 до 75% расхода взвешенных; в паводок (июнь – июль) - от 2,0 до 19%, при спаде паводка (август – сентябрь) - от 3,7 до 32,5 %. Для створов, расположенных ниже АБМК, расход донных наносов составляет 2,5 - 21,4 % от соответствующих расходов взвешенных наносов. Многократные промерные работы на Амударье с вычислением объемов русловых деформаций позволили В.В.Тузову [4] вывести формулу для расчета расхода донных наносов, ставшую общепризнанной.

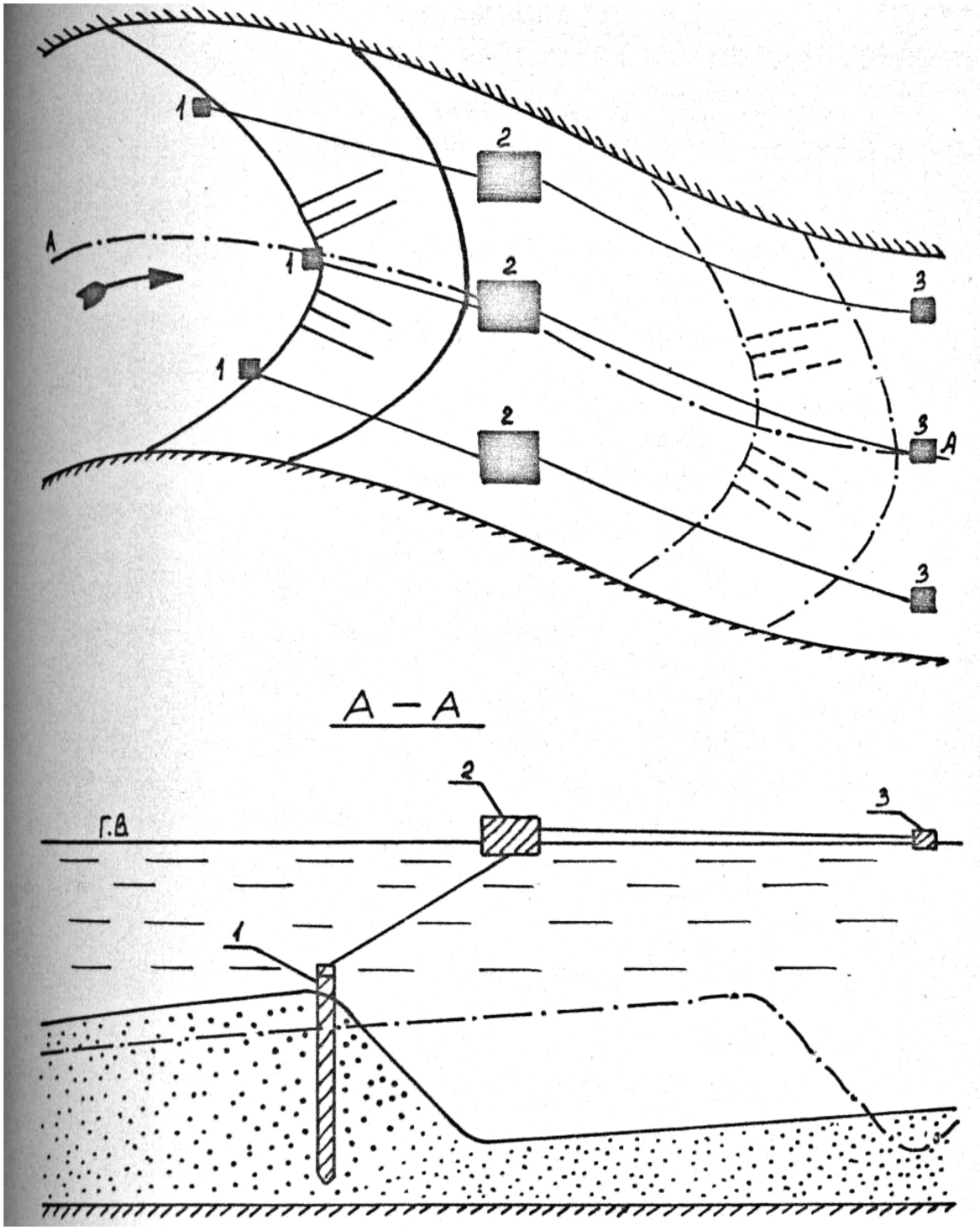


Рис. Схематический план расположения поплавков при определении скорости перемещения гряды: 1- колышки или донный груз; 2 – поплавки над колышками; 3 – поплавки для определения направления течения потока

Поскольку в размываемых руслах движение донных наносов происходит в виде грядовых форм, то, измеряя параметры этих форм и скорость их перемещения, легко вычислить величину расхода донных наносов. Методика измерения параметров гряд описывалась в работах ряда исследователей [6-11]. Одно из первых аналитических выражений элементарного расхода донных наносов в грядовой форме принадлежит М.А.Великанову [12].

$$q_{гр} = \alpha \; h_{гр} \, C_{гр}, \qquad (1)$$

где

α – безразмерный коэффициент, зависящий от формы гряды и равный 0,5-0,6;

$h_{гр}$ и $C_{гр}$ – высота и скорость перемещения гряды.

Для определения расхода донных наносов на одном исследуемом подучастке измерили параметры и скорость движения гряд, используя весьма нетрадиционный метод визуальных наблюдений. Небольшое количество измерений не позволило установить связь между параметрами гряд и характеристиками потока. Использовать же существующие формулы для расчёта параметров гряд было затруднительно ввиду особых условий в нижнем бьефе Туямуюнского гидроузла. Поэтому предварительный расчёт расхода донных наносов проводили на основе исходных данных табл.1 по формуле (1), которую дополнили измеренными значениями высоты гряды и скорости ее перемещения.

ПРИМЕР РАСЧЁТА

1. Расход донных наносов при грядовой форме движения

Данные для расчета:

- ширина потока , В - 542 м;
- плотность грунта, γ - 1610 кг/м^3;
- высота гряды, $h_{гр}$ - 1,66 м;
- скорость перемещения гряды, $C_{гр}$ - 0,0000162 м /сут;
- коэффициент формы гряды, α - 0,55 .

$P_{дон} = \alpha$ hгр Сгр γ В = 0,55 х 1,66 х 0,0000162 х 1610 х 542 = 12,91 кг/с за сутки.

$P_{дон}$ = 12,91 х 86400 = 1115,4 т/сут.

2. Расход взвешенных наносов

Данные для расчёта:

- расход воды, Q - 1380 м^3/с;
- мутность потока , ρ - 0,048 кг/м^3 .

$P_{взв.}$ = Q х ρ = 1380 х 0,048 = 66,24 кг/с за сутки

$P_{взв}$ = 66,24 х 86400 = 5723,1 т/сут.

3. Общий расход наносов:

$P_{об} = P_{дон} + P_{взв.}$ = 1115,4 + 5723,1 = 6838,6 т/сут.

4. Доля донных наносов от взвешенных наносов:

Р % = $P_{дон}$ х 100 / $P_{взв}$ = 1115,4 х 100 / 5723,1 = 19,5 или 20 %.

Таким образом, в наблюдаемый период расход донных наносов, перемещающихся в форме донных гряд, составлял 20 % от расхода взвешенных наносов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алтунин С.Т. Результаты полевых исследований русловых процессов у крупного гидроузла // Труды ин-та сооружений. – Ташкент, 1956. – Вып. 7. - С. 3 -101.
2. Хачатрян А.Г. Определение расхода донных наносов рек при помощи водозаборных сооружений // Новые методы и аппаратура для исследования русловых процессов. – М., 1959. - С. 60 – 62.
3. Шапиро Х.Ш. Регулирование твёрдого стока и русловых процессов р.Амударьи в связи с резким увеличением водозабора на орошение в ее среднем течении // Сб. докладов Всесоюзного совещания по водозаборным сооружениям и русловым процессам. - Ташкент, 1974. - С. 439 – 446.
4. Тузов В.Е. К вопросу определения расхода донных наносов по объему русловой деформации // Труды САНИИРИ. - Ташкент, 1968. – Вып. 114. - С. 93 – 114.
5. Тураев А.И., Кучкаров М.М., Шереметовский А.А. Результаты исследований по определению расхода влекомых наносов в среднем течении Амударьи // Развитие исследований в области русловой гидротехники в Средней Азии: Сб. научных трудов / САНИИРИ. - Ташкент, 1984. - С. 96 – 100.
6. Лопатин Г.В. Наносы рек СССР. – М.: Географгиз, 1952. – 366 с.
7. Любимов В.Е. О способах учёта стока донных наносов на реках // Труды Ш Всесоюзного гидрологического съезда. Т. 5. – Л.: Гидрометеоиздат, 1960. - С. 366 – 376.
8. Гончаров В.Н. Движение наносов. – Л.–М., 1938. - 312 с.
9. Раткович Л.Я. Опыт натурных исследований грядового движения наносов // Труды ГГИ. – 1966. – Вып. 132 с. – С. 139–148.
10. Караушев А.Б. Теория и методы расчёта речных наносов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. - 272 с.
11. Снищенко Б.Ф. Движение песчаных гряд в естественных водных потоках // Труды ГГИ. – 1966. – Вып. 136. - С. 82–91.
12. Великанов М.А. Русловой процесс. – М., 1958. – 104 с.
13. Иванов Б.А. Прогнозирование русловых деформаций в нижних бьефах гидроузлов на гидроморфологической основе // Труды ГГИ. – 2002. – Вып. 361. - С. 110 – 134.
14. Клавен А.Б. К вопросу о механизме и формах движения русловых наносов // Труды ГГИ. – 2002. – Вып. 361. - С. 184 – 195.
15. Кондратьев Н.Е. Русловые процессы рек и деформации берегов водохранилищ. – СПб., 2000. - 258 с.

УДК 502.654

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ СЫРДАРЬЯ

Маматов С.А.
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

Бассейн р. Сырдарья занимает обширную территорию, куда входит большая часть Кыргызстана, часть Узбекистана и Таджикистана, а также южная часть Казахстана. Площадь бассейна реки условно принимается в 219000 км^2. Общая длина Сырдарьи,

начиная с места слияния рек Нарын и Карадарья, составляет 2212 км, а вместе с Нарыном - 3019 км.

После выхода из Ферганской долины Сырдарья течет в северо-западном направлении, пересекая Ташкентско-Голодностепскую депрессию. До Чардаринского водохранилища (Казахстан) река протекает через территории Кыргызстана, Узбекистана, Таджикистана, снова Узбекистана, с Чардаринского водохранилища до Аральского моря - по территории только Казахстана.

Питание р. Сырдарья преимущественно снеговое, в меньшей мере - ледниковое и дождевое. Половодье - весенне-летнее, с марта-апреля по август-октябрь месяцы.

Среднемноголетний расход воды в створе «Каль» до строительства Токтогульского и Андижанского водохранилищ равнялся 492 $м^3/с$. Но в настоящее время, когда естественный режим реки нарушен, среднемноголетний расход воды значительно ниже, чем исторический.

Гидрохимический режим р. Сырдарья, определяющий качественный состав ее воды, зависит как от гидрологического режима, зависящего от природно-климатических условий, так и от воздействия антропогенных факторов, связанных, прежде всего со сбросами в реку сточных и дренажных вод.

Сброс загрязненных дренажно-сбросных вод в реку ухудшает экологическое состояние и хозяйственное качество воды, используемой для хозяйственно-питьевого водопользования, рыбохозяйственных целей и орошения. Определенный вклад в загрязнение Сырдарьи и ее притоков вносят сбросы сточных, недостаточно очищенных вод промышленных предприятий и объектов коммунально-бытового хозяйства.

Рост антропогенных нагрузок привел к существенному изменению качества речного стока. В результате уменьшения объема стока и увеличения сброса в реку возвратных, особенно дренажно-сбросных вод с орошаемых массивов во второй половине XX века произошло ухудшение качества воды реки, особенно в среднем её течении.

Временно-пространственные изменения качественного состава воды р. Сырдарья можно установить на основе различных методов оценки, в частности:

- на основе графического изображения изменений параметров качества воды по створам реки во времени;
- по соответствию параметров качества воды предельно-допустимым концентрациям (ПДК) для воды хозяйственно-питьевого назначения;
- по пригодности речной воды для орошения.

1. Оценка изменения качества воды р. Сырдарья на основе графического изображения динамики параметров качества во времени и в пространстве

Для оценки изменения качества воды реки выбраны такие репрезентативные параметры, как минерализация воды, биогенные элементы (общий азот и общий фосфор), легко- и трудноокисляющиеся органические соединения ($БПК_5$ и ХПК), которые наиболее точно характеризуют процессы, протекающие в водотоке. Динамика параметров качества воды проанализирована за период с 1975 по 2002 гг.

Минерализация воды в Сырдарье имеет тенденцию увеличения вниз по течению (от створа «Каль» до створа «Надежда»). Её значения в верхнем створе «Каль» всегда ниже 1,0 г/л, а в створах среднего течения реки («Бекабад», «Надежда») минерализация воды растет, и её среднегодовые значения обычно выше ПДК. К створу «Чиназ» минерализация снова снижается (рис. 1).

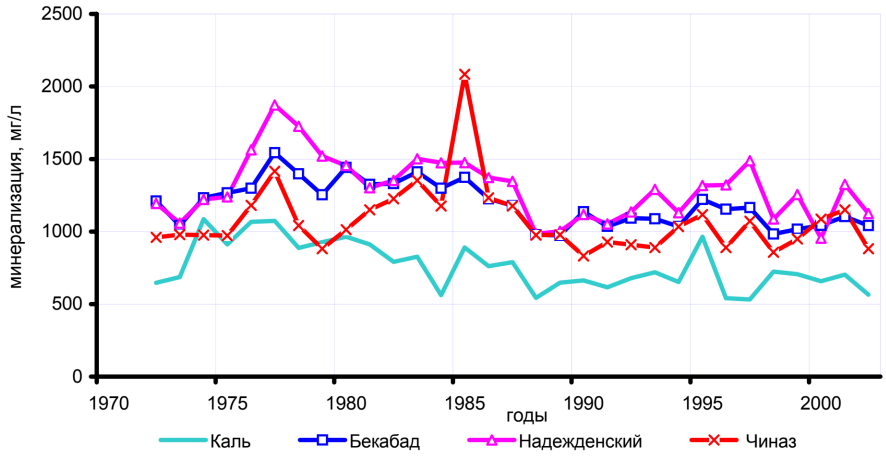


Рис. 1. Изменение минерализации воды в р. Сырдарья

Из биогенных элементов содержание общего азота в воде всех створов плавно снижалось до 1998 года. Затем этот показатель стал расти, достигнув своего максимального значения в 2001 г., что объясняется периодом маловодности (2000-2001гг.). В 2002 г. снова наметилась тенденция к его снижению. В 2000-2001 гг. в пространственном отношении также наблюдался скачок в содержании общего азота, особенно в створах «Бекабад» и «Надежда» (рис. 2).

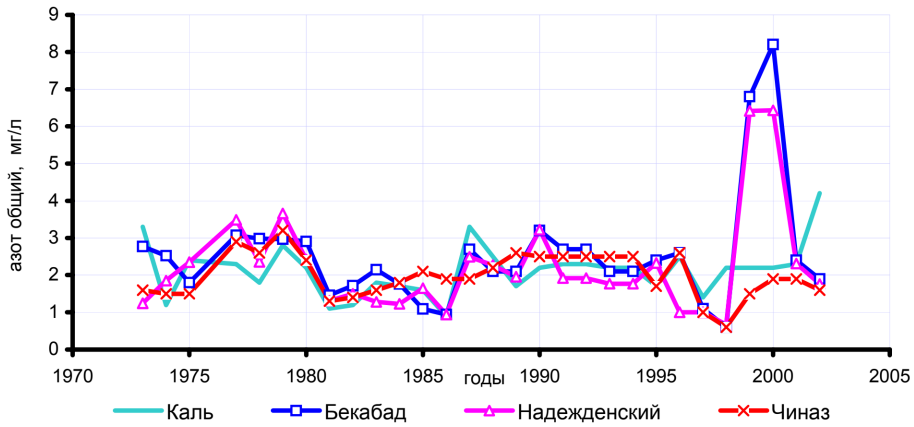


Рис. 2. Изменение содержания общего азота в воде р. Сырдарья

Содержание общего фосфора в сырдарьинской воде с начала 80-х годов до конца XX века уменьшалось, однако в 2002 г. в створах среднего течения реки оно возросло. В пространственном отношении изменения содержания общего фосфора за рассматриваемый период не наблюдалось (рис. 3).

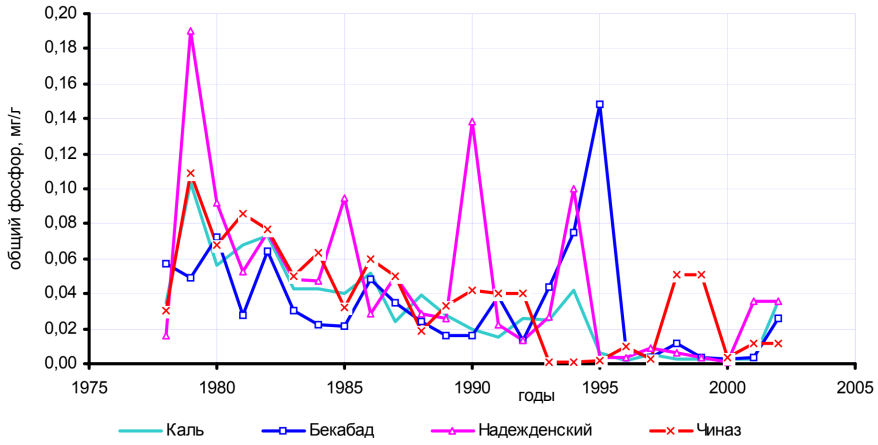


Рис. 3. Изменение содержания общего фосфора в воде р. Сырдарья

Рост концентрации легкоокисляющихся органических соединений в воде (по $БПК_5$) по длине реки наблюдается до створа «Надежда», далее до створа «Чиназ» происходит ее снижение, а во временном отношении явно заметных изменений не происходит. Только с 1998 г. наблюдается рост этого показателя в створах «Бекабад» и «Надежда» (рис. 4).

Концентрация трудноокисляющихся органических соединений (ХПК) в воде р. Сырдарья до начало 80-х годов XX века имела тенденцию роста. После 80-х годов во всех створах произошло уменьшение содержания ХПК, что продолжалось до 1997 г., после чего оно стало расти вплоть до 2002 г. (рис. 5).

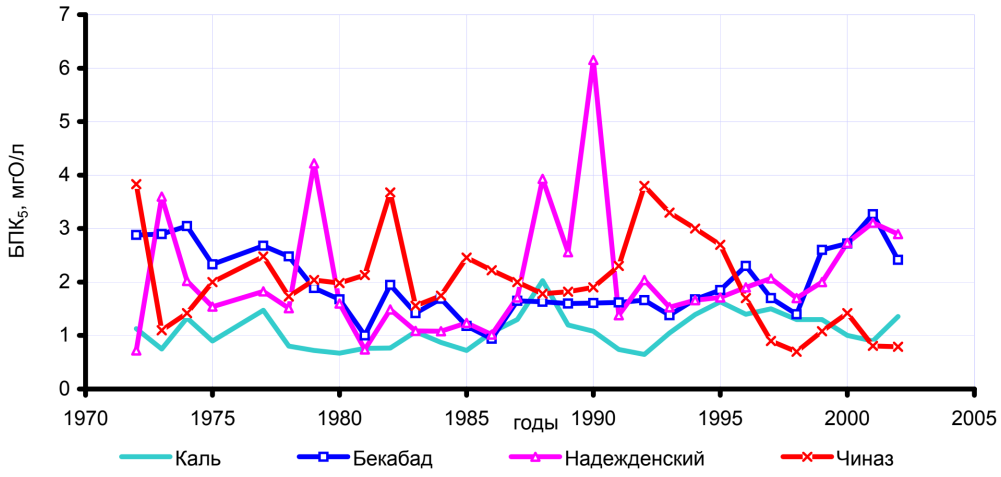


Рис. 4. Изменение содержания $БПК_5$ в воде р. Сырдарья

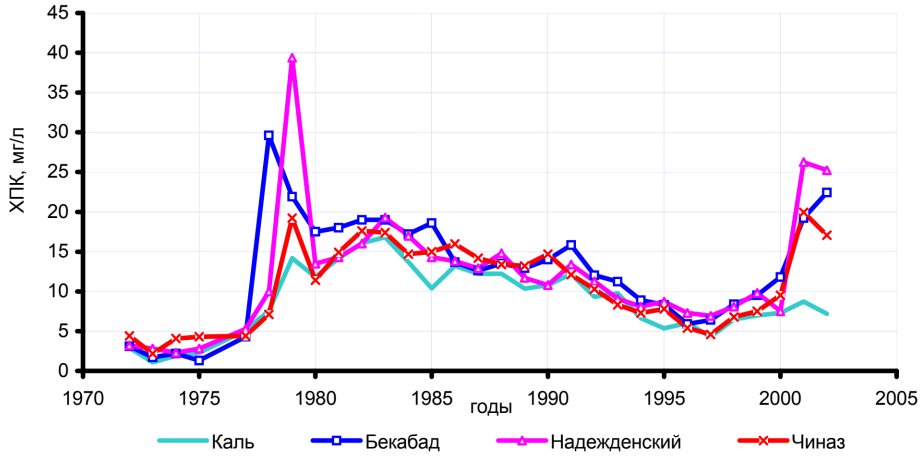


Рис. 5. Изменение содержания ХПК в воде р. Сырдарья

2. Оценка изменения качества воды р. Сырдарья на основе расчетов превышения ПДК для хозяйственно-питьевого водопользования

Оценку изменения качества воды р. Сырдарья проводили на основе расчетов ПДК и соответствия их ПДК для хозяйственно-питьевого водопользования [1]. При этом вычислялись прогнозные содержания параметров качества (наблюденных за определенный период времени) по отношению к ПДК:

$$C_{xi} = \frac{C_н}{ПДК_i},$$

где:

$C_н$ - наблюденная концентрация i-го параметра качества воды;
$ПДК_i$ - предельно-допустимая концентрация i-го параметра.

Далее определялось количество параметров, превышающих по концентрации ПДК. Такие расчеты проводили по створам реки «Каль», «Бекабад», «Надежда» и «Чиназ») для различных по водности лет.

Результаты расчетов показали, что в многоводные годы в верхнем течении реки (створ «Каль») из репрезентативных показателей хозяйственно-питьевого водопользования ПДК превышают 5 показателей. Вниз по течению реки до створа «Надежда» количество таких показателей растет, и в створах «Бекабад» и «Надежда» их количество уже 6. Однако к створу «Чиназ» качество речной воды несколько улучшается и число параметров с превышением ПДК снижается до 5-и.

Аналогичная картина наблюдается в годы средней водности, но число параметров с превышением ПДК увеличивается, и в створах «Бекабад» и «Надежда» оно доходит до 8-и. В маловодные годы ситуация почти схожая, а число параметров качества речной воды, превышающих ПДК, больше, чем в многоводные годы, но меньше, чем в годы средней водности (рис.6).

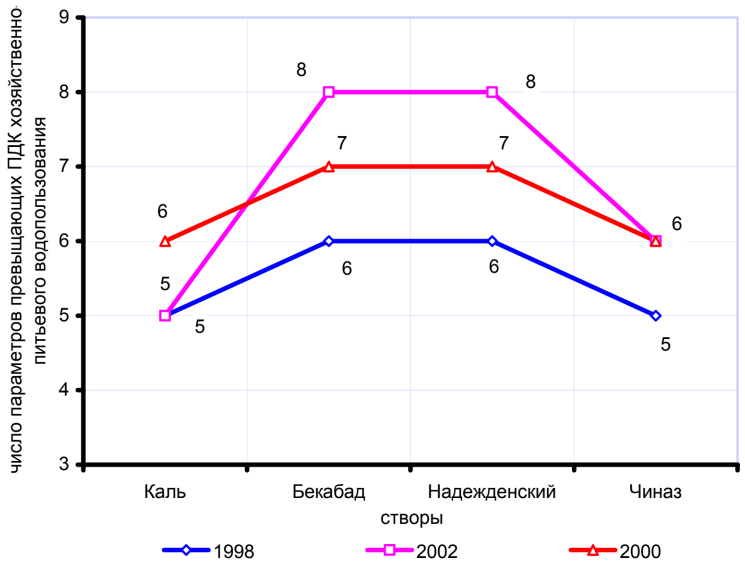


Рис. 6. Изменение числа параметров качества воды р. Сырдарья, превышающих по концентрации ПДК хозяйственно-питьевого водопользования

Следует отметить, что в створах «Бекабад» и «Надежда» число параметров, превышающих ПДК, частота превышений ПДК в году и степень превышения ПДК всегда выше, чем в других створах.

Таким образом, качество воды р. Сырдарья ухудшается вниз по течению до створа «Надежда», к створу «Чиназ» происходит некоторое его улучшение. Такая тенденция наблюдается вне зависимости от водности года.

3. Оценка изменения качества воды р. Сырдарья на основе определения её пригодности для орошения

Оценку изменения качества сырдарьинской воды по степени ее пригодности для орошения проводили путем сравнениярезультатов расчетов, выполненных на основе комплексной методики [2], объединяющей методы определения отрицательных проявлений оросительной воды и учитывающей такие критерии пригодности, как опасности общего засоления, содообразования, натриевого и магниевого осолонцеваний, хлоридного засоления. Расчеты проводились для каждого створа реки («Каль», «Бекабад», «Надежда» и «Чиназ») и для различных по водности лет (многоводные, средневодные и маловодные годы) (таблица).

Результаты оценки показали, что качество воды реки Сырдарья (в пределах Узбекистана) на участке между створами «Бекабад» и «Чиназ» в конце летного сезона (август, сентябрь, иногда даже в июне) регулярно, в не зависимости от водности года, наблюдается опасность вредного магниевого осолонцевания орошаемой почвы. В остальные периоды года эта опасность близка к предельному значению (таблица).

Таблица. Изменение пригодности воды р. Сырдарья для орошения

Створ	Месяц	Опасность засоления		Опасность натриевого осолонцева-ния		Опасность магниевого осолонцева-ния		Опасность хлоридного засоления	
		Рас-чет	Пред ел	Рас-чет	Преде л	Рас-чет	Преде л	Рас-чет	Преде л
1998 г. (многоводный)									
«Каль»	I-XII	2,9	<4	1,4	<3	49,9	<50	6,5	<15
«Бекабад»	I-VII, IX-XII	2,9	<4	1,4	<3	48,9	<50	8,1	<15
	VIII	2,5	<4	1,3	<3	50,1	>50	5,3	<15
«Надежда»	I-VII, IX-XII	3,0	<4	1,5	<3	49,2	<50	9,2	<15
	VIII	2,6	<4	1,3	<3	52,1	>50	8,7	<15
«Чиназ»	I-VII, X-XII	3,3	<4	1,5	<3	47,8	<50	6,8	<15
	VIII, IX	2,8	<4	1,4	<3	51,4	>50	6,4	<15
2000 г. (маловодный)									
«Бекабад»	I-VII, IX, XI, XII	3,3	<4	1,7	<3	49,0	<50	9,0	<15
	VIII, X	3,0	<4	1,5	<3	50,5	>50	9,0	<15
«Надежда»	I-VI, IX-XII	3,5	<4	1,7	<3	45,4	<50	7,9	<15
	VII, VIII	3,1	<4	1,5	<3	51,5	>50	6,8	<15
«Чиназ»	I-V, VII,XI,XII	3,3	<4	2,4	<3	47,7	<50	9,1	<15
	VI	3,2	<4	1,6	<3	50,8	>50	8,8	<15
	VII	6,54	>4	2,49	<3	51,2	>50	9,1	<15
	IX	3,1	<4	1,6	<3	50,1	>50	8,7	<15
	X	3,0	<4	1,6	<3	58,8	>50	6,8	<15
2002 г. (средневодный)									
«Каль»	VIII	2,3	<4	1,1	<3	46,6	<50	2,7	<15
	IX	2,9	<4	1,4	<3	50,0	>50	1,7	<15
«Бекабад»	I-III, V, VIII, XI, XII	3,5	<4	1,8	<3	49,6	<50	9,9	<15
	IV	2,5	<4	1,3	<3	50,1	>50	5,2	<15
	VI, VII	2,6	<4	1,3	<3	52,7	>50	6,8	<15
	IX, X	2,6	<4	1,3	<3	53,7	>50	8,5	<15
«Надежда»	I-V, X-XII	3,4	<4	1,7	<3	48,1	<50	10,4	<15
	VI, VII-IX	3,4	<4	1,7	<3	54,3	>50	10,4	<15
«Чиназ»	I-VII, X-XII	3,7	<4	1,9	<3	47,1	<50	10,2	<15
	VIII, IX	3,0	<4	1,5	<3	52,4	>50	6,1	<15

Примечание: жирным шрифтом выделены те месяцы, когда вода ограниченно пригодна для орошения

Таким образом, результаты всех трех способов оценки изменения качества воды реки позволяют сделать вывод, что качество воды Сырдарьи ухудшается вниз по течению до створа «Надежда», и это изменение не зависит от водности года. Причиной ухудшения качества речной воды до этого створа может служить усиление антропогенного воздействия, выражающееся в отводе в реку огромного количества минерализованных дренажно-сбросных вод и загрязненных промышленных и бытовых сточных вод.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Стандарт качества воды «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством воды» O'z DSt 950:2000. - Ташкент, 2000.
2. Хосравянц И.Л., Чембарисов Э.И. О методологии оценки качества воды для орошения // Проблемы опреснения минерализованных вод для сельскохозяйственного водоснабжения: Сб. науч. тр. / В/О «Союзводпроект». - М., 1988. - С. 55-61.
3. Николаенко В.А., Маматов С.А. Особенности и методология гидроэкологической оценки воздействия водохозяйственной деятельности на состояние гидроэкосистем бассейна Аральского моря // Водные ресурсы Центральной Азии. - Алматы, 2002. - С. 358-364.

УДК 502.654(262.83)

УМЕНЬШЕНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ - РЕАЛЬНЫЙ ПУТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ АРНАСАЙСКИХ ОЗЕР И ПРИРОДНЫХ ВОДОЕМОВ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ

Маматов С.А., Курбанбаев Е.

(САНИИРИ им.В.Д. Журина, Каракалпакский филиал САНИИРИ)

Интенсивное развитие хозяйственной деятельности в бассейне Аральского моря сопровождается ростом безвозвратных изъятий из стока рек Амударьи и Сырдарьи в основном на ирригационные нужды. Усиленный забор воды из этих рек для орошения, начавшийся в начале 60-х годов XX века, привел к резкому сокращению их стока в Аральское море и коренным изменениям в дельте. Специалисты отмечают, что к концу прошлого века поступление воды в дельту р. Амударья в сравнении с серединой XX в. сократилось почти на 80%. В результате этого произошли высыхание Аральского моря, деградация огромных территорий Южного Приаралья, нарушилась стабильность естественных гидроэкосистем низовьев рек (рис.1).

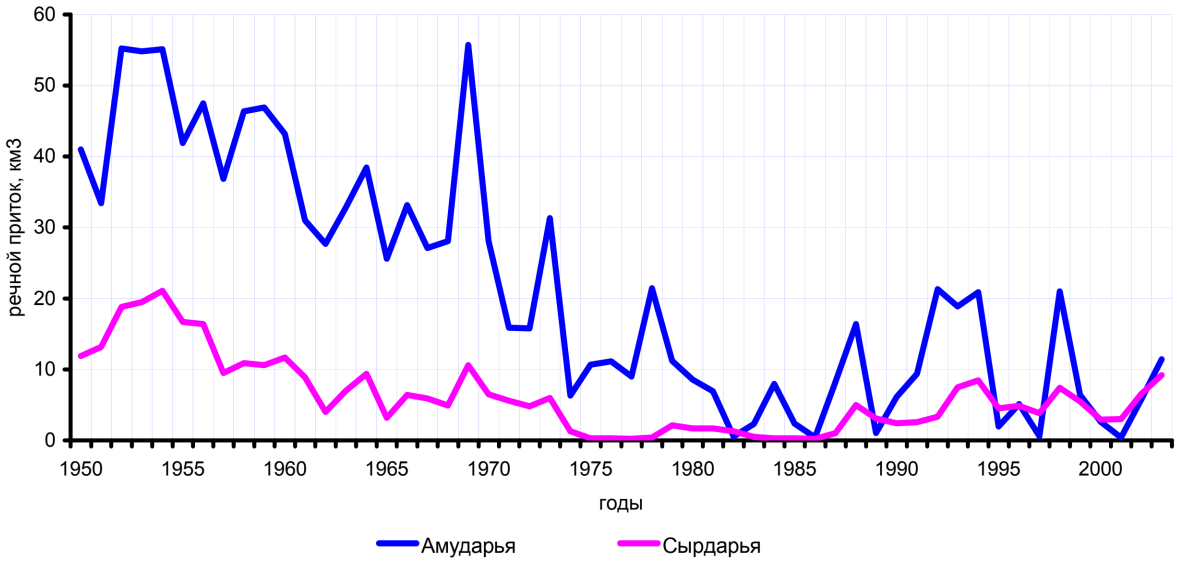


Рис.1. Динамика поступления речного стока в Аральское море

В результате уменьшения стока рек Амударья и Сырдарья и увеличения сброса в них возвратных вод, особенно дренажно-сбросных с орошаемых массивов, начиная с 1980 года наблюдается ухудшение качества речных вод, в частности резко повысилась их минерализация. Например, если в створе Керки р.Амударья минерализация речной воды в марте 1985 г. равнялась 575 мг/л, то уже в створе Кызылджар она достигла отметки 2700 мг/л, что превышает предельно-допустимые стандартные уровни более чем в 2,5 раза. Такое положение наблюдается и по р.Сырдарья.

Результаты многолетних наблюдений за изменением качества воды рр. Амударья и Сырдарья показывают, что в период 1950-1963 гг. минерализация речной воды изменялась в течение всего года в пределах 330 - 715 мг/л, что соответствовало допустимым стандартам. В этот же период не превышали предельно-допустимых значений и другие количественные показатели качества речной воды (минерализация, основные ионы, органические соединения (по БПК и ХПК), биогенные элементы, pH, ядохимикаты, нефтепродукты и др.).

С начала 70-х годов прошлого столетия минерализация речной воды стала постепенно увеличиваться, и в отдельные месяцы года, особенно в зимние (январь-март), среднемесячная величина минерализации стала достигать, например, в створе Кызылджар (р. Амударья) 2,0-2,5 г/л (рис.2).

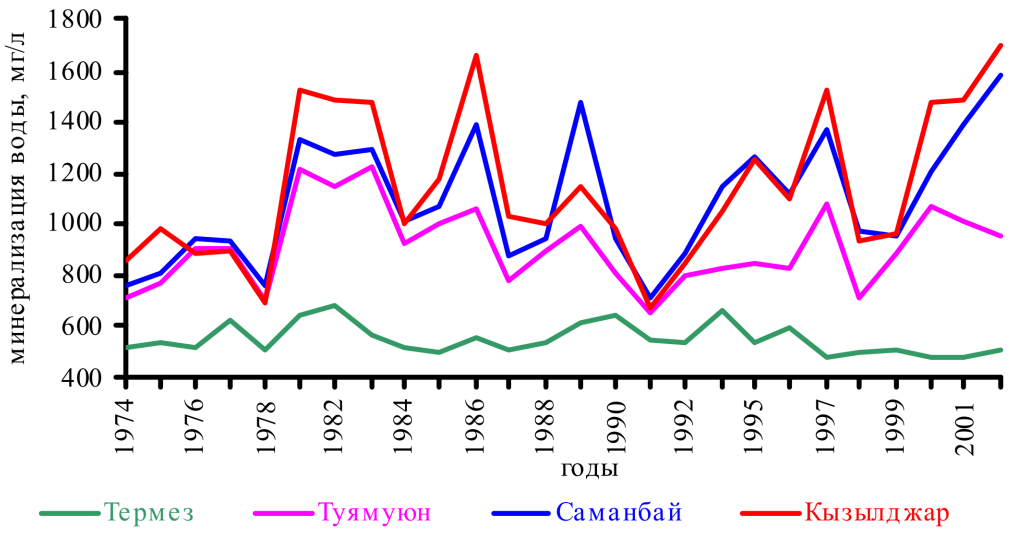


Рис. 2. Динамика изменения минерализации воды в реке Амударья

По р. Сырдарья высокий уровень загрязненности наблюдается в створе на выходе из Ферганской долины, где минерализация воды в отдельные месяцы достигает 1,2-1,4, в створе Чардарья - 1,4-1,6, в створе Кызылорда - 1,6-2,0, а в створе Казалинск - до 2,3 г/л. Между тем, в верховьях реки этот показатель не превышает 0,3-0,5 г/л (рис.3).

Таким образом, изменения гидрологического и гидрохимического режимов рек становятся причиной новых проблем в природных комплексах Узбекистана. Так, изменение режима стока р. Амударья стало одной из основных причин усыхания Аральского моря и деградации природного комплекса Южного Приаралья, а изменение режима стока р. Сырдарья создало угрозу экологической нестабильности территории вокруг Арнасайской системы озер.

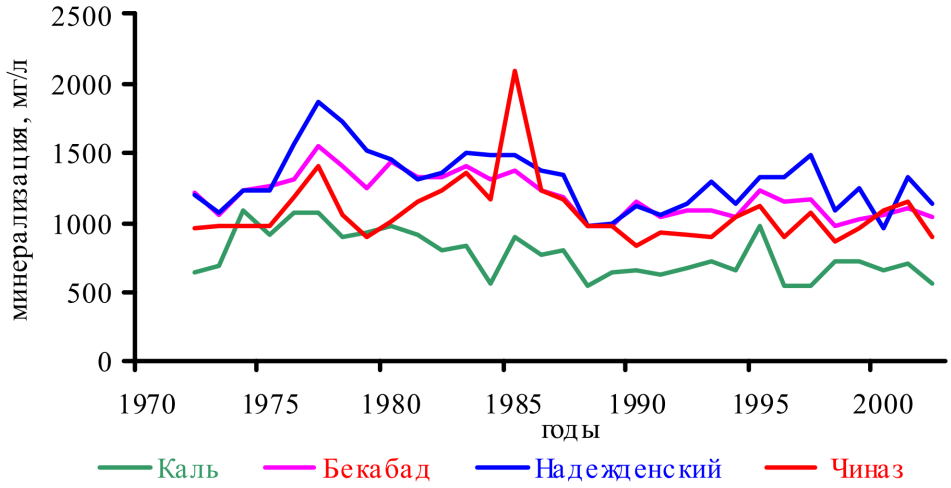


Рис. 3. Динамика изменения минерализации воды в реке Сырдарья

Изменение экологической ситуации в Аральском море и Южном Приаралье (дельта р. Амударья)

Изменение гидрологического и гидрохимического режимов Аральского моря целиком зависит от величины поступления стока рек Амударья и Сырдарья. По данным многолетних наблюдений, в период с 1950по1964 годы. суммарный объем годового стока этих рек, поступающий в море, колебался от 40 до 76 км^3, из них 60-70 % поступал из реки Амударья.

До 60-х годов XX века Аральское море было четвертым крупнейшим в мире внутренним озером. В 1960 году площадь моря достигала 68478 км^2, а объем воды в нем составлял 1093 км^3, что соответствовало уровню воды в 53,5м абс. по Б.С. Как известно, с начала 60-х годов интенсивность безвозвратного изъятия стока рек значительно возросла, следствием чего явилось сокращение притока речных вод в Аральское море. С начала сокращения поступления речного притока наблюдается постепенное падение уровня воды море. В период с 1961 по 1974 года падение уровня моря составляло 0,12-0,45 м/год. С 1975 по 1991 гг. оно резко возросло и составило 0,54-0,84 м/год. С 1992 по 1995 гг. темп падения уровня воды в море несколько снизился до 0,07-0,46 м/год, а с 1996 г. возрос до 1,02 м/год. В результате малой водности 2000 и 2001 годов интенсивность падения уровня моря достигла своего максимального значения и составила в 2002 году 1,17 м (рис.4).

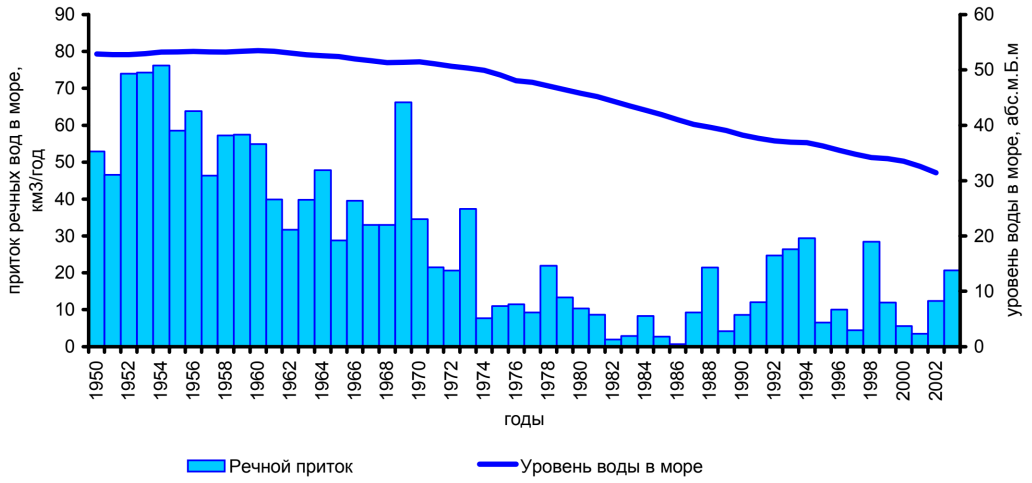


Рис.4. Динамика поступления речного стока в Аральское море и изменения в нем уровня воды

Падение уровня воды привело к снижению объема воды в море. Если в середине XX века среднемноголетний объем воды в нем составлял около 1050 км^3, то в 2002 г. он сократился до 110,8 км^3, то есть почти в 10 раз. С падением уровня воды в море начала интенсивно сокращаться площадь водной поверхности и в настоящее время поверхность Большого моря сократилась до 28 % первоначальной площади (рис.5).

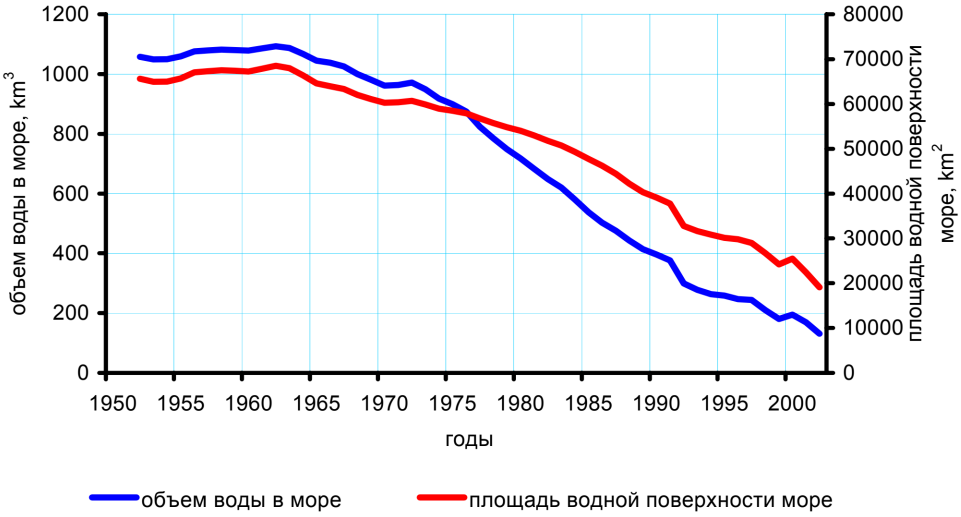


Рис 5. Динамика изменения объема воды и площади Аральского моря

С падением уровня воды наблюдается и интенсивный рост ее солености. В период 1950 -1965 гг. Аральское море являлось слабосоленым бассейном с соленостью воды от 9,74 до 10,8 %. До 1980 г. соленость морской воды росла медленными темпами. С 1981 г. темпы ее роста резко увеличились до 1-5 % в год, и к началу 2002 г. соленость воды в море составила около 75% (рис.6).

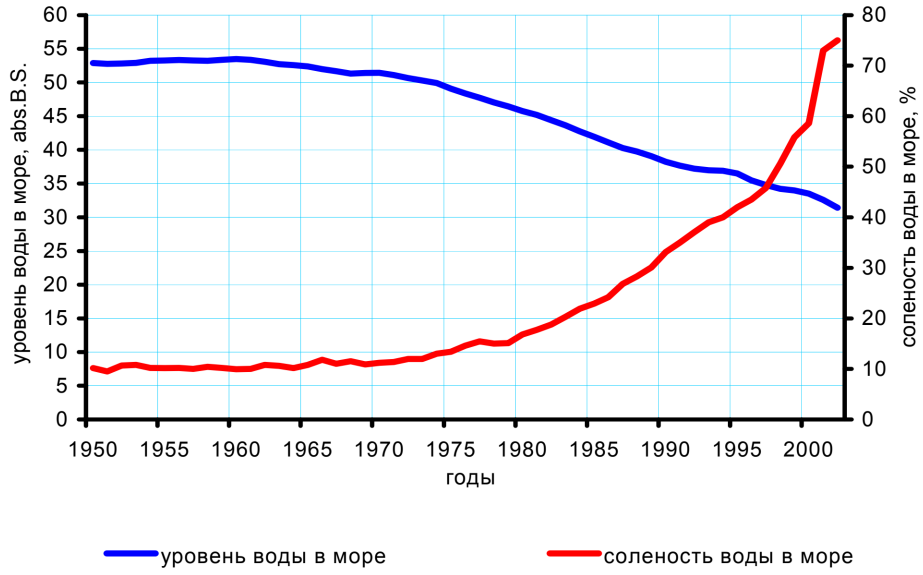


Рис. 6. Динамика изменения уровня и солености воды в Аральском море

Падение уровня воды в море привел также к образованию на бывшей морской территории песчаной пустыни большой площади. Скорость опустынивания бывшей территории моря увеличилась с 162 до 2387 км^2/год в 1981-1985 годы. С 1986 по 1995 гг. темпы опустынивания несколько снизились до 600 км^2/год, а с 1996г. увеличились и в период 1996 по 2000 годы составили в среднем 1787 км^2/год (рис.7).

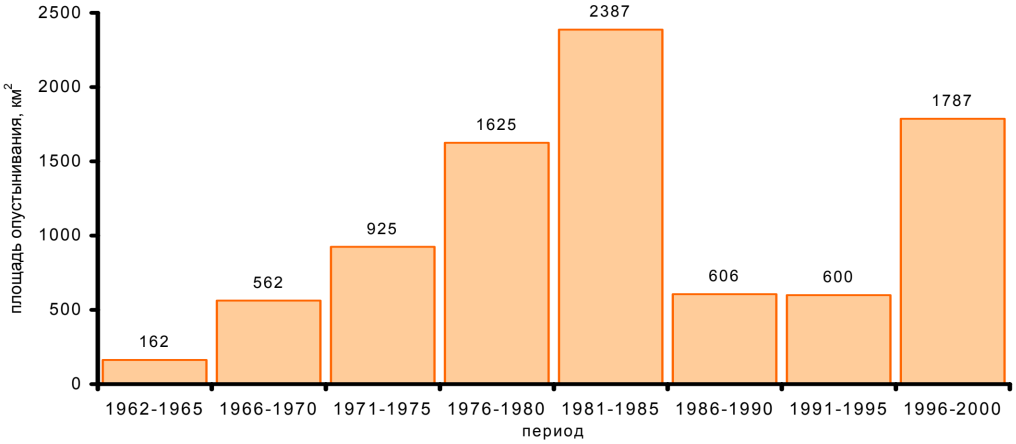


Рис. 7. Динамика опустынивания территории бывшего Аральского моря

Сегодня неразумным представляется вопрос о восстановлении прежнего уровня Аральского моря до отметки 53,0 - 40,0 м. Необходимо ориентироваться на максимальное сдерживание темпов снижения уровня моря и дальнейшую стабилизацию экологической обстановки на прибрежных территориях. Другими словами, первоочередная задача на ближайшие годы – это сохранение экологической ситуации в зоне дельтовых озер и морских заливов (рис.8).

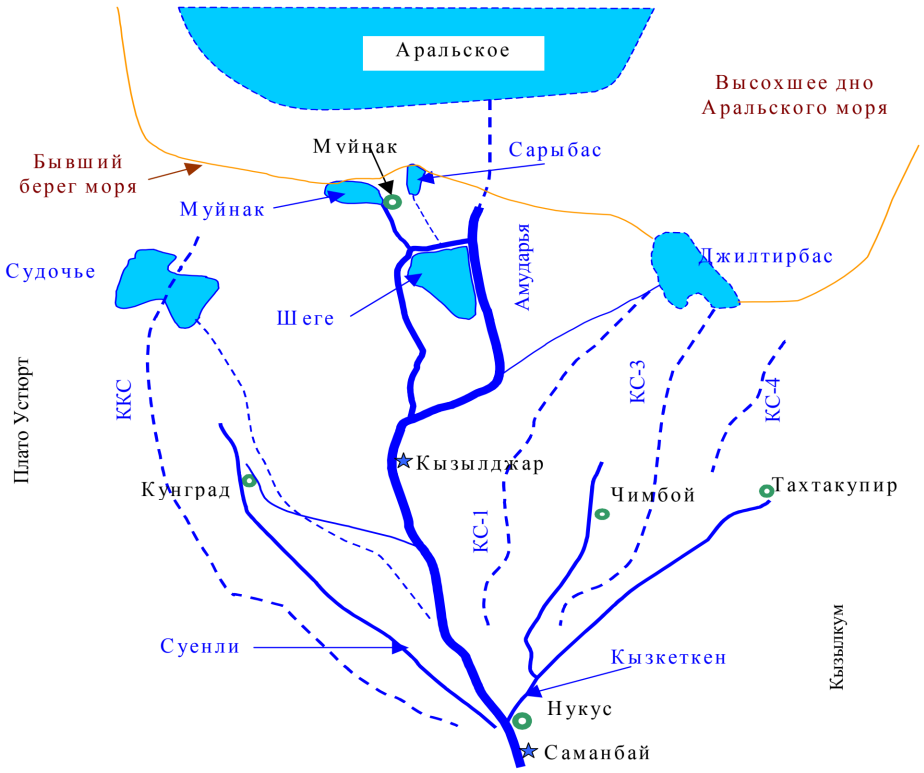


Рис. 8. Схема водоемов Южного Приаралья

Анализ многолетних данных показывает, что в 1950–1960 гг. общая площадь дельтовых озер, например, дельты р. Амударья, составляла 300 тыс. га, а минерализация воды в них не превышала 1,5-1,7 г/л. Почти все озера были пресноводные, с хорошим качеством воды, благодаря чему в этом регионе поддерживалась благоприятная экологическая обстановка.

Состояние водных экосистем дельтовой зоны Амударьи целиком и полностью зависит от объема и качества поступающих речных вод. Сокращение притока воды в дельту Амударьи во второй половине XX века вызвало деградацию всех водоемов Южного Приаралья.

Ранее считавшиеся пресноводными, озера Судочье и Каратерень из-за малого поступления пресной речной воды стали солеными. В маловодном 2001 году минерализация воды в оз.Судочье достигла 43572 мг/л. В других дельтовых водоемах, таких как оз.Сарыбас, Муйнакский залив, – минерализация воды повысилась до 5000-8300 мг/л. Однако начиная с 2002 г. обстановка в озерах улучшилась. По данным САНИИРИ, в 2004 г. минерализация воды в Муйнакском заливе колебалась от 3500 до 1200 мг/л. Значительное опреснение воды наблюдалось и в заливе Сарыбас, где минерализация воды составила 1460 мг/л (табл.1).

Таблица 1. Изменение качества воды дельтовых озер Амударьи по степени солености

Озеро	Минерализация, г/дм^3			Класс солености			Диапазон солености, г/дм^3
	1998	2002	2000	1998	2002	2000	
Шегекуль	1,2	1,2	3,6	4	4	6	1,1-5
Муйнак	5,1	4,8	3,8	7	6	6	3,0-18
Сарыбас	1,4	1,6	1,6	4	5	5	1,1-3
Судочье	-	1,9	43,6	-	5	10	1,6-40
Каратерень	-	6,0	3,2	-	7	6	3,0-18

В настоящее время многие озера дельты реки Амударья существуют в основном за счет стока дренажно-сбросных вод с орошаемых площадей Южного Приаралья, который составляет в среднем около 1,5-2,0 км^3/год.Такие дельтовые озера и бывшие морские заливы, как оз. Судочье, Аджибай, Каратерень, Джилтирбас и другие, существуют на базе стока крупных коллекторов Южного Приаралья: ККС, ГК, Устюртский, КС-1, КС-3, КС-4.

Гидрохимический и гидробиологический режимы дельтовых озер зависят от водности р.Амударья, которая является весьма нестабильной. Поэтому для обеспечения устойчивого стабильного существования этих озер необходимо обеспечение поступления речного стока в объеме 4,4 км^3/год независимо от водности года.

- Изменение экологической обстановки вокруг Арнасайской системы озер (бассейн р.Сырдарья)

В то время, когда естественные озера дельты р. Амударья начали страдать от нехватки водных ресурсов, в естественных понижениях равнинной территории в результате антропогенного воздействия на водные ресурсы региона появилось множество ирригационно-сбросовых озер, питающихся коллекторно-дренажными и сбросными водами с орошаемых территорий. Примером является появление в пустынной местности Узбекистана таких озер, как оз.Тузкан, Айдаркуль и Арнасай, объединяемые в Арнасайскую озерную систему. В начальный период своего появления эти озера служили в основном как естественные пруды, принимающие дренажно-сбросные воды с орошаемых территорий Голодной степи. Воздействие человека на сток Сырдарьи привело

к вынужденному отводу большого объема зимнего стока в Арнасайские понижения, где ранее существовали некрупные Арнасайские озера. Площадь этих озер стала быстро расти, прилегающие территории. в том числе сельскохозяйственные орошаемые площади, начали подтопляться.

В настоящее время в Арнасайскую озерную систему отводятся сбросы речных вод из Чардаринского водохранилища и дренажно-сбросные воды с орошаемых полей Нижне-сырдарьинского бассейнового управления ирригационных систем.

Речные воды из Чардаринского водохранилища поступают в зимне-весенний период года, со времени полного наполнения водохранилища до начала интенсивных заборов речной воды на орошение с (январь-май месяцы), что зависит от объема попусков из Токтогульского водохранилища (Кыргызстан) (рис.9).

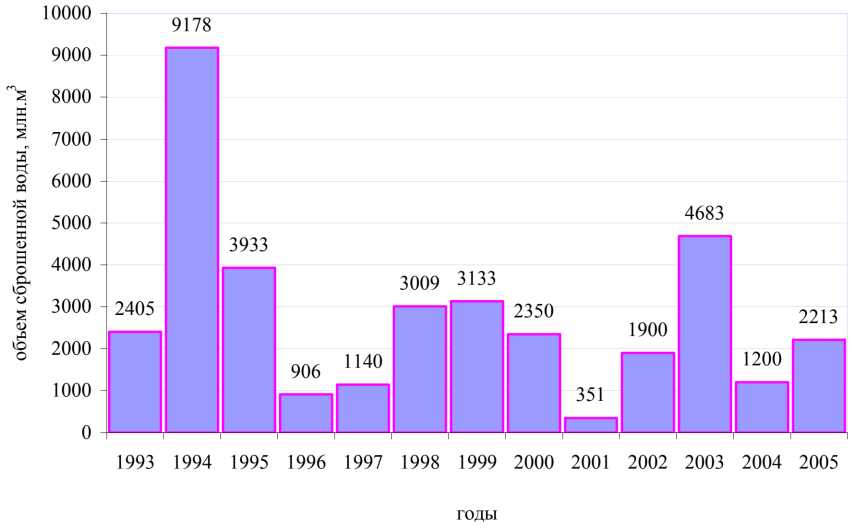


Рис.9. Динамка годовых сбросов речных вод из Чардаринского водохранилища в Арнасайскую систему озер

Объем притока дренажно-сбросных вод в Арнасайскую систему озер изменяется в зависимости от водности года и составляет:

- в многоводные годы - до 2,8 км^3/год;
- в годы средней водности - до 2,1 км^3/год;
- в маловодные годы - до 1,5 км^3/год.

Из-за поднятия уровня воды в озерах, вызванного интенсивным сбросом зимнего стока речных вод, объем воды в озерах и площадь затопления увеличиваются (рис.10).

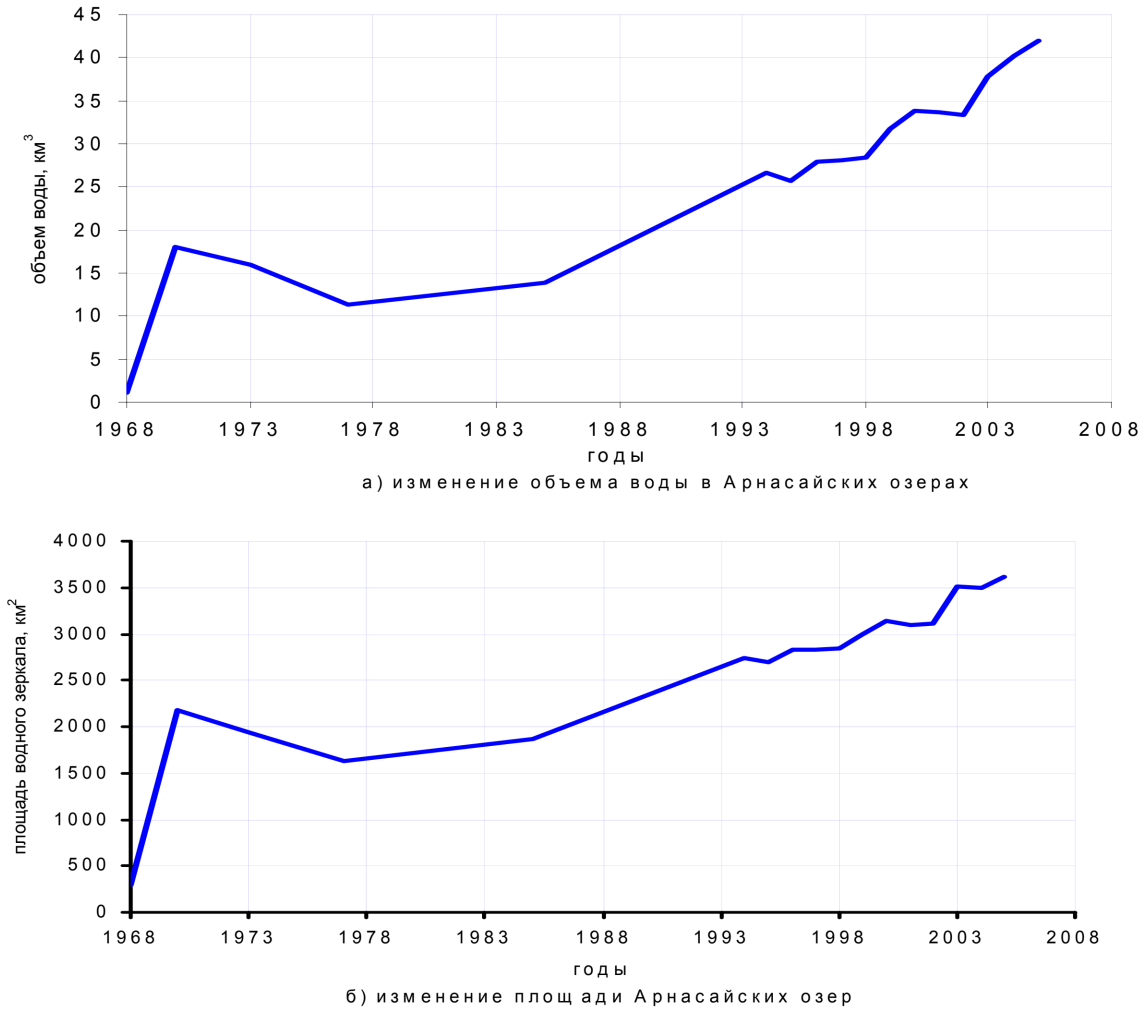


Рис. 10.Динамика изменения объемов воды и площади Арнасайских озер

В результате затопления огромных территорий в Арнасайской озерной системе народное хозяйство Узбекистана терпит большие убытки.

Таким образом, непродуманное воздействие человека на водные ресурсы в конце XX века привело, с одной стороны, к сокращению стока Амдарьи и, следовательно, к интенсификации процессов опустынивания на территории Аральского моря и в Южном Приаралье, с другой, - к нарушению водного режима Сырдарьи, вызвавшему увеличение объемов воды и затопление огромных территорий в е Арнасайской озерной системе.

Уменьшение антропогенного влияния на водную среду, обеспечение природных объектов водой в нужном количестве и нужного качества, а также оздоровление экологической обстановки возможно при условии согласованности водохозяйственной политики, проводимой Центральноазиатскими республиками. При этом необходимо добиться того, чтобы обеспечение водоемов Южного Приаралья водой не зависело от водности года и подача речной воды в водоемы составляло не менее 4,4 км^3 в год. Необходимо также разработать меры по сокращению объема сброса зимнего стока р.Сырдарья в Арнасайскую озерную систему.

УДК 502.654

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ АМУДАРЬЯ

Маматов С.А., Медведева Л.А.
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

Река Амударья является одной из двух очень важных водных артерий Центральной Азии, в частности Узбекистана. Она протекает через территории 5-и стран и впадает в Аральское море. До 60-х годов XX века сток реки полностью доходил до Аральского моря. С началом широкого развития сельского хозяйства он стал разбираться на орошение вновь освоенных земель, а в реку стали отводиться огромные количества минерализованных дренажно-сбросных вод с орошаемых массивов, то есть река стала подвергаться огромным антропогенным нагрузкам. Их рост привел к существенному изменению количества и качества стока реки. Начиная с 70-х годов XX века в результате уменьшения самого стока реки и увеличения сброса в неё возвратных, особенно дренажно-сбросных вод, наблюдается явная тенденция к ухудшению качества воды в реке, в частности растет ее минерализация.

Временно-пространственные изменения параметров качественного состава воды р. Амударья можно установить с помощью таких методов оценки, как:

- графическое изображение изменения параметров качества воды по створам реки во времени;
- на основе соответствия параметров качества воды предельно-допустимым концентрациям хозяйственно-питьевого водопользования;
- определением пригодности речной воды для орошения.

1. Оценка изменения качества воды р. Амударья на основе графического изображения динамики параметров качества во времени и в пространстве

Для оценки изменения качества воды реки выбраны такие репрезентативные параметры, как минерализация воды, содержание биогенных элементов (общий азот, общий фосфор), легко- и трудноокисляющихся органических соединений ($БПК_5$ и ХПК), которые наиболее четко характеризуют процессы, протекающие в водоеме. Динамика параметров качества воды проанализированы за последний 30-летний период.

Минерализация воды в р. Амударья имеет тенденцию увеличения вниз по течению. Её значения в верхнем створе «Термез» постоянно ниже 0,7 г/л, а в нижних створах реки («Туямуюн», «Саманбай», «Кызылджар») минерализация воды растет, и её среднегодовые значения почти всегда превышают предельно-допустимые концентрации (1,0 г/л) (рис. 1).

Таким образом, если в 70-е годы XX века среднегодовая минерализация речной воды во всех створах находилась ниже 1000 мг/л, то начиная с 80-х годов её значение в низовьях реки было явно выше. И в современных условиях начиная с 1999 по 2002 гг, этот показатель качества воды в створах «Саманбай» и «Кызылджа» явно растет.

В изменении содержания биогенных элементов, включая общий азот, в пространственном аспекте какой-либо четкой тенденции не наблюдается, тенденция изменения (уменьшения) наблюдается во времени. Так, в 70-е годы XX века в воде реки обнаруживались высокие концентрации азота, в последующие же периоды, особенно в 80-е годы, его концентрации снижались и оставались почти без изменений до конца 90-х годов XX века. С 1999-го года содержание общего азота в амударьинской воде во всех створах стало расти, и этот рост продолжался до 2002 года, что, видимо, объясняется периодом (2000-2001гг.) маловодности (рис. 2).

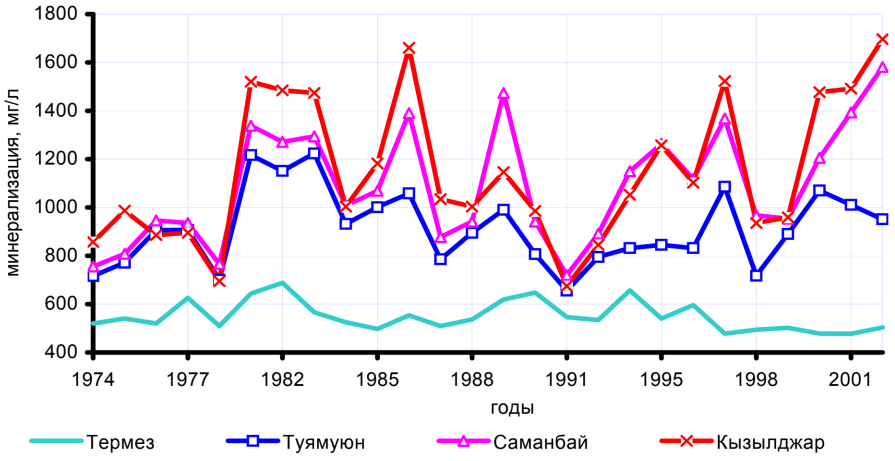


Рис. 1. Изменение минерализации воды в р. Амударья

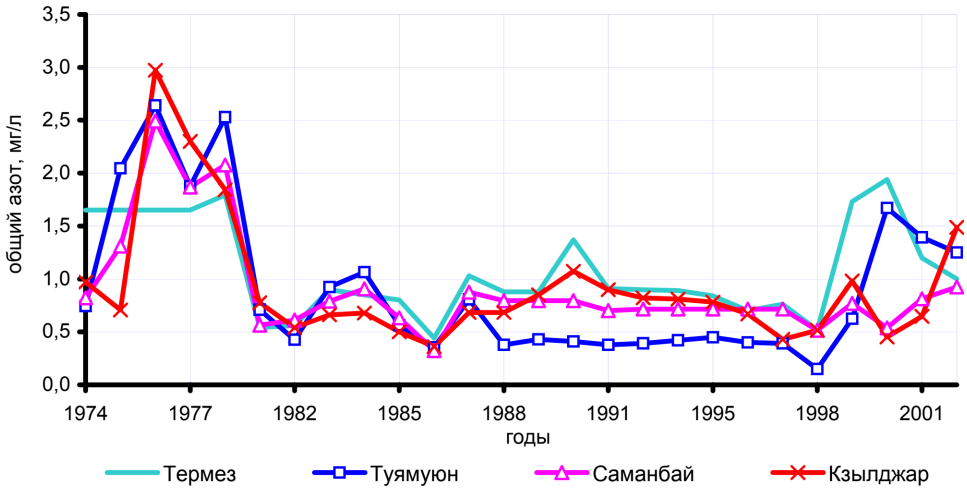


Рис. 2. Изменение общего азота в воде р. Амударья

Содержание общего фосфора в воде реки с начала 80-х годов XX столетия по настоящее время постоянно уменьшается. В пространственном отношении во всех створах Амударьи тенденций роста или уменьшения количестве общего фосфора в воде не наблюдается (рис. 3).

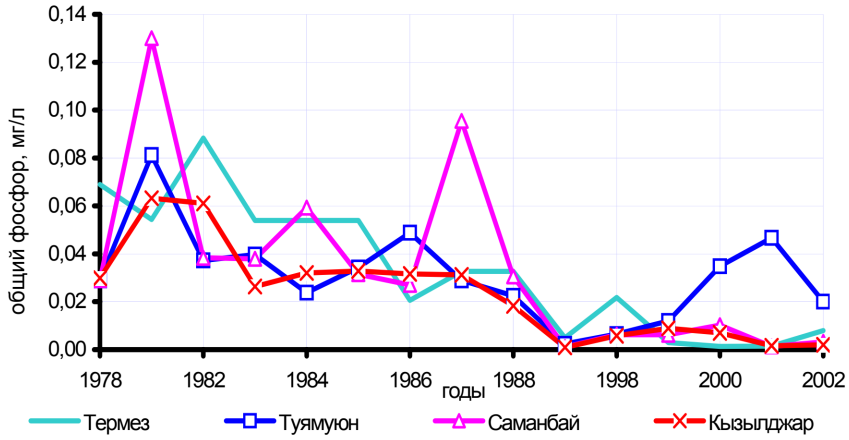


Рис. 3. Изменение общего фосфора в воде р. Амударья

Значительных изменений концентраций легкоокисляющихся органических соединений (по $БПК_5$) по длине реки не происходит. Тенденция очень незначительного их уменьшения прослеживается во времени, то есть до конца 80-х годов XX века. В начале 90-х годов среднегодовые значения $БПК_5$ во всех створах равнялись примерно 1,5 мгО/л, к началу 2000-го года концентрации его несколько снизились и находились на отметке 1,0-1,2 мгО/л (рис. 4,5).

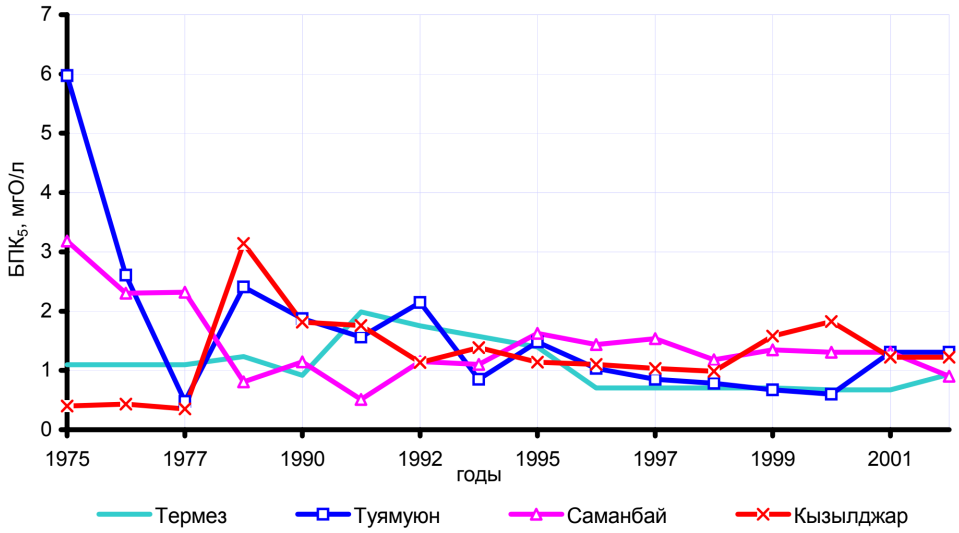


Рис. 4. Изменение концентрации $БПК_5$ в воде р. Амударья

Содержание трудноокисляющихся органических соединений (ХПК) в амударьинской воде до начало 90-х годов XX века росло. С этого момента во всех створах реки произошло уменьшение содержания ХПК. Эта тенденция сохранялась до 1997 года, затем содержание ХПК стало расти. В пространственном отношении также начиная с 1997 года наблюдается тенденция роста этого показателя, то есть содержание ХПК в воде вниз по течению реки увеличивается к 2001 году примерно в 10 (рис. 5).

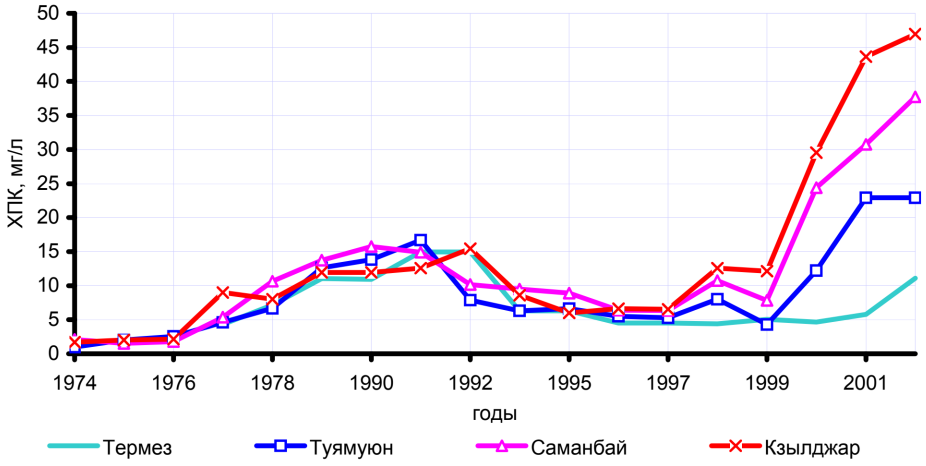


Рис. 5. Изменение ХПК в воде р. Амударья

2. Оценка изменения качества воды р. Амударья на основе расчетов предельно-допустимых концентраций хозяйственно-питьевого водопользования

Оценку изменения качества воды р. Амударья проводили также на основе расчетов предельно-допустимых концентраций (ПДК) хозяйственно-питьевого водопользования. При этом прогнозные содержания параметров качества за определенный период времени по отношению к ПДК вычислялись по формуле:

$$C_{xi} = \frac{C_н}{ПДК_i},$$

где

$C_н$ - наблюденная концентрация i-го параметра качества воды;

$ПДК_i$ - предельно-допустимая концентрация i-го параметра.

Далее определялось количество параметров, превышающих по своей величине ПДК. Такие расчеты проводились для каждого створа реки («Термез», «Туямуюн», «Саманбай» и «Кызылджар») и для различных по водности лет.

Результаты показали, что в многоводные годы в верхнем течении реки (створ «Термез») из репрезентативных показателей хозяйственно-питьевого водопользования величина только одного показателя превышает ПДК. Количество показателей с превышающими стандартные значения величинами растет вниз по течению реки. Так, если в створе «Туямуюн» ПДК превышают 3 параметра, то в створе «Саманбай» – 6, а в створе «Кызылджар» - уже 8 параметров. Такая же картина наблюдается в годы средней водности. В маловодные годы число параметров качества воды реки со значениями, превышающими ПДК, увеличивается уже в верхних створах реки. Например, в створе «Термез» 3 параметра превышают по своим значениям ПДК. Качество воды реки вниз по течению ещё больше ухудшается, и в створе «Туямуюн» ПДК превышают уже 7 параметров, а в створах «Саманбай» и «Кызылджар» - по 9 параметров (рис.6).

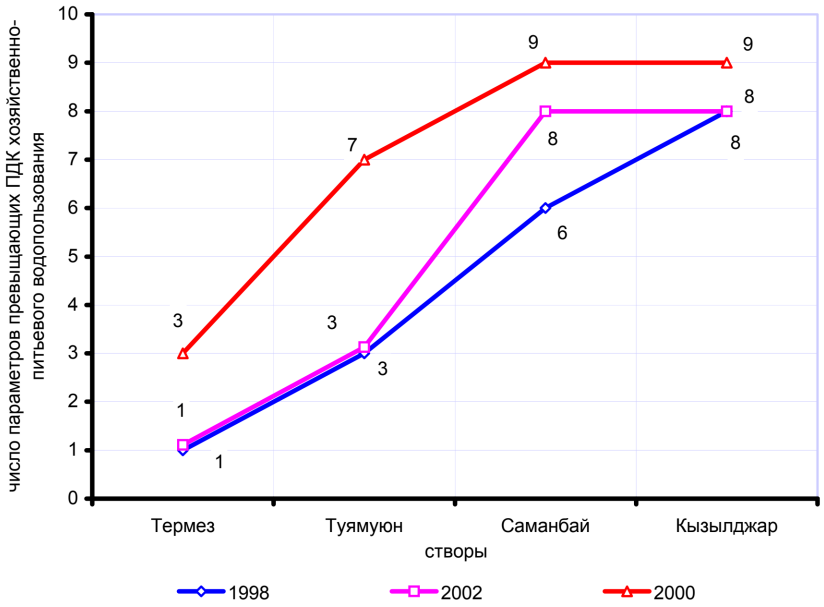


Рис. 6. Изменение числа параметров качества воды р. Амударья, превышающих ПДК хозяйственно-питьевого водопользования

Следует отметить, что в нижнем течении реки (створы «Саманбай» и «Кызылджар») наблюдается более высокая степень превышения ПДК, по сравнению с верхним течением реки.

Таким образом, установлено, что качество амударьинской воды изменяется в зависимости от водности года и имеет тенденцию ухудшения вниз по течению.

3. Оценка изменения качества воды р. Амударья на основе определения её пригодности для орошения

Оценку изменения качества воды этим методом проводили путем сравнения результатов расчетов, сделанных на основе комплексной методики, которая объединяет методы определения отрицательных проявлений оросительной воды и учитывает такие критерии ее пригодности, как опасности общего засоления, содообразования, натриевого и магниевого осолонцевания, хлоридного засоления. Расчеты проводились для каждого створа реки и для различных по водности лет (таблица).

Результаты показали изменение качества воды реки в зависимости от водности года, и его ухудшение вниз по течению. Часть показателей хотя и остается в пределах допустимых уровней, но наблюдается явный их рост вниз по течению реки.

Таблица 1 – Изменение пригодности воды реки Амударья для орошения

Створ	Месяцы	опасность общего засоления		опасность натриевого осолонцевания		опасность магниевого осолонцевания		опасность хлоридного засоления	
		Расчет	Пред.	Расчет	Пред.	Расчет	Пред.	Расчет	Пред.
1998 г. (многоводный)									
Туямуюн	III-IX	3,3	<4	1,5	<3	39,3	<50	9,9	<15
Саманбай	I-II, IV-XII	3,9	<4	1,8	<3	45,3	<50	10,8	<15
	III	3,4	<4	1,5	<3	**50**	**>50**	10,6	<15
Кызылджар	II-III, VI-VII, IX-XI	3,6	<4	1,6	<3	49,4	<50	10,0	<15
	IV	3,3	<4	1,6	<3	47,9	<50	**16,9**	**>15**
2000 г. (маловодный)									
Термез	I-XII	3,9	<4	1,8	<3	35,7	<50	6,1	<15
Туямуюн	VI, X, XI	3,8	<4	1,7	<3	45,7	<50	11,6	<15
	III	3,7	<4	1,7	<3	45,8	<50	**16,5**	**>15**
	V	4,4	>4	1,9	<3	49,3	<50	11,6	<15
Саманбай	I-III, VII-X	3,8	<4	1,8	<3	48,3	<50	13,5	<15
	IV	3,8	<4	1,7	<3	50,8	**>50**	**16,2**	**>15**
	V	4,1	>4	1,8	<3	43,4	<50	**16,5**	**>15**
	XI-XII	3,4	<4	1,7	<3	52,6	>50	**12,6**	**<15**
Кызылджар	II,III, VI-XI	3,9	<4	1,8	<3	49,2	<50	13,6	<15
	IV	5,3	>4	2,3	<3	**55,1**	**>50**	**26,0**	**>15**
2002 г. (средневодный)									
Туямуюн	V, VI	3,3	<4	1,7	<3	32,6	<50	3,3	<15
Саманбай	I, III, VI-VIII	3,7	<4	2,1	<3	46,9	<50	10,6	<15
	II, IV, V	3,7	<4	2,0	<3	54,9	>50	9,9	<15
Кызылджар	**VI**	2,8	<4	1,4	<3	37,6	<50	4,3	<15
	III	3,8	<4	2,1	<3	**53,7**	**>50**	12,3	<15
	IV	4,7	>4	2,5	<3	**56,3**	**>50**	**28,7**	**<15**

Прим.: жирными выделены те месяцы, когда вода ограниченно пригодна для орошения

Величины же таких показателей, как опасность магниевого осолонцевания и опасность хлоридного засоления, в нижних створах реки заметно увеличиваются, и в апреле-мае месяцах года вода реки по этим показателям ограниченно пригодна для орошения. Исключение составляют лишь многоводные годы, когда речная вода практически всегда и везде пригодна для орошения.

Ограниченная пригодность воды нижних створов реки («Саманбай», «Кызылджар», иногда даже «Туямуюн») сразу по нескольким показателям (опасность общего засоления, опасности хлоридного засоления и магниевого осолонцевания) наблюдается в маловодные годы в течение длительного периода года. В такие годы во избежание накопления токсичных солей в почве орошаемых земель низовьев реки необходимо предусмотреть меры по соблюдению промывных норм поливов.

Таким образом, результаты всех трех способов оценки изменения качества воды позволяют сделать вывод, что качество воды Амударьи зависит от водности года и ухудшается вниз по течению. Причиной этого ухудшения можно считать рост антропогенного воздействия на реку, степень которого увеличивается с каждым годом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаенко В.А., Маматов С.А. Особенности и методология гидроэкологической оценки воздействия водохозяйственной деятельности на состояние гидроэкосистем бассейна Аральского моря // Водные ресурсы Центральной Азии. - Алматы, 2002. - С. 358-364.

2. Стандарт качества воды «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством воды» O'z DSt 950:2000. - Ташкент, 2000.

3. Хосравянц И.Л., Чембарисов Э.И. О методологии оценки качества воды для орошения // Проблемы опреснения минерализованных вод для сельскохозяйственного водоснабжения: Сб. науч. тр. /В/О «Союзводпроект». - М.:1988. - С. 55-61.

УДК 532.57

ВОПРОСЫ ГИДРОМЕТРИИ ПРИ ИНТЕГРИРОВАННОМ УПРАВЛЕНИИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

Масумов Р.Р.
(Консультант проекта «ИУВР-Фергана»)

Исторически все страны центральноазиатского региона (ЦАР) сталкивались с проблемами управления водными ресурсами, что подтверждает трудность их решения обычными внутриведомственными методами. Примерами таких проблем являются засушливые маловодные годы, деградация водных и земельных ресурсов, продолжающееся ухудшение качества экосистем, эскалация конфликтов из-за водных ресурсов. В этих условиях принципы интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) облегчают принятие и реализацию эффективных решений.

В связи с распадом СССР и обретением независимости в странах ЦАР начался процесс реформирования сельского хозяйства. Крупные колхозы и совхозы стали преобразовываться в ширкатные, дехканские, фермерские хозяйства и другие формы собственности. Появление этой многочисленной армии землепользователей усложнило задачу распределения оросительной воды между ними. Если раньше водохозяйственные государственные организации (райводхозы) доставляли воду до границ коллективных

хозяйств, а дальше распределением воды занимались гидротехники и мирабы колхозов, то теперь задача усложнилась. Например, сегодня из одного канала второго порядка могут питаться водой сразу несколько хозяйств различной формы собственности (ширкатные, фермерские, подсобные и т.д.), причем, каждое хозяйство считает, что ему в первую очередь необходимо произвести полив. При такой совокупности и разнообразии форм хозяйствования, отсутствии очередности и справедливых принципов водораспределения, конфликты и споры между ними стали обычным явлением.

Эффективным решением этой проблемы стало объединение водопользователей всех форм собственности в Ассоциации водопользователей (АВП). При этом основной функцией АВП стал один из принципов ИУВР – обеспечение развития и управления водными ресурсами на справедливой основе с учетом интересов различных слоев населения и хозяйств различной формы собственности. Причем развитие и управление водными ресурсами основывается на подходе, учитывающим активное участие пользователей в управление, управленцев и лиц, принимающих решения на всех уровнях. Это означает, что решения принимаются на самом низком уровне при всестороннем обсуждении всех вопросов с общественностью и при участии водопользователей в планировании и реализации планов водопользования. Такой подход повышает осведомленность всех участников о ценности водных ресурсов

ИУВР является гибким инструментом для решения проблем, связанных с использованием ограниченных водных ресурсов, повышение эффективности их использования, и оптимизации влияния водных ресурсов на устойчивое развитие. Одним из путей повышения эффективности водопользования является снижение непроизводительных потерь, либо их перераспределение. Он включает более скоординированное управление:

- поверхностными и грунтовыми водами;
- речными бассейнами;
- Бассейновыми управлениями ирригационных систем;

Рассмотрим способы повышения эффективности использования водных ресурсов. К этим способам относятся изменения в поведении пользователей, например, с помощью информационных компаний (семинары, тренинги), а также технические приёмы (методы и средства водоучета).

В настоящее время, эффективное управление водными ресурсами немыслимо без технических средств. Рассмотрим арсенал современных водоизмерительных средств. В мировой практике измерение расходов воды производится путем вычисления площади поперечного сечения водного потока (река, канал) в створе реечного гидропоста, и умножения ее на среднюю скорость, измеренную в этом сечение (метод «скорость – площадь»). Для вычисления площади поперечного сечения потока крупных рек, с большой глубиной и скоростью потока, например, р. Амударья, применяются эхолоты, установленные на подвижных средствах переправы (моторные лодки, паромы и т.д.). На реках и крупных каналах глубиной до 5-6 м измерение глубины воды производится при помощи специального гидрометрической груза, который опускается при помощи лебедки с подвесной люльки На малых реках и каналах промер глубин производится на гидропостах типа «фиксированное русло» (рис.1) при помощи гидрометрических штанг, опускаемых гидрометрами с мостика.



Рис.1. Гидрометрический пост типа «фиксированное русло»

Измерение скорости потока производится при помощи так называемой «гидрометрической вертушки», число оборотов которой прямо пропорционально скорости потока в точке измерения. Гидрометрическая вертушка - самое распространенное и единственное средство измерения скорости потока в водном хозяйстве. Известные ультразвуковые, радиолокационные, тепловые измерители скорости потока сложны в эксплуатации и используются в основном в научных целях.

Для упрощения процесса измерения расхода воды гидрометрические посты типа «фиксированное русло», градуируются, т.е. путем многократных замеров расходов воды во всем диапазоне от минимальных Q_{min} до максимальных $Q_{max,}$ строится расходная характеристика Q=f(H) (рис.2), которая используется для определения расхода воды по измеренному значению ее уровня Н.

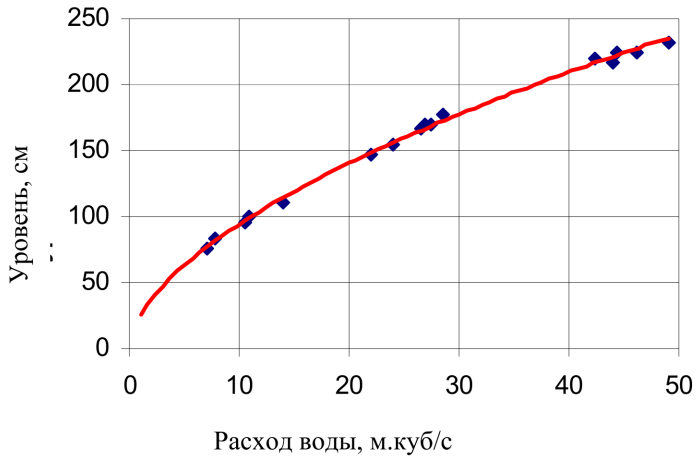


Рис.2 График функции Q =f(H)

Для облегчения и ускорения процесса измерения расхода воды на малых реках и каналах с расходами до 1 $м^3/с$ рекомендуются следующие типы стандартных водосливов и лотки лотков:

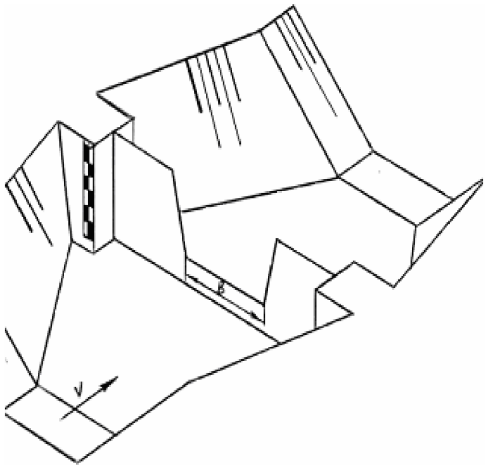
- Водосливы, с прямоугольным, треугольным и трапецеидальным вырезами в тонкой стенке;
- Водосливы с порогом треугольного или прямоугольного профиля;
- Водомерные пороги САНИИРИ;
- Лотки Вентури, Паршала, САНИИРИ;
- Фиксированные русла различного симметричного профиля;
- Водомерные насадки САНИИРИ.

Полностью оборудованный гидропост должен иметь в головной части регулирующий затвор, подводящий и отводящий прямолинейные участки, водомерное устройство и гидротехническую рейку (рис.3).

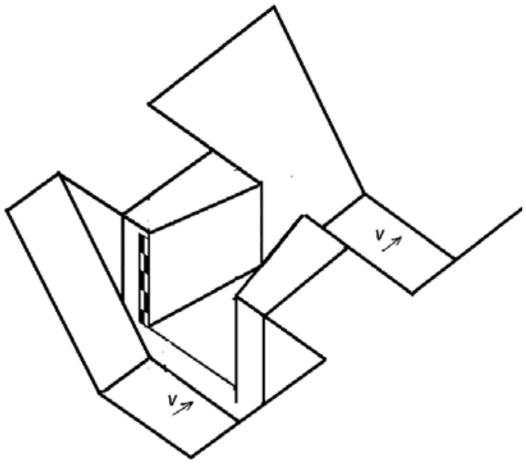


Рис.3. Гидрометрический пост, оборудованный лотком САНИИРИ, на одном из фермерских хозяйств пилотной АВП «Акбарабад»

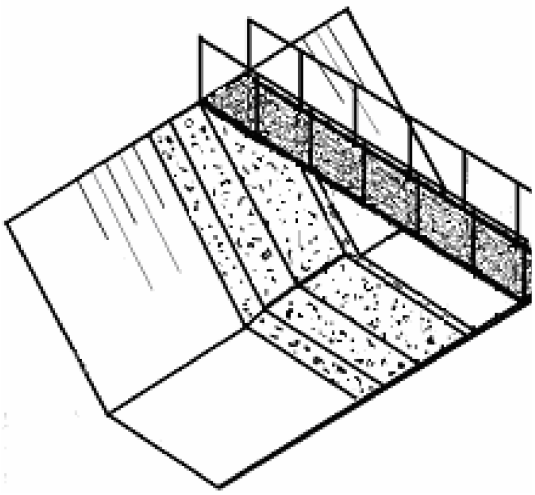
Ниже приведены рисунки некоторых типов водомерных устройств, предназначенных для измерения воды (рис.4).



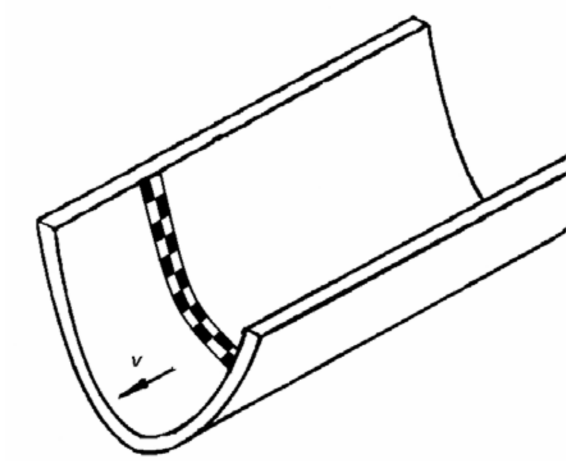
Водослив Чиполетти



Водомерный лоток САНИИРИ



Фиксированное русло
с бетонным пояском



Градуированный
параболический лоток

Рис.4. Типы водомерных устройств

Все эти водомерные устройства удовлетворяют требованиям стандарта или Правил, благодаря чему обеспечивается возможность изготовления и применения таких измерительных устройств по результатам расчета, без индивидуальной градуировки.

Для облегчения выбора места и типа водомерного устройства в зависимости от гидравлического режима потока и качества воды, рекомендуется пользоваться вспомогательной таблицей.

Условные обозначения: ВТ - водослив Томсона; ВЧ - водослив Чиполетти; ЛП - лоток Паршала; ЛВ - лоток Вентури, ВЛС - водомерный лоток САНИИРИ; ВПС - водомерный порог САНИИРИ; НС - насадки САНИИРИ круглого или прямоугольного сечения; ФР - фиксированное русло трапецеидального, прямоугольного, треугольного или параболического профиля.

Таблица Рекомендуемые типы водомерных устройств для разных гидравличес-ких режимов потока и качества воды

Уклоны и режим движения потока воды	Состав воды	Максимальный расход Q $м^3/с$	
		До 0,5	0,5-1,0
Уклоны большие и средние, движение потока-установившееся	Содержание взвешенных наносов до 1,0 $кг/м^3$	ВТ, ВЧ, ВЛС, ЛП, ЛВ ВПС, ФР	ВЛС, ЛП ,ЛВ ВПС, ФР
	Содержание наносов более 1, 0 $кг/м^3$, наличие плавника и мусора	ВЛС, ЛП, ЛВ ВПС, ФР	ВЛС, ЛП, ЛВ ВПС, ФР
Уклоны средние и малые, движение потока-неустановившееся	Содержание взвешенных наносов до 1,0 $кг/ м^3$	НС, ФР	НС, ФР
	Содержание наносов более 1,0 $кг/м^3$, наличие плавника и мусора	ФР	ФР

В зависимости от финансовых и других материальных возможностей местные стройматериалы), подбирается окончательный тип водомерного устройства для оснащения отводов в хозяйства.

В настоящее время в странах ЦАР, в частности в Узбекистане, начали активно проводиться информационные компании и мероприятия по дооснащению всех хозяйств различной формы собственности технологическими средствами.

В странах ЦАР, где было введено платное водопользование (Казахстан, Кыргызстан и Таджикистан) и плата за воду взималась в основном из расчета поливного гектара, также начаты аналогичные мероприятия, что снижает социальную напряженность при водораспределении.

Оснащение водовыделов в хозяйствах техническими средствами, должно осуществляться в основном самими водопользователями. Стоимость строительства одного простейшего гидропоста, оснащенного водосливом Чиполетти в соответствии с требованиями стандартов, обходится сегодня около 100-125 долларов США. Надеяться на то, что все сельхозпроизводители своими силами построят гидропосты, не приходится. Это связано, в первую очередь, с материальными трудностями, во вторую – с отсутствием у них опыта и знаний для выбора места строительства и типа водомерного устройства.

Решение этой проблемы, как уже отмечалось выше, лежит в объединении водопользователей всех форм собственности в АВП (которые) смогут коллективно принимать решения по сбору средств на строительство головного гидропоста для своих хозяйств, привлекая своих специалистов или специалистов местных консультативных служб.

В дальнейшем, по мере роста доходов, и по собственному желанию, каждый водопользователь вправе оборудовать свой отвод индивидуальным гидропостом.

В качестве примера эффективности использования водных ресурсов рассмотрим положительный опыт Проекта «ИУВР-Фергана» в Ферганской дролине. Исполнителями проекта в 2002-2004 гг. по разделу «Организация водомерной системы в АВП, включая тренинг» были проведены информационные компании и оснащены техническими средствами пилотные АВП.

Начиная с 2002 г., во всех трех пилотных АВП («Жапалак», Кыргызстан; «Акбарабад» Узбекистан; «Заравшан», Таджикистан), было проведено обследование каналов второго порядка, включая точки водовыделов вновь созданных хозяйств. Обследование показало, что практически вся головная часть каналов оснащена различными типами водомерных устройств, находящихся в удовлетворительном состоянии. Однако отводы в фермерские, дехканские и пр., хозяйства не имели в головной

части водомерных устройств. Работа по оснащению хозяйств водомерными устройствами была начата с информационной компании. На основе материалов обследований и выработанных рекомендаций, были организованы семинары и практические тренинги по обучению членов АВП гидрометрии, выбору места установки, строительству и эксплуатации водомерных устройств, их паспортизации и аттестации.

Обучение проводилось не только с гидрометрами АВП, но и с представителями групп водопользователей. В программу семинаров и практических тренингов были включены вопросы организации водоучета в АВП (трехразовый учет воды на гидропостах с фиксацией в журналах установленного образца), составления планов водопользования, обеспечения водой водопользователей по графикам с учетом их заявок на воду и т. д.

Анализ удельной водоподачи в пилотных АВП за 2002 - 2004гг. показал, что с начала объединения водопользователей в АВП и обучения их составлению планов водопользования, ведению водоучета, составлению суточных и декадных заявок на воду при гласности распределения водопотребление постепенно снижалось. Это наглядно видно на примере АВП, размещенных вдоль Араван-Акбуринского канала (ААБК) Кыргызстана (рис.5).

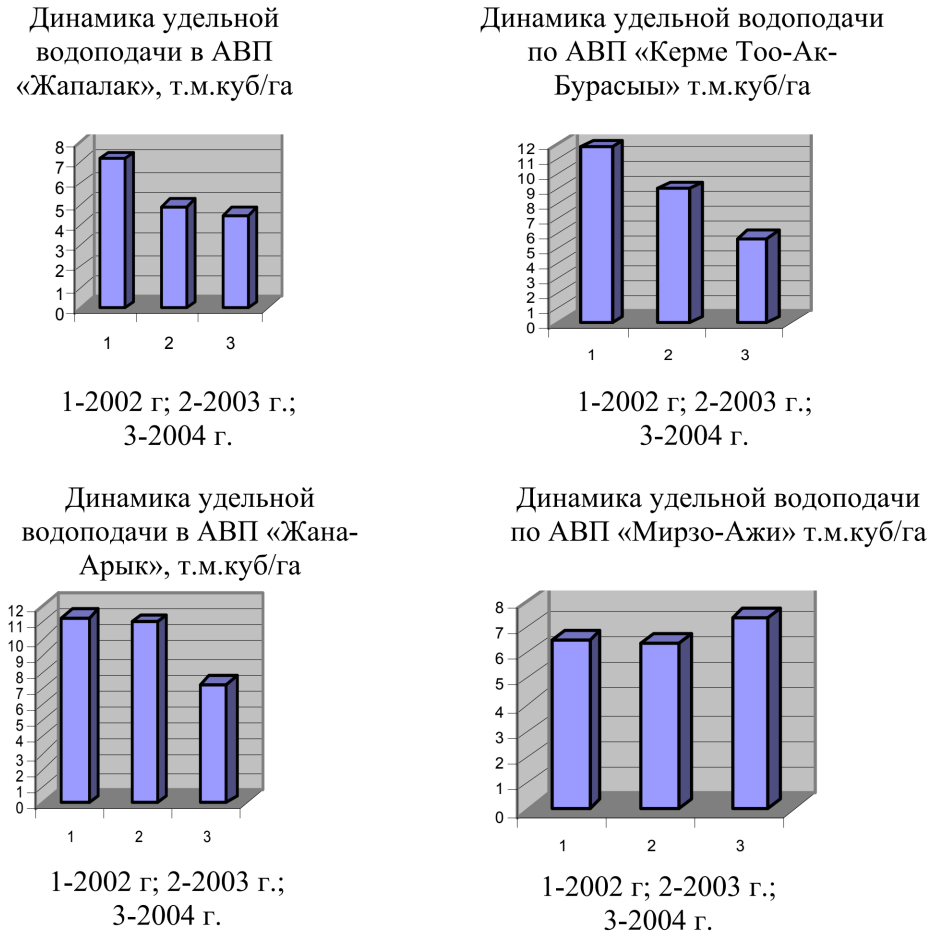


Рис.5. Динамика водоподачи в АВП, расположенных вдоль Араван-Акбуринского канала Кыргызстана

Из всех четырех АВП только в одной пилотной АВП «Жапалак», кроме проведения информационной компании, все отводы хозяйства были оборудованы техническими средствами. В результате удельное водопотребление в этой АВП снизилось до 37,5%. Техническими средствами были частично оснащены два демонстрационных канала второго порядка в АВП «Керме-Тоо-Акбурасыы» (2004 г.), что также существенно снизило водопотребление только на 36 % по отношению к 2003 г. Водопользователи АВП «Жана-Арык» и «Мирзо-Ажи» были охвачены только информационной компанией.

Незначительный рост на 14 %, водопотребления в АВП «Мирзо-Ажи» в 2004 г. объясняется проведением фермерами повторных посевов сельхозкультур, которые не были учтены при составлении плана водопользования к началу вегетации. Несмотря на это в целом суммарное удельное водопотребление всех четырех АВП, подвешенных к ААБК, снизилось на 30 %. (рис.6).

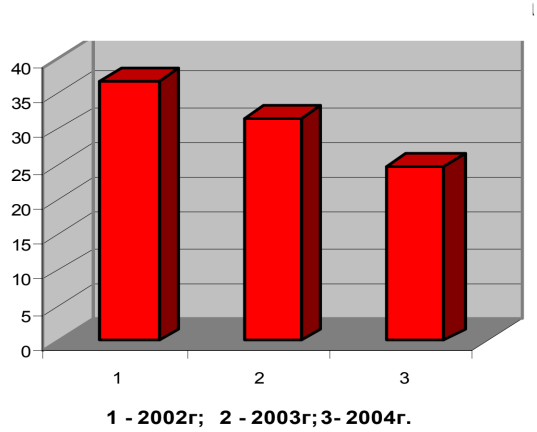


Рис.6. Динамика снижения суммарного удельного водопотребления по четырем АВП ААБК, т.м.куб/га

В процентном отношении динамика роста экономии воды по ААБК составила более 30 %,

(рис.7).

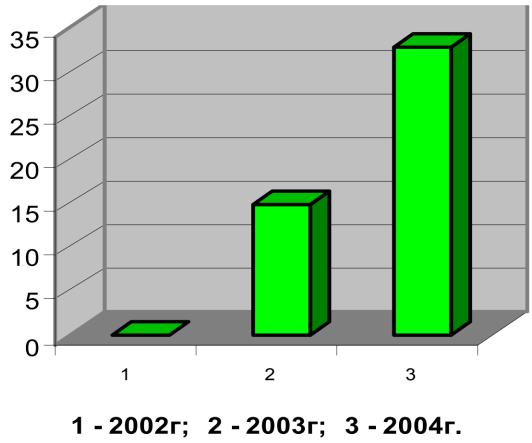
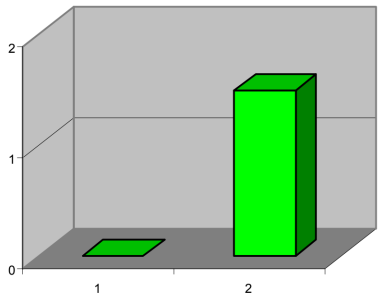


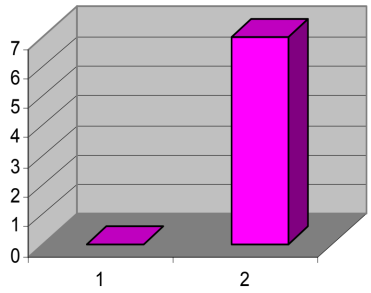
Рис.7. Динамика увеличения экономии потребления воды по четырем АВП ААБК, %

Аналогичная картина снижения водопотребления наблюдалась и остальных двух пилотных АВП «Акбарабад» (Узбекистан, 1.5%) и «Заравшан» (Таджикистан 7,7%) (рис.8).



По годам 1-2003г; 2-2004г.2004

АВП «Акнабад»



По годам 1-2003г; 2-2004г.2004

АВП «Заравшан»

Рис.8. Динамика роста экономии воды по АВП «Акбарабад» и «Заравшан», %.

Незначительный рост экономии воды в АВП «Акбарабад» (рис.7) объясняется рядом причин. Это, во-первых, лимитированный объемом водоподачи; во-вторых, отсутствие экономических рычагов (платы за воду); бремя госзаказов на сельхозпродукцию и т.д.

В заключение на основании полученного положительного опыта Проекта «ИУВР-Фергана» можно сделать следующие выводы:

1. Необходимо продолжать и активизировать процесс объединения водопользователей всех форм собственности в Ассоциации водопользователей
2. Отраслевым министерствам и ведомствам ЦАР следует активно проводить и поддерживать информационные компании и мероприятия по оснащение техническими средствами всех хозяйств различной формы собственности
3. Специализированным заводам по ремонту и изготовлению гидрометрического оборудования необходима государственная поддержка для налаживания производства новых гидрометрических приборов (измерители скорости потока) взамен технически и морально устаревших приборов.
4. Национальным метрологическим центрам следует проводить информационные компании, адаптировать и распространять нормативные документы с учетом проводимых реформ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Правила измерения расхода жидкости при помощи стандартных водосливов и лотков РДП 99-77. - М.: Изд-во стандартов, 1977.

2. Руководство по проведению градуировки и поверки средств измерения расхода воды в открытых каналах методом «скорость-площадь», ВТР-М-1-80. - 1980.

3. Катализатор реформ: Руководство по разработке стратегии интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) и повышения эффективности водопользования. Технический комитет Глобального водного партнерства (GWP). - 2005.

4. Организация водомерной системы в АВП, включая тренинг». Проект «ИУВР-Фергана». – Ташкент: НИЦ МКВК, 2004.

УДК 626.810

РОЛЬ ОБЩЕСТВЕННОСТИ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ В ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОМ РЕГИОНЕ

Мирзаев Н.Н.
(САНИИРИ им. В.Д. Журина)

Дефицит водных ресурсов и проблемы управления водопользованием

Бассейн Аральского моря – это закрытый бассейн, и решение проблем продовольственной и экологической безопасности региона в обозримой перспективе зависит от выявления и эффективного использования резервов ирригации [1]. Наличие реальных резервов ирригации, связанных с водосбережением и совершенствованием методов управления водопользованием, четко прослеживается при сравнении физической продуктивности используемой воды в маловодные и смежные с ними годы в хлопкосеющих хозяйствах Ферганской долины [2].

Ученые и практики [3,4] давно обратили внимание на то, что в маловодные годы (например, 1965 и 1974 гг.) урожайность хлопчатника, как правило, выше, чем в смежные годы[1]. Такой «парадокс», очевидно, можно объяснить только тем, что в условиях жесткого дефицита водных ресурсов резко повышается качество управления водопользованием, включающее более четкое и справедливое (равномерное) распределение воды между водопользователями, и резко снижаются технические и организационные потери воды на разных участках водохозяйственной системы (поле, внутрихозяйственная и межхозяйственная сети, источник орошения). Однако достигается это кратковременной, но значительной мобилизацией потенциала как водохозяйственных организаций, так и водопользователей.

Дефицит водных ресурсов пока остается основным стимулом для применения эффективных методов водопользования, повышающих продуктивность использования воды. В очень маловодные годы эти методы вынуждены использовать не только водопользователи, расположенные в концевых участках оросительных систем и традиционно страдающие от маловодья, но и те, которые в силу выгодного положения относительно источников орошения имеют более благоприятный доступ к воде и, как следствие, относительно высокую водообеспеченность. Из анализа следует, что централизованный метод управления водопользованием уместен в двух случаях: 1) объем водных ресурсов вполне удовлетворяет спрос на воду и 2) имеет место сильный дефицит водных ресурсов. Чтобы обеспечить не кратковременную (только в очень маловодный год), а регулярную высокую организацию водопользования в обычные годы необходимо внедрить рыночные механизмы управления им (плата за водные услуги; создание рынков прав на воду и землю; приватизация или передача в аренду водопользователям ирригационной инфраструктуры; организация водных банков).

Реформирование сельского и водного хозяйства в центрально-азиатском регионе (ЦАР) (либерализация цен на сельскохозяйственную продукцию; полный или частичный отказ от системы обязательного государственного заказа; свободная конвертация национальной валюты; введение платного водопользования) *заложили основу для формирования рыночных факторов стимулирования* эффективного водопользования. Эти

[1] «В Узбекской и Таджикской ССР в крайне маловодном 1974г. удельная стоимость валовой продукции была выше, чем в 1973г.» [4].

факторы уже проявляют себя, но относительно слабо. Если более детально проанализировать вышеупомянутый «парадокс», то можно заметить, что основным подтверждением его являются хозяйства Узбекистана и в меньшей степени хозяйства Кыргызстана. Исходя из этого можно предположить, что переход к рыночным методам управления водой (эффективность которых менее зависит от водности источников орошения) уже в какой-то степени ощущается в Кыргызстане. Тем не менее следует признать, что созданные институциональные рыночные предпосылки являются условием *необходимым, но недостаточным* для заметного улучшения эффективности водопользования.

Управление водопользованием и участие общественности

Есть основание считать, что дефицит участия общественности в управлении сельским и водным хозяйством – это в настоящее время один из главных сдерживающих, *лимитирующих факторов* на пути роста эффективности водопользования в регионе.

Проблема участия общественности в руководстве водой является актуальной не только для ЦАР. В заявлении Всемирного водного форума в Гааге «Основа для действий Глобального водного партнерства» (ГВП) сказано, что «водный кризис часто представляет собой кризис руководства», и определено, что придание руководству водой действенного характера является одним из высочайших приоритетов в принятии мер (ГВП, 2000 г.). Гаагская Декларация министров еще раз подкрепила эту точку зрения и призвала «*править водой мудро с тем, чтобы обеспечить хорошее руководство, при котором управление водными ресурсами включало бы в себя вовлечение общественности и интересов всех заинтересованных сторон»*. На Ассамблее ООН «Миллениум 2000» главы государств подчеркнули важность таких моментов, как сбережение ресурсов и управленческая деятельность в деле защиты нашей общей окружающей среды. Они особенно призвали *«прекратить неустойчивую эксплуатацию водных ресурсов, для чего разрабатывать такие стратегии управления водой на региональном, национальном и местном уровнях, которые способствовали бы как справедливому доступу, так и достаточному обеспечению»*. Наконец, на Боннской конференции по пресной воде (2001 г.) министрами рекомендовано принятие мер в трех сферах деятельности с выделением сферы руководства водой как самого важного направления. Согласно их предложению, *«каждой стране следует иметь готовые к применению разработанные мероприятия по руководству водными делами на всех уровнях и там, где это уместно, ускорить реформы водного сектора»* [5].

На настоящем этапе развития ирригации проблема водопользования является в первую очередь проблемой политической. Без наличия реальной политической воли решить эту проблему трудно ожидать существенного эффекта от технических и институциональных мер, предпринимаемых для повышения эффективности управления водой. Сейчас растет понимание того, что руководство водными ресурсами осуществляется более действенно в условиях открытой социальной структуры, обеспечивающей более широкое участие гражданского общества, частных предприятий и средств массовой информации, когда все они действуют взаимосвязанными объединенными усилиями с целью поддержки правительства и оказания на него влияния.

Государство и гражданское общество

Проблему управления водопользованием нельзя рассматривать в отрыве от проблем взаимоотношений гражданского общества и государства. Государство (в узком смысле) - это надстройка над обществом в лице властных структур (политических и административных институтов), появившаяся в ходе исторического развития человечества для руководства гражданским обществом. Деление общества на государство и гражданское общество является условным. В конкретных случаях одни и те же лица или

организации могут фигурировать как представители государства или гражданского общества. Аким района или работник райводхоза, как владельцы земельного надела, часто являются членами Ассоциаций водопользователей (АВП). Государство представляют чиновники властных структур и ведомств, а гражданское общество - члены общественных объединений, профсоюзов, партий и т.д., то есть неправительственных организаций (НПО).

Соотношение роли государства и общества в процессе руководства должно гармонировать с внутренними факторами (уровнем социально-экономического и духовного развития общества) и внешними (уровень безопасности). Нарушение гармонии может, к примеру, привести к «разгулу демократии» и ослаблению государства, вследствие чего основные цели – эффективное руководство и соответственно стабильное развитие, - могут быть не достигнуты. В то же время ситуация «сильное государство - слабое гражданское общество» ведет к застою. Примером такого государства был бывший Союз - дефицит демократии привел к застою в экономике и далее к его развалу.

Для чего нужно участие общественности?

Как правило, личные интересы чиновников, принимающих решения, часто не совпадают с интересами гражданского общества. Конкретными примерами негативных внутренних целей могут быть стремление к завышению бюджета, применение неоправданно дорогостоящих высокотехнологических решений и прямое невыполнение обязанностей. Во-первых, когда прибыль как показатель работы отсутствует, вместо нее нередко выступает бюджет. Руководители организаций получают персонал и фонды на основании размера их бюджета, что усиливает искажение стимулов. Во-вторых, целью организации может стать поиск высокотехнологичных решений или достижение «технологического качества». Так, дорогие системы дождевания или капельного орошения могут рекомендоваться там, где более экономичным окажется использование менее дорогих, но более надежных способов. Могут проектироваться и даже монтироваться «наисовременнейшие» системы управления (например, АСУ) несмотря на то, что с социальной, функциональной и финансовой точек зрения эффективнее была бы установка менее сложных систем. Наконец, работники организации могут быть побуждены с помощью подарков или других способов к нарушению имеющихся правил для нескольких «любимчиков».

Участие общественности призвано создать атмосферу *прозрачности* и *открытости*, при которой вероятность принятия решений, не отвечающих общественным интересам, снижается. Чем больше общественного участия, тем менее благоприятны условия для коррупции и игнорирования общественных интересов. В советские времена роль общественности в лице, например, профсоюзов, народных депутатов и т.д., формально оценивалась очень высоко, но фактически она была мизерной. В настоящее время в государствах ЦАР (Казахстан, Кыргызстан) произошли определенные сдвиги в лучшую сторону, но в целом роль общественности остается пока явно недостаточной.

Общественные интересы должно блюсти государство, но оно очень часто, преследуя политико-экономические цели, игнорирует социальные моменты, и поэтому общественность должна иметь возможность участвовать в процессе принятия принципиальных решений.

Вода как социальное и экологическое благо

Необходимость участия общественности в управлении водопользованием определяется самой природой воды. Вода как природный ресурс в зависимости от цели использования может являться и *частным*, и *общественным* благом [6, 7].

В качестве частного блага вода используется, например, в:

- коммунально-бытовом водоснабжении (для питья, приготовления пищи, удовлетворения санитарных нужд);
- рыбном промысле;
- при орошении сельхозкультур и промывке засоленных земель;
- при производстве электроэнергии и т.д.

Примерами использования воды в качестве общественного блага являются:
- санитарные попуски (например, в Приаралье);
- водоемы-заповедники для сохранения флоры, фауны и естественной среды обитания;
- водоемы для рекреационных (восстановительных) целей;
- водоемы для отдыха населения.

Подобно поглощению отходов, рекреационная и эстетическая ценности по своим характеристикам также ближе к общественным благам. Наслаждение видом замечательного водоема не препятствует получению подобного наслаждения другими.

Управление водой в ЦАР осуществляется таким образом, что некоторым потребителям вода поставляется в первую очередь, то есть они являются *приоритетными водопотребителями* (коммунально-бытовые, промышленные и технические нужды), а другим вода выделяется по *остаточному принципу* (поддержание и восстановление экосистем, санитарные попуски), что наносит ущерб природе (трагедия Аральского моря). Участие общественности – это тот фактор, который должен изменить ситуацию и предотвратить дальнейшую деградацию экосистем региона, помочь восстановить то, что еще можно восстановить.

Методы управления водопользованием и участие общественности

С точки зрения существующих социально-экономических подходов управление водопользованием может осуществляться следующими методами [7, 8]:
- *централизованный (государственный*) метод, когда управление осуществляется строго в административно-приказной форме и участие общественности сведено к минимуму;
- *децентрализованный (рыночный)* метод, когда принятие принципиальных решений по водопользованию возможно на разных уровнях управления с участием общественности, включающей самих водопользователей. Для этого метода характерно использование рыночных механизмов.

Оба эти метода имеют как достоинства, так и недостатки. Рынок нужен потому, что вне его отсутствуют стимулы уменьшать спрос на воду. Без государственного и общественного участия также нельзя обойтись, потому что рынку свойственно забывать о социальных моментах.

В чистом виде эти методы управления в современной зарубежной практике водопользования почти не встречаются. Как правило, они используются комбинированно, так как недостатки одного метода являются достоинствами другого, и методы могут взаимно дополнять друг друга. До настоящего времени для стран ЦАР был характерен первый метод. В настоящее время идет процесс децентрализации, который предусматривает внедрение рыночных методов управления (разгосударствление, приватизация, введение платы за воду и водные услуги...) и передачу местным структурам права на принятие принципиальных решений по вопросам, которые эффективнее могут быть решены на местах. Чем более децентрализован процесс принятия решений, тем шире общественное участие[2] и наоборот. Переход к интегрированному управлению водными ресурсами (ИУВР) способствует децентрализации управления водопользованием [8].

Управление водопользованием включает в себя: а) *управление водными ресурсами* и б) *управление спросом на воду*.

[2] Вышесказанное не относиться к форс-мажорным обстоятельствам. Не исключено, например, что в условиях года с чрезвычайным дефицитом водных ресурсов более эффективным окажется временное руководство водой с высоким уровнем централизации.

Во всех развитых странах приоритет отдается управлению спросом на воду. «Очевидным является то, что кризисные ситуации с водой объясняются ростом спроса на нее, и сокращение этого спроса окажет огромную помощь в разрешении имеющейся проблемы. Останутся еще проблемы, связанные с нынешним уровнем конфликтов из-за ресурсов и ухудшения состояния окружающей среды, но при сокращении спроса было бы легче заниматься решением проблем, которые возрастают теперь до масштабов кризиса. Например, общий объем спроса на воду в США уменьшился по сравнению с максимальным уровнем 1980 года, несмотря на большой рост уровня благосостояния и увеличение количества населения» [5]. В государствах ЦАР традиционно акцент делается на управление водными ресурсами, хотя теперь стало совершенно очевидным, что в условиях дефицита водных ресурсов проблему водопользования только чисто техническими приемами не решить[3] [8].

Специфика управления спросом на воду заключается в том, что оно ориентировано не на технические объекты, а на людей, вовлеченных в процесс водопользования. Управление спросом осуществляется посредством *организационных (институциональных)* и *познавательных (когнитивных) мер*.

Не формальная, а фактическая реализация этих мер, которые должны принести конкретные экономические, экологические и другие результаты, невозможна без реального участия общественности. В прошлые века в этом регионе участие общественности в управлении водопользованием (как правило, в работах по поддержанию ирригационных систем) было не редким явлением («хашар»[4]). Сейчас этот метод тоже используется, но в меньших масштабах.

Как отмечалось выше, до последнего времени в государствах региона превалировал централизованный метод управления водопользованием. Но даже на самом нижнем уровне административного деления («махалля») на протяжении веков сохранилось самоуправление водой.

Население селения «Вуадиль» (Ферганский район Ферганской области) традиционно живет в условиях дефицита оросительной воды и вынужден рационально использовать каждый ее литр. Для этого каждая «махалля» в дни праздника «Навруз» выбирает старшего мираба, который в течение года регулирует подачу воды, за что «махалля» назначает ему оплату натурой, то есть сельхозпродуктами. Из-за хронической нехватки воды мирабы организовывают вододеление на основе водооборота: устанавливается почасовой график водоподачи в каждый двор «махалли». Как правило, вода в каждый двор подается раз в неделю в течение одного часа. Всё население безукоризненно подчиняются водной дисциплине, и если кто-либо нарушит график водоподачи, что бывает очень редко, то в знак наказания в течение недели ему вода не отпускается.

Этим способом достигается одинаковое обеспечение водой семей, находящихся в начале и в конце оросителей. Оросители в течение года очищаются 2-3 раза методом «хашара». Эффективное самоуправление водой в «махалле» достигается за счет того, что между людьми существуют сильные социальные связи, и общественное мнение является очень важным фактором поведения.

В условиях орошаемого земледелия ЦАР задача заключается в том, чтобы общественность принимала участие в управлении водой (непосредственно или

[3] Сильнейший дефицит воды, нанесший большие материальный, социальный и экологический ущербы Каракалпакстану в 2000г., был вызван не столько природными, сколько антропогенными факторами.

[4] В частности, «хашар» (субботник) был очень популярен в Древнем Хорезме, причем в нем участвовало почти все население, включая верховного правителя – шаха. Шах первым делал удар кетменем при очистке каналов от наносов. Если шах вынужден был отлучиться по государственным делам, то он нанимал вместо себя работника.

опосредованно) на всех уровнях: *внутрихозяйственном, межхозяйственном, межсистемном (межрайонном, межобластном), межгосударственном.*

Роль общественности повышается путем участия представителей одних структур в работе других структур. К примеру, в работе райводхоза должны принимать участие представители водопользователей, а в работе объединений водопользователей (ОВП)[5] - представители райводхоза, местной власти, духовенства. В первом случае роль общественности играют представители водопользователей, а во втором - представители райводхоза. Эти представители, как правило, могут не иметь право голоса, но уже одно их присутствие и участие в обсуждениях может быть полезно.

Внутрихозяйственный уровень

Внутрихозяйственное водопользование в коллективном хозяйстве (кооперативе)[6] осуществляется службой главного ирригатора. Если внимательно проанализировать Гражданские кодексы республик ЦАР, то можно легко убедиться в том, что коллективные (кооперативные) хозяйства являются ни чем иным как *коммерческими объединениями водопользователей*, но только с более высоким уровнем кооперации. Если рассмотреть ОВП, то руководитель хозяйства («раис») – это председатель (президент, директор) ОВП, избираемый членами коллективного хозяйства (кооператива) на общем собрании, а главный ирригатор – это менеджер ОВП, назначаемый на эту должность раисом и отвечающий за ирригацию.

Действительно, согласно Гражданскому кодексу [9], у кооперативных хозяйств есть все юридические основания для того, чтобы быть самостоятельными, демократическими объединениями водопользователей, однако подзаконные и ведомственные акты, противоречащие основополагающим законам, сводят их права на нет.

Разрушая кооперативы, мы разрушаем, в первую очередь, те важнейшие *социальные (общественные) связи*, которые худо-бедно служили рациональному водопользованию. Кроме того, следует помнить, что в большинстве своем гидромелиоративные системы ЦАР запроектированы и построены для коллективных (кооперативных) хозяйств, а реконструкция этих систем применительно к фермерской форме ведения сельского хозяйства требует громадных капиталовложений и времени. Административная (по инициативе «сверху») реструктуризация коллективных хозяйств (организация фермерских хозяйств на базе коллективных, тем более убыточных) может не только не улучшить управление водопользованием, но и ухудшить его, так как ведет к ослаблению очень важных социальных связей.

Коренная причина слабой эффективности коллективных (кооперативных) хозяйств, унаследованная с советских времен, заключалась (и заключается еще в некоторых республиках) в том, что они были вынуждены действовать не согласно их уставам, а в соответствии с указаниями сверху. То есть, они, по сути, были, как правило, не частными кооперативами, а государственными хозяйствами. Задача реформирования сельского хозяйства на первом этапе должна была, по существу, заключаться только в том, чтобы дать возможность кооперативам водопользователей действовать в соответствии с правом, закрепленным в Гражданском кодексе, то есть, чтобы они были объединениями водопользователей не только *де-юре,* но и *де-факто*.

Разрушение кооперативов и образование ОВП имело бы хоть какой-то смысл, если бы фермеры-водопользователи объединялись по гидрологическому принципу, но, как правило, ОВП создаются в административных границах бывших кооперативных хозяйств.

---

[5] Объединения водопользователей в ЦАР существуют, как правило, в форме АВП и СПКВ.

[6] После приобретения независимости совхозы стали трансформироваться в колхозы, затем колхозы - в кооперативы (в Узбекистане это «ширкаты», в Таджикистане – акционерные общества (АО)). Формальная разница между ними только в том, что в кооперативах конкретно определена доля («пай») члена кооператива в общей собственности кооператива.

Кроме того, нельзя, к сожалению, сказать, что создаваемые в настоящее время ОВП и другие объединения водопользователей являются в полной мере независимыми демократическими организациями.

Межхозяйственный уровень

В других развивающихся азиатских странах для усиления участия общественности в управлении водопользованием инициируется (как правило, правительством) создание Ассоциаций водопользователей, которые представляют собой начальную форму кооперации фермерских хозяйств. Использование зарубежного опыта в условиях стран ЦАР привело (и приводит) к реорганизации коллективных (кооперативных) хозяйств в фермерские хозяйства, путем кооперации которых в дальнейшем создаются Ассоциации водопользователей. Реформы, таким образом, проводятся по принципу - «шаг вперед, два шага назад». В результате имеем ситуацию: «хотели, как лучше, получилось, как всегда».

Как бы то ни было, для Кыргызстана и Казахстана наиболее важным и актуальным в настоящее время является усиление участия общественности в управлении водопользованием путем привлечения к управлению водой непосредственно самих водопользователей (фермеров) в форме ОВП и Федераций ОВП (ФОВП). Участие общественности путем создания ОВП (ФОВП) не является самоцелью. ОВП должно служить инструментом для улучшения управления водой и соответственно повышения ее продуктивности.

Почему есть основание считать, что создание ОВП должно в принципе улучшить качество управления водой, то есть сделать его более справедливым и эффективным? Дело в том, что ОВП, по идее, является неправительственной, демократической структурой, и управление водой должно осуществляться теми людьми, которых выбрали сами водопользователи, то есть людьми, зависящими не от «верхов», а от «низов». Водопользователи, естественно, должны быть заинтересованы выбрать людей наиболее *справедливых, квалифицированных и знающих местные условия*. К сожалению, на практике по многим причинам не всегда выбираются наиболее достойные люди. Механизм демократического выбора руководителя ОВП часто не работает (руководитель или навязывается сверху, или выбирается по клановым и другим соображениям). Вследствие этого часть руководителей оказывается непригодными и с моральной точки зрения, и с точки зрения квалификации, а это отражается негативно на качестве управления водой.

В документе Всемирного банка о политике в области управления водными ресурсами перечисляется ряд преимуществ, которые можно получить в принципе от участия пользователей в управлении и техническом обслуживании водных сооружений. Перечисленные преимущества включают: (1) большую вероятность того, что эти водные объекты будут поддерживаться в хорошем состоянии; (2) становление в общине духа согласия и доверия, который может распространиться и на другие мероприятия в области развития, и (3) сокращение финансового и управленческого бремени на правительство в результате участия пользователей в эксплуатации и техническом обслуживании таких водных сооружений [10].

Можно ли считать, что участие фермеров улучшило качество управления водопользованием? Однозначного ответа нет, так как наряду с укрепившимися ОВП, которые начинают уже относительно хорошо справляться со своими обязанностями, существуют и очень слабые. Основные причины слабости ОВП следующие:

- Реформирование сельского хозяйства (Казахстан, Кыргызстан) привело практически к реорганизации большинства коллективных хозяйств, разрушению социальных связей и образованию целой армии мелких землевладельцев, что очень затруднило процесс управления водой.

- ОВП в этих условиях нет альтернативы, но эффективно они смогут работать, очевидно, только при условии, что фермерские хозяйства станут укрупняться (то есть будет создан рынок прав на землю), или значительная часть землевладельцев начнет кооперироваться, то есть вновь будут создаваться кооперативные хозяйства.
- Очень слаба государственная поддержка фермеров. В зарубежных развивающихся странах, где уже давно есть частная собственность на землю и введена плата за воду, передаче управления от «агентств» к фермерам предшествует период работы среди фермеров так называемых «катализаторов»; далее следует период совместного с водопользователями проектирования, строительства и эксплуатации уже реконструированной оросительной сети.
- Слабость законодательной базы ОВП. Специальный закон об ОВП принят только в Кыргызстане. В Казахстане этот закон находится на стадии утверждения, а в остальных республиках он только разрабатывается.

Для укрепления ОВП (чтобы они могли противостоять негативному воздействию извне и вызвать доверие у водопользователей) очень важно привлечь к его работе общественность в лице аксакалов (старейшин)[7], специалистов водохозяйственных организаций, служителей мечетей и представителей международных организаций[8]; стимулировать кооперацию фермеров; повышать технические и правовые знания водопользователей (тренинг, семинары) и т. д.

Межсистемный уровень

Перспективы участия общественности в управлении водопользованием на межсистемном уровне в ЦАР связаны с переходом от административных подходов управления к ИУВР. Участие общественности в процессе управления водопользованием обеспечивается созданием общественных органов (комитетов), включающих представителей заинтересованных организаций от *областей, районов, ОВП, кооперативов, НПО, несельскохозяйственных водопользователей и т.д.*

Опыт вовлечения водопользователей в процесс управления водой в рамках проекта «ИУВР-Фергана»

Создание ВКК

В рамках проекта была проведена среди водопользователей значительная подготовительная и мобилизационная работа, которая в конце 2003г. завершилась проведением Учредительных собраний по созданию Водных комитетов (ВК) на всех трёх пилотных каналах: 10.12.2003 г. – на ЮФК (г. Кува), 12.12.2003 г. – на ААБК (Ошская область), 15.12.2003 г. – на ХБК (г. Ходжент). Участниками Учредительных Собраний были представители всех заинтересованных в использовании водных ресурсов сторон: ВХО (водохозяйственных организаций), АВП (Ассоциаций водопользователей), фермерских, дехканских (крестьянских), кооперативных хозяйств, несельскохозяйственных водопользователей, представителей местных органов власти, неправительственных организаций и пр.

Основными итогами Учредительных собраний явились: принятие и утверждение по каждому пилотному каналу "Положения о ВК канала (ВКК)"; выборы и утверждение членов ВКК; выборы членами ВКК руководства ВКК (членов Правления и Председателя; выборы членов Комиссии по разрешению споров и конфликтных ситуаций. Процентный состав членов ВКК представлен в табл. 1, членов Правления ВКК – в табл.2.

[7] В АВП «Арай» водопользователи (члены АВП) дополнительно собрали деньги для проведения работ по реконструкции оросительной сети только после того, как старейшины одобрили инициативу ее руководителя.

[8] АВП «Кзыл-Ай» (Джалалабадская область Кыргызстана) выиграла судебную тяжбу с райводхозом с привлечением иностранных юристов.

Таблица 1. Состав членов ВКК

Члены ВКК	ЮФК		ААБК		ХБК		Среднее
	Кол-во человек	%	Кол-во человек	%	Кол-во человек	%	%
Водники	5	24	3	20	7	28	24
Сельскохозяйственные водопользователи	12	58	8	53	10	40	50
Местная власть	2	10	3	20	6	24	18
НПО	1	4	0	0	1	4	3
Несельскохозяйственные водопользователи	1	4	1	7	1	4	5
Всего:	21	100	15	100	25	100	100

Таблица 2. Состав членов Правления ВКК

Члены ВКК	ЮФК		ААБК		ХБК		Среднее
	Кол-во человек	%	Кол-во человек	%	Кол-во человек	%	%
Водники	3	43	1	20	4	57	40
Сельскохозяйственные водопользователи	2	28,5	2	40	2	29	32,5
Местная власть	2	28,5	2	40	1	14	27,5
НПО	0	0	0	0	0	0	0
Несельскохозяйственные водопользователи	0	0	0	0	0	0	0
Всего:	7	100	5	100	7	100	100

Как видно из данных табл. 1 и 2, сельскохозяйственные водопользователи в Правлении ВКК представлены слабее, чем в Совете ВКК, хотя они являются основными потребителями водных ресурсов.

Организация работы ВКК

Регулярно на заседаниях Правления ВКК (с участием членов Правления ВКК и приглашенных) и собраниях ВКК (с участием членов ВКК и приглашенных) рассматриваются технические, финансовые, организационные и прочие вопросы. В частности, на основе системы индикаторов, отражающих уровень водообеспеченности водопользователей, эффективности, равномерности и стабильности водораспределения, дается оценка состояния водораспределения на пилотном канале. Рассматриваются также вопросы собираемости платы за водные услуги, технического состояния канала, экологии и т.д. По всем обсуждаемым вопросам принимаются решения и даются конкретные поручения по улучшению работы УК (Управления каналом) и ВКК.

В ходе подготовки и проведения заседаний и собраний ВКК повышается осведомленность как водников, так и водопользователей. Более того, при этом затрагиваются вопросы, о которых ранее предпочитали молчать (вмешательство местных властей в процесс водораспределения) или на которые не обращали должного внимания (произвол энергетиков, приводящий к нестабильности водоподачи; чрезмерное изъятие гравия из русла Ходжибакиргансая с последующим размывом берегов, смывом деревьев и, как следствие, снижением безопасности гидросооружений).

В течение вегетационного периода 2004г. на каждом из пилотных каналов

проведено по 3-и заседания Правления ВКК и по 3-и собрания ВКК. Проведены также Общие собрания водопользователей на кк. Араван- Акбура и Ходжабакирган.

Следует отметить, что рост осведомленности водников и водопользователей мешает чиновникам нарушать принцип справедливости водораспределения. Поэтому не всем чиновникам, представляющим местную власть и водохозяйственные структуры, идея общественного участия нравиться, и они, естественно, чинят препятствия. Преодолевать сопротивление противников участия общественности возможно путем систематического наращивания потенциала Союза водопользователей канала (СВК) и широкой агитации и пропаганды того, что экономическая, экологическая и социальная устойчивости региона зависят от участия общественности в принятии решений.

Общие собрания водопользователей

21 и 23.12.04г. соответственно в гг. Ош и Ходжент были проведены Общие собрания водопользователей кк. Араван-Акбура и Ходжабакирган. На ЮФК Общее собрание проведено в первом квартале 2005 г.

Итоги Общих Собраний водопользователей:

- *Руководители ВКК и УК отчитались перед водопользователями, и их работа получила положительную оценку.*
- *Водопользователи согласились с изменениями и дополнениями в «Положение о ВКК», предложенные Региональной группой.*
- *Принято решение именовать организацию водопользователей канала ХХХ «Союзом водопользователей канала ХХХ».*
- *Водопользователи согласились частично оплачивать деятельность СВК. В частности, сельскохозяйственные водопользователи ААБК (все 4-е АВП) согласились платить за содержание Совета СВК 10 сом/га в год.*
- *Водопользователи поддержали идею юридической регистрации СВК.*

Статус и роль СВК и его Совета

Существуют разные точки зрения на перспективы развития новых организационных структур – УК и СВК. Наша точка зрения заключается в следующем.

- *Безусловно, в идеале государственное (в лице УК) управление поверхностной водой должно в перспективе смениться общественным управлением водными ресурсами в зоне канала (системы) в лице Союза водопользователей канала (системы). Причем УК должно «влиться» в состав СВК. Совет СВК будет руководящим органом, а УК - исполнительном органом СВК.*
- *Нельзя искусственно форсировать события и резко переходить от государственного метода управления к общественному. В условиях ЦАР такой революционный подход нисколько не приблизит к реализации идеи общественного участия, более того, идея может быть скомпрометирована. Нужен переходный этап, этап совместного управления водой двумя юридическими лицам: СВК и УК. Для этого СВК следует зарегистрировать как юридическое лицо.*
- *В реальной жизни продолжительность переходного этапа будет зависеть от темпов демократизации стран ЦАР. Надо вести организационную, мобилизационную и тренинговую работу с тем, чтобы, с одной стороны, получить действительно добровольное согласие водопользователей взять на себя управление пилотными каналами и, с другой, - получить согласие министерств на передачу водопользователям полномочий по управлению каналами. Эта передача должна быть оформлена в виде юридического «Договора (соглашения) о передаче» между министерствами и СВК.*
- *СВК объединяет все заинтересованные субъекты и всех водопользователей,*

расположенных в зоне командования пилотного канала, и в перспективе в его юрисдикции будут вопросы как водораспределения, так и водопользования, а также мелиорации и т.д. Роль СВК должна будет заключаться не в дублировании, а в координации деятельности АВП, ширкатов и других заинтересованных субъектов для достижения максимальной экономической продуктивности земле- и водопользования с учетом социальных и экологических факторов.

- *СВК и УК сейчас являются и будут еще некоторое время являться «различными организациями», осуществляющими совместное управление каналами. В настоящее время руководящую роль продолжают играть МСВХ, БУИС и т.д. Лишь после того, как водопользователи согласятся взять на себя работы по эксплуатации канала, а государство согласиться передать СВК полномочия по эксплуатации, Совет СВК станет осуществлять руководящую роль, а УК, перестав быть государственной структурой, станет исполнительным органом СВК. До того момента, как это произойдет, СВК должен функционировать и наращивать потенциал как независимое юридическое лицо.*
- *Как отмечалось выше, организационные аспекты ИУВР включают переход от административного метода управления водой к гидрографическому и участие общественности в управлении водой. С переходом к гидрографическому принципу в рамках проекта «ИУВР-Фергана» не было проблем даже в Узбекистане, так как это выгодно было водникам. Что касается участия общественности, то здесь ситуация другая. Рядовым водникам общественное участие, как правило, выгодно, а водным чиновникам сверху донизу, как правило,– нет. Признавая на словах руководящую роль водопользователей в лице СВК, даже внеся изменения в Устав УК, они будут стараться превратить Совет СВК в «карманный», послушный. Отказ от юридической регистрации СВК как самостоятельного, неправительственного некоммерческого органа водопользователей и, соответственно, отказ от собственной печати и лицевого счета в банке способствует тому, чтобы СВК был зависим от УК, а не наоборот. В этом смысле отказ от юридической регистрации СВК на руку водникам, а не водопользователям.*

Межгосударственный уровень

Участие общественности в ЦАР на межгосударственном уровне может быть обеспечено созданием общественных органов, включающих представителей от *правительств, областей, гидроэнергетиков, природоохранных органов, НПО и т.д.*

Надо иметь в виду, что общественные органы (комитеты) не подменяют управленческий аппарат водников и не вмешиваются в оперативную деятельность водных организаций; в сферу их деятельности входит участие в принятии принципиальных решений, касающихся стратегии и тактики управления водопользованием.

Для того чтобы общественные органы реально влияли на процесс принятия решений, важно разработать эффективный механизм формирования комитетов и механизм поддержки принятия решений. В противном случае эти комитеты станут такими же формальными органами, каких было много в советский период.

Косвенное участие общественности в управлении водопользованием

Опосредованное участие общественности в управлении водопользованием осуществляется через деятельность *научно-исследовательских и учебных заведений (САНИИРИ, ТИИИМ и т.д.), средств массовой информации (СМИ), тренинговых центров*

(НИЦ МКВК), локальных и международных НПО (ВБ, АБ, МКИД, ГВП, ЮСАИД, ИВМИ, ИКАРДА, МФСА, ГЭФ и т.д.

Формами опосредованного участия общественности в управлении водопользованием являются: *организация и финансирование международных проектов, тренинги, семинары, конференции, выставки, стажировки, дискуссии за круглым столом, издание и распространение научно-технической и методической литературы, выступления в СМИ* и т.д.

В заключение хотелось бы отметить, что в отличие от развитых и даже развивающихся стран дальнего зарубежья страны ЦАР находятся на очень сложном этапе реформирования водного хозяйства. Нижеприведенная цитата [5] в какой-то степени объясняет причины создавшейся ситуации. Прошло больше 10-и лет с момента начала реформ в ЦАР. «Это очень небольшой промежуток времени применительно к водной политике и руководству водой: США понадобилось почти 200 лет, чтобы окончательно внедрить в свою систему руководства водой элементы, связанные с партнерским участием ... Опыт развитых стран в сфере управления водой формировался и накапливался в течение многих лет, даже веков, когда каждое очередное мероприятия поводилось в зависимости от конкретных требований времени. Развивающиеся станы сталкиваются *одновременно* с такими же насущными проблемами, но они лишены «роскоши» решать их постепенно, *последовательно* проводя мероприятие за мероприятием. Водный кризис требует, чтобы страны действовали уже сейчас, и они не могут позволить себе откладывать достижение целей устойчивого развития или последовательно решать насущные вопросы, как это было в историческом прошлом»

Выводы

1. Вода является как частным, так и общественным благом. Однако на экологические нужды вода выделяется по остаточному принципу. Только участие общественности в управлении водопользованием в рамках ИУВР может изменить эту ситуацию и способствовать экологической устойчивости Аральского региона.
2. В государствах ЦАР созданы определенные предпосылки для использования рыночных механизмов повышения эффективности управления водопользованием. Однако непоследовательность в проведении реформ в сельском и водном хозяйстве, а также поспешность в одних случаях и медлительность в других не позволяют нам добиться серьезных успехов в повышении продуктивности использования воды.
3. В настоящее время фактором, лимитирующим развитие водопользования в ЦАР, является дефицит участия общественности в принятии решений. Перспективы повышения эффективности водопользования в регионе непосредственно связаны с темпами построения правовых государств в Центральной Азии. В частности это связано с тем, насколько интенсивно ОВП, включая кооперативы, будут становиться демократическими организациями *де-факто*, а также с переходом к ИУВР, при котором предусматривается создание общественных комитетов, участвующих в принятии принципиальных решений по управлению водопользованием.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Духовный В.А., Умаров П.Д. Водосбережение – главный фактор стабилизации развития региона бассейна Аральского моря // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. - № 4.

2. Паршин В.Н. Сток рек, водообеспеченность орошаемых полей и урожайность хлопка в Средней Азии |// Метеорология и гидрология. – 1975. - № 8. - С. 76-81.

3. Оценка эффективности использования воды в орошаемом земледелии средней Азии и Казахстана // Обзорная информация / ЦБНТИ Минводхоза СССР. - 1979. - № 15.

4. Роджерс П., Холл А.У. Действенное руководство водой / Глобальное Водное Партнерство (ГВП). - Аккра, 2002.

5. Духовный В.А. Вода – общественное благо в условиях товарного производства // Матер. Междунар. научно-практ. конф. «Рынок и водные ресурсы». - Нукус, 2000.

6. Янг Р. А.. Водные ресурсы: экономика и политика. – Рим: ФАО, 1993.

7. Мирзаев Н.Н. Концептуальные основы водной политики в области орошения в условиях перехода к рыночным отношениям республик Центрально-азиатского региона (государство, кооперация, частные интересы) // Водные ресурсы Центральной Азии (Матер. научно-практ. конф., посвященной 10-летию Межгосударственной Координационной Водохозяйственной Комиссии). – Алматы, 2002. - С. 129-147.

8. Гражданский кодекс Республики Узбекистан. - Ташкент, 2002.

9. Water Resources Management. The World Bank, Washington, 1993.

УДК 631.15:33

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ

Мирзаева М.С., Шадманова С.Т., Заирова Н.Н., Вергазов М.
(ТИИМ)

Объектами изучения являлись фермерские хозяйства (ФХ), расположенные на территории ширкатного хозяйства «Турон» Кибрайского района Ташкентской области и пользующиеся для орошения своих полей одним внутрихозяйственным ирригационным каналом. Такой выбор ФХ объясняется тем, что при создании в районе Ассоциации водопользователей условия доставки оросительной воды на поля будут одинаковы для всех фермеров.

Местность хозяйств в основном холмистая. Почва представлена сероземом. Сельскохозяйственные предприятия - растениеводческого направления. Земли ФХ засолены в средней степени. Орошение на этих землях имеет специфичные проблемы. Из-за сокращения доступных водных ресурсов, поступающих в эту зону, хозяйства испытывают недостачу оросительной воды. Полив в ФХ производится по бороздам. Третья часть земель ФХ «Йулдош-Д» и «Эргашев-Т» находится под высоковольтными электропередаточными линиями, что особо опасно при выращивании культур с использованием бороздкового полива.

Фермеры не имеют своей техники и для обработки почвы ее арендуют. Современные технологии, улучшающие состояние почвы, фермерами почти не используются. Только в ФХ «Йулдош-Д» на площади 0,5 га используется севооборот с выращиванием культуры фасоли и получением двух урожаев в год.

Исследовательские работы на участках были направлены на изучение состояния фермерского производства с целью дать ему экономическую оценку и определить наличие технологий и методов управления.

С помощью специальной анкеты, составленной для данного исследования, проведен опрос ответственных людей 3-х ФХ района. По результатам полевых выездов осуществлен анализ деятельности фермеров. Фермерское производство анализировалось по показателям экономической эффективности возделывания различных сельскохозяйственных культур за 2004 год.

Установлено, что на уровень доходности фермеров в первую очередь оказывают влияния производственные затраты. Для определения степени их влияния производственные затраты анализировались по видам культур, которые выращиваются всеми фермерами на выбранном участке. Так как пшеница выращивается у двух фермеров. В табл.1 приводятся результаты анализа по этой культуре.

Таблица 1. Структура расходов при возделывании озимой пшеницы

Статья расходов	Фермерское хозяйство	
	«Эргашев-Т»	«Йулдош-Д»
Обработка почвы	22	29
Ресурсы	23	13
Применение удобрений и химикатов	26	36
Уборка урожая, очистка и погрузка	21	11
Ручной труд	1	3
Орошение	3	6
Налоги	3	4
Всего затрат	100	100
Рентабельность, %	12	70
Себестоимость, сум/кг	85,06	69,51
Чистый доход с 1 га, сум	37555,5	311400,81
Урожайность, ц/га	42	43

В структуре расходов наибольший удельный вес занимают расходы на применение удобрений и химикатов, затем на обработку почвы, ресурсы (семена) и уборку-погрузку урожая.

Таблица 2.Структура расходов при возделывании фасоли

Статья расходов	%
Обработка почвы	22
Ресурсы	8
Применение удобрений и химикатов	5
Уборка урожая, очистка и погрузка	20
Ручной труд	24
Орошение	17
Налоги	4
Всего затрат	100
Рентабельность, %	93
Чистый доход на 1 га, сум	301 890
Себестоимость, сум/кг	129,24

Это свидетельствует о том, что в хозяйствах применяются высокозатратные технологии, например, глубокая обработка почвы с применением органических и химических удобрений. Такая же картина наблюдается и в отношении других культур. Однако при возделывании фасоли структура затрат иная (табл.2).

Из результатов видно, что возделывание фасоли обеспечивает такие же доходы, как и возделывание кукурузы и пшеницы. Кроме того, известно, что бобовые культуры повышают плодородие почвы, обогащая ее азотом, и увеличивают эффективность использования водных ресурсов. Поэтому увеличение в хозяйствах площади под бобовые культуры, такие как маш, нут, соя, может дать двойной эффект: снизит затраты на удобрения и повысит доходы фермеров.

Анализ показывает, что рассмотренные хозяйства, несмотря на имеющиеся проблемы, 2004 год закончили с прибылью.

УДК 631.67.03 + 502.654

ПУТИ СОКРАЩЕНИЯ СБРОСА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД В РЕКИ И ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ПОЛИВОВ ОТКАЧИВАЕМЫМИ ВОДАМИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА В ХОЗЯЙСТВАХ ФЕРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Мирхасилова З.К.
(САНИИРИ им. В.Д. Журина)

Как известно, полив сельскохозяйственных культур в зоне орошаемого земледелия Узбекистана сопровождается формированием большого количества возвратных коллекторно-дренажных вод (КДВ). При существующем дефиците водных ресурсов эти воды являются единственным дополнительным источником оросительной воды. В республике ежегодно формируется 15-20 км^3 КДВ, из которых 4-6 км^3 (до 30 %) сбрасывается в реку, 13 км^3 (65 %) отводится в понижения, образуя местные водоемы. Из-за повышенной минерализации этих вод водные источники загрязняются. Из общего объема КДВ воды с минерализацией до 2 г/л составляют около 8,2 км^3, до 3 г/л - около 4,2 км^3, с минерализацией свыше 3 г/л, зачастую достигающей 10 г/л и более, - около 7,6 км^3 в год. В зависимости от минерализации изменяется и токсичность солей, в составе которых присутствуют соли хлора, натрия и загрязняющие вещества – фенолы и нефтепродукты. С увеличением минерализации до 16-20 г/л содержание токсичных веществ в сумме солей дренажных вод повышается до 50 % от их общего состава.

В результате сброса КДВ в реку ухудшается качество речной воды как по показателю общей минерализации, так и по отдельному составу солей. Сброс этих вод в реку и необоснованный их отвод в местные понижения стал основным фактором экологического бедствия в бассейне Аральского моря. Если не принять кардинальных мер по сокращению сброса возвратных вод в реку и рациональному использованию водных ресурсов, то мы окажемся перед перспективой полного истощения Аральского моря, загрязнения речных вод Амударьи и Сырдарьи, выхода из сельхозоборота орошаемых земель региона.

Немаловажное значение в решении вопросов рационального использования водных ресурсов и сокращении сброса в реку загрязненных вод занимает использование на орошение КДВ по месту их первичного формирования и применение водосберегающих технологий. Возможные пути решения этого вопроса определяются методами и характером мероприятий, выполняемых в различных регионах республики.

Разработка и осуществление комплекса мероприятий по сокращению сброса загрязненных вод в реки должны быть направлены на решение трех основных задач:

- использовать на орошение возможный объем КДВ;

– сократить сброс КДВ с полей орошения в реки путем применения водосберегающих ехнологий при бороздковом способе полива;

– исключить сброс в дренажную сеть откачиваемых пресных подземных вод.

Вегетационные поливы на отдельных участках хозяйств могут быть полностью обеспечены откачиваемыми пресными водами. Наиболее перспективными для этих целей могут служить хозяйства Кувинского, Риштанского и Алтыарыкского районов Ферганской области, где сосредоточено достаточное количество скважин вертикального дренажа со средним дебитом до 40-50 л/с и с минерализацией подземных вод, не превышающей 1-1,5 г/л (рис.1).

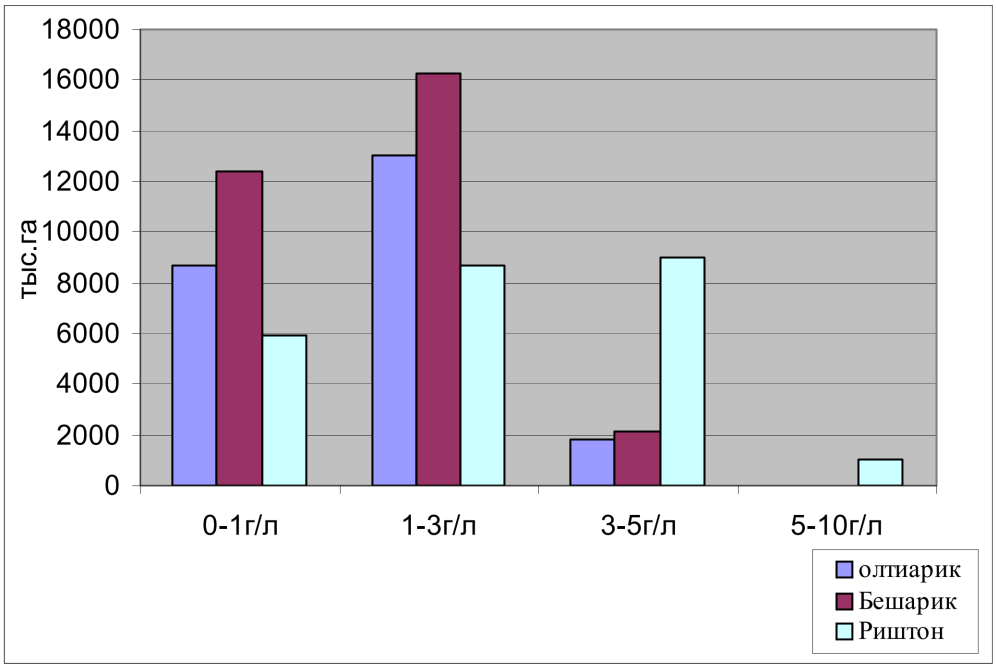


Рис.1. Площадь залегания минерализованных грунтовых вод в некоторых районах Ферганской области (2003г.).

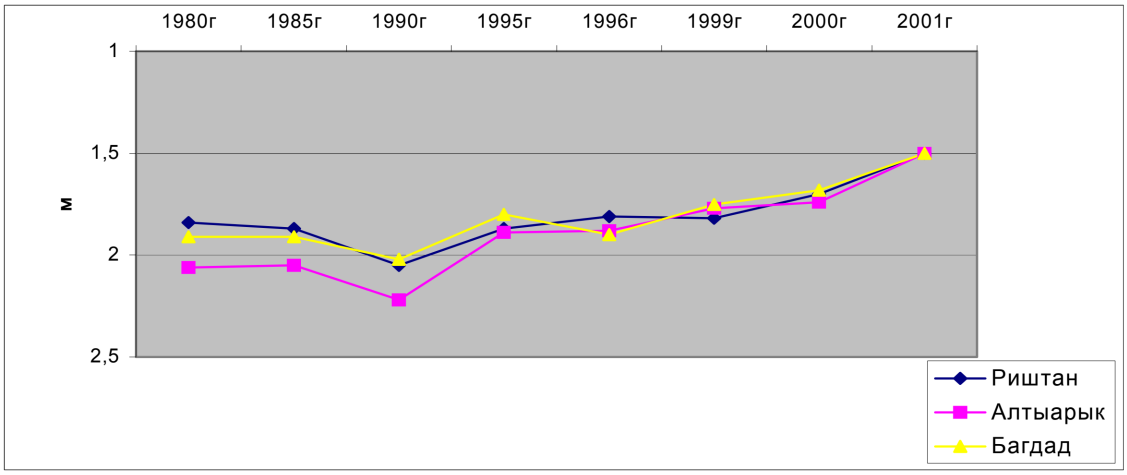
Перевод вегетационных поливов на полное обеспечение откачиваемыми водами с учетом гидрогеологомелиоративных условий отдельных районов Ферганской области возможен при условии решения следующих вопросов:

- выявления зон с горизонтами пресных подземных вод в условиях существующей системы скважин вертикального дренажа;
- определения фактического дебита скважин вертикального дренажа по зонам пресных горизонтов подземных вод;
- выделения конкретных хозяйств и площадей, где можно использовать для вегетационных поливов откачиваемые воды из имеющихся скважин вертикального дренажа;
- оценки мелиоративного состояния орошаемых площадей участков конкретных хозяйств;
- оценки технического состояния скважин вертикального дренажа;
- разработки для отдельных хозяйств технологий вегетационных поливов откачиваемыми водами вертикального дренажа.

В настоящее время остро стоит вопрос, связанный с подтоплением орошаемых земель и населенных пунктов Ферганской области. Причиной подтопления является увеличение площадей земель с залеганием уровня грунтовых вод (УГВ) от 0 до 1,5 м: в 1985 г. - до 25288 га, 1995 г. - до 31701 га, 2002 г. - до 38296 га.

Мелиоративно-неблагополучными по УГВ являются 49,3 тыс.га или 14 % всей площади орошаемых земель. Наибольшие такие площади приходятся на районы Кува (17 %), Дангара (48 %), Риштан (30 %), Ахунбабаев (12 %), Багдад (20 %) и Учкуприк (34 %) (рис.2).

Рис 2. Изменения УГВ по годам в Алтыарыкском, Багдадском и Риштанском районах.



Подъему УГВ способствует также орошение адырных и предгорных земель Ферганской области. В результате интенсивного их освоения, особенно Бургандинского массива Кыргызской Республики площадью 34 тыс. га, расположенного на 200-250 м выше орошаемых земель Риштанского, Багдадского и Алтыарыкского районов, мелиоративное состояние этих земель, а также территорий жилых поселков и приусадебных хозяйств значительно ухудшилось. Решение указанной проблемы возможно только путем расширения сети скважин вертикального дренажа, благодаря чему объем откачиваемых из скважин вод увеличится, а сами воды могут быть утилизированы по месту формирования для орошения сельскохозяйственных культур без сброса в коллекторно-дренажную сеть.

Результаты многолетних исследований количественного и качественного составов вод, откачиваемых из скважин вертикального дренажа, показали, что из их общего объема 361 млн. $м^3$ (или 88 %) сбрасывается в открытую коллекторно-дренажную сеть, 12 % используется на орошение. Минерализация этих вод колеблется от 0,88 до 2,2 г/л по плотному остатку и от 0,05 до 0,17 г/л по хлору. Все эти воды, по оценке пригодности на орошение, относятся к удовлетворительным и вполне пригодны для использования на сельскохозяйственные нужды Ферганской области. Анализ многолетних результатов подтверждает целесообразность использования откачиваемых из скважин вертикального дренажа вод с приемлемой минерализацией для полива сельскохозяйственных культур без смешивания их с КДВ, что позволит сэкономить оросительную воду, сократить сброс возвратных вод в реки и улучшить мелиоративное состояние земель.

УДК 624.143:627.88

НАТУРНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ШЕРОХОВАТОСТИ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ПЕРИМЕТРА РУСЛА КАНАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЗОТАХИ СКОРОСТЕЙ

Мусин Ж.А.
(Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати)

Для точного учета воды при выполнении плана водообеспечения большую роль играет прогнозирование пропускной способности русла канала на всем его протяжении с учетом разнородной шероховатости по смоченному периметру. Опыт эксплуатации каналов показывает, что их пропускная способность со временем значительно изменяется, что связано, прежде всего, с общей деформацией поперечного сечения, зарастанием или креплением откосов при их реконструкции и естественной отмосткой дна канала. Для оценки расчетной пропускной способности русла таких каналов необходимо знать натурные значения коэффициента шероховатости (КШ) отдельных частей смоченного периметра (дна и заросших или крепленых откосов). Конкретное значение коэффициента шероховатости изменчиво, зависит от ряда факторов и поэтому не может приниматься постоянным и единственным для всех этапов эксплуатации канала. Проектные значения КШ, принятые по существующим таблицам классификации водотоков, по мере эксплуатации канала будут изменяться, что вызывает отклонение его пропускной способности от проектной. Установление фактического расхода канала дает возможность определить приведенный КШ, учитывающий в натурных условиях КШ отдельных частей периметра русла.

Взаимодействие потока и ложа имеет сложную картину. Приведенный КШ зависит от формы русла, наполнения и шероховатостей ложа и стенок, под воздействием которых создается кинематическая структура потока, формируется скоростное поле (изотаха). Очевидно, что формирование поля скоростей водотока зависит от КШ составных частей периметра русла. По нашему мнению, поток можно разделить на зоны, каждая из которых примыкает к одной из заданных шероховатостей и определенным образом влияет на другую, т.е. большая шероховатость будет воздействовать на большую площадь живого сечения и наоборот. В результате плановое и вертикальное распределение скоростей по сечению значительно изменяется, и создается кинематика движения, при которой возможен пропуск минимального расхода, как это показано в теоретических исследованиях постулата о минимуме расхода или максимуме приведенного КШ [1]

По теории Л. Прандтля [2], при турбулентном перемешивании количество движения массы, переносимой в потоке за счет поперечной пульсационной составляющей скорости, остается неизменной на некотором пути l. Принимается гипотеза, что моль жидкости проходит это расстояние, не взаимодействуя с другими молями и сохраняя постоянным свое осредненное количество движения.

Общее касательное напряжение при турбулентном режиме движения равно:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 , \qquad (1)$$

где τ - общее касательное напряжение в турбулентном потоке,

τ_1 - вязкостное напряжение по теории Ньютона,

τ_2 - касательное напряжение, появляющееся вследствие турбулентной пульсации,

При раскрытии по вещественным членам уравнение (1) примет вид:

$$\tau = \mu \frac{d\overline{u}_X}{dz} + \rho l^2 \left(\frac{d\overline{u}_X}{dz} \right)^2 \quad (2)$$

При развитом турбулентном движении второй член в зависимости (2) существенно больше, чем первый, и поэтому членом $\mu d\overline{u}_X / dz$ можно пренебречь, тогда:

$$\tau = \tau_2 = \rho l^2 \left(\frac{d\overline{u}_X}{dz} \right)^2 \quad (3)$$

Разделив обе части уравнения (3) на ρ и извлекая корень из квадрата, имеем:

$$\sqrt{\frac{\tau}{\rho}} = l \frac{d\overline{u}_X}{dz}, \quad (4)$$

где $\sqrt{\frac{\tau}{\rho}} = \upsilon$ - динамическая скорость потока,

l - длина пути перемешивания, $l = \aleph z$;

$\aleph$ - постоянная Кармана, $\aleph$ =0,4;

z - расстояние данной точки от стенки по нормали.

Интегрирование зависимости (4) приводит к получению общеизвестной закономерности распределения скоростей на вертикалях в виде логарифмической (Никурадзе-Ясмунда) или показательной функций. Если разделить створ на множество вертикалей, можно построить по заданному профилю поле скоростей в изотахах. Изотаха в зависимости от формы поперечного сечения имеет сложный вид. Построить ее можно для любых русел. Для естественных потоков построение изотахи лучше всего производить на основе соответствующих прямых натурных измерений.

Общее уравнение движения Навье-Стокса учитывает постоянные напряжения по координатным осям и строго доказывает, что в любой точке потока вязкой жидкости касательные напряжения на взаимно перпендикулярных площадках, направленные по нормали к линии пересечения этих площадок, равны друг другу. Следовательно, линии влияния отдельных частей ложа водотока с различной шероховатостью на формирование кинематики потока необходимо проводить по нормали к касательной в наиболее характерных точках изгиба изотахи. Соединяя точки изгиба изотахи между собой и с точкой изменения шероховатости, находим зону влияния отдельных шероховатостей на кинематику потока [3].

Построив изотахи скоростей для расчетного поперечного сечения, планиметрированием определяем площади влияния отдельных шероховатостей $\omega_1, \omega_2, \omega_3, ...\omega_П$.

На основе аналитического решения [1] было установлено соотношение одноименных величин:

$$\frac{n_1}{n_2} = \left(\frac{\chi_2}{\chi_1} \frac{\omega_1}{\omega_2} \right)^{2/3}, \quad (5)$$

$$\frac{n_2}{n_3} = \left(\frac{\chi_3}{\chi_2} \frac{\omega_2}{\omega_3} \right)^{2/3}, \ldots \quad (6)$$

$$\frac{n_{П-1}}{n_П} = \left(\frac{\chi_П}{\chi_{П-1}} \frac{\omega_{П-1}}{\omega_П} \right)^{2/3}. \quad (7)$$

Далее определяем $n_1, n_2, n_3, ... n_П$, как функцию от переменных:

$$n_1 = \oint(\chi, \chi_1, \chi_2, ... \chi_П, \omega, \omega_1, \omega_2, ... \omega_{П-1}),$$
$$n_2 = \oint(\chi, \chi_1, \chi_2, ... \chi_П, \omega, \omega_1, \omega_2, ... \omega_{П-1}), \ \ldots$$
$$n_П = \oint(\chi, \chi_1, \chi_2, ... \chi_П, \omega, \omega_1, \omega_2, ... \omega_{П-1}).$$

Решаем зависимости (5), (6) и (7) относительно n_2:

$$n_1^{3/2} = \frac{\chi_2}{\chi_1}\frac{\omega_1}{\omega_2} n_2^{3/2}, \tag{8}$$

$$n_3^{3/2} = \frac{\chi_2}{\chi_3}\frac{\omega_3}{\omega_2} n_2^{3/2}, \ \ldots \tag{9}$$

$$n_П^{3/2} = \frac{\chi_2}{\chi_П}\frac{\omega_П}{\omega_2} n_2^{3/2}. \tag{10}$$

Подставляя зависимости (8), (9) и (10) в формулу приведенного КШ:

$$n_{ПР} = \left(\frac{\chi_1}{\chi} n_1^{3/2} + \frac{\chi_2}{\chi} n_2^{3/2} + \frac{\chi_3}{\chi} n_3^{3/2} + ... + \frac{\chi_П}{\chi} n_П^{3/2}\right)^{2/3},$$

получим

$$n_{ПР}^{3/2} = \frac{\chi_2}{\chi} n_2^{3/2}\left(\frac{\omega_1}{\omega_2} + 1 + \frac{\omega_3}{\omega_2} + ... + \frac{\omega_П}{\omega_2}\right) = \frac{\chi_2}{\chi}\frac{\omega}{\omega_2} n_2^{3/2}$$

или

$$n_{ПР} = \left(\frac{\chi_2}{\chi}\frac{\omega}{\omega_2}\right)^{2/3} n_2. \tag{11}$$

Отсюда

$$n_2 = \left(\frac{\chi}{\chi_2}\frac{\omega_2}{\omega}\right)^{2/3} n_{ПР} \tag{12}$$

В зависимости (8), (9) и (10) подставим значение n_2 из формулы (12), тогда получим окончательные величины КШ $n_1, , n_3, ... n_П$:

$$n_1 = \left(\frac{\chi}{\chi_1}\frac{\omega_1}{\omega}\right)^{2/3} n_{ПР}, \tag{13}$$

$$n_3 = \left(\frac{\chi}{\chi_3}\frac{\omega_3}{\omega}\right)^{2/3} n_{ПР}, \ \ldots \tag{14}$$

$$n_{П} = \left(\frac{\chi}{\chi_{П}} \frac{\omega_{П}}{\omega} \right)^{2/3} n_{ПР}. \qquad (15)$$

Предлагаемая методика расчета позволяет оценить приведенный коэффициент шероховатости при *n* составных шероховатостях по ложу русла водотока.

На практике часто встречаются каналы с двумя или тремя составными шероховатостями по периметру. Поэтому для проверки достоверности данной методики мы рассмотрели такие участки Большого Алматинского канала, левой ветки Георгиевского магистрального канала и правой ветки к. Чиркейли и сопоставили расчетные значения КШ откосов и дна канала с измеренными значениями (таблица).

Характеристики водотоков.

1. Большой Алматинский канал (ПК 403). Канал построен в просадочном суглинке, часть откосов укреплена горной мелочью с наличием булыжника и валуна. Расчетные значения КШ: n_1=0,030 (горная мелочь с наличием булыжника и валуна); n_2=0,020 (суглинок просадочный); n_3=0,030 (горная мелочь с наличием булыжника и валуна).

2. Левая ветка Георгиевского магистрального канала (ПК91+50, ПК114, ПК125+50). Откосы канала заросли камышом густотой 400-500 штук на 1м^2, высотой 2,0-4,0м, диаметром стебля 0,3-2,0 см. Ширина заросшей части берегов - от 1,5 до 3,0 м. Расчетные значения КШ: n_1 = 0,0590 (камыш); n_2 = 0,0225 (песчано-гравелистый грунт); n_3 = 0,0590 (камыш).

3. Правая ветка к.Чиркейли (ПК20). Правый берег канала закреплен железобетонными ячеистыми плитами 3х2м, левый берег и дно не имеют крепления. Расчетные значения КШ: n_1 = 0,0200 (суглинки), n_2 = 0,0260 (ячеистые железобетонные плиты).

Распределение продольных скоростей потока в изотахах показано на рис. 1,2,3. Расчетные значения КШ отдельных частей русла по периметру приняты на основе визуального осмотра ложа каналов и таблицы В.Т. Чоу [4]. Сопоставление расчетных значений КШ откосов и дна участков каналов с их измеренными значениями, приведенное в таблице, показывает хорошую сходимость. Максимальное отклонение составляет ±8,5 %.

Выводы

Разработанная методика дает возможность:

- реально оценить натурные значения коэффициента шероховатости отдельных частей периметра русла канала (дна и заросших или крепленых откосов);
- установить эксплуатационную пропускную способность русла каналов на основе натурных значений коэффициента шероховатости отдельных его частей и тем самым правильно вести учет воды и выполнить плановое водообеспечение;
- прогнозировать изменение пропускной способности канала от начала ввода его в эксплуатацию.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. – М.: Энергоатомиздат, 1984. - С. 590-591.

2. Мусин Ж.А., Сарсекеев С.А. Методика определения коэффициентов шероховатостей русла и крепления по изотахам скоростей // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1988. – № 6. – С. 74-78.

4.Чоу В.Т. Гидравлика открытых каналов / Пер. с англ. под ред. А.И. Богомолова. – М.: Госстройиздат, 1969. – 464 с.

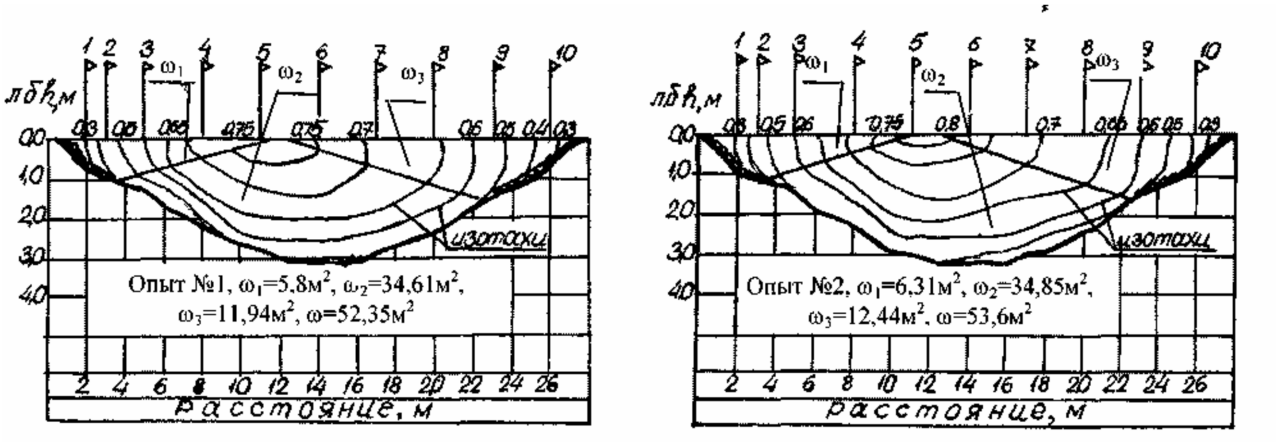


Рис. 1. Распределение продольных скоростей потока в изотахах (большой Алматинский канал, ПК403)

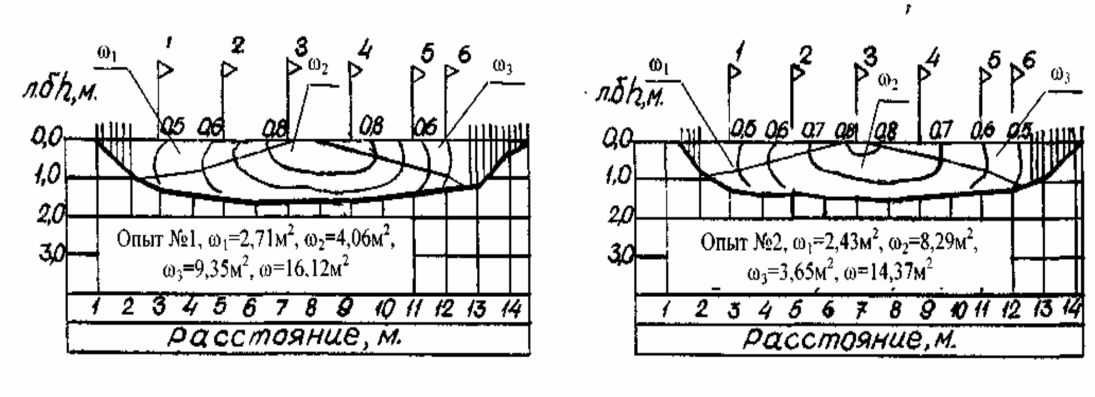


Рис.2. Распределение продольных скоростей потока в изотахах (левая ветка Георгиевского магистрального канала, ПК91+50, ПК114)

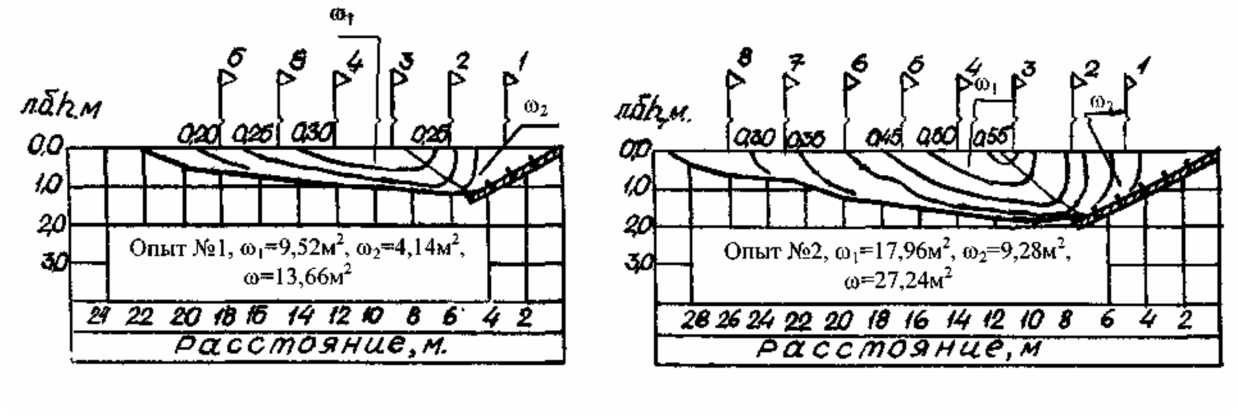


Рис.3. Распределение продольных скоростей потока в изотахах (правая ветка канала Чиркейли, ПК20)

Таблица. Сравнение расчетных значений коэффициента шероховатости откосов и дна каналов с измеренными значениями

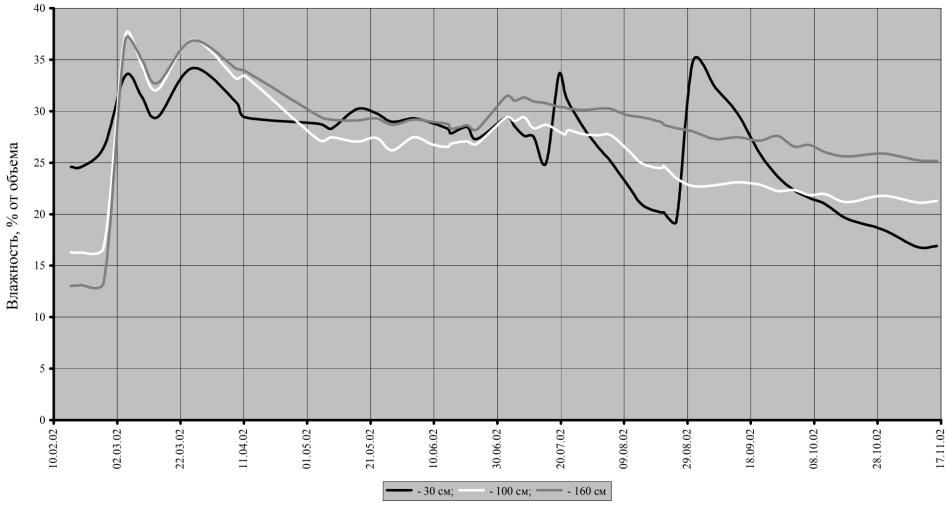
№ оп.	ω, м^2	ω_1, м^2	ω_2, м^2	ω_3, м^2	χ, м	χ_1, м	χ_2, м	χ_3, м	$n_{ПР}^{ОП}$	$n_1^{ОП}$ / $n_1^{РАСЧ.}$	откл. %	$n_2^{ОП}$ / $n_2^{РАСЧ.}$	откл. %	$n_3^{ОП}$ / $n_3^{РАСЧ.}$	откл. %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Большой Алматинский канал (ПК403)															
1.	52,35	5,80	34,61	11,94	28,05	2,06	21,75	4,24	0,0223	0,0294 / 0,0300	2,0	0,0201 / 00200	-0,5	0,0294 / 0,0300	2,0
2.	53,60	6,31	34,85	12,44	28,41	2,24	21,75	4,42	0,0223	0,0292 / 0,0300	2,7	0,0200 / 0,0200	0,0	0,0292 / 0,0300	2,7
3.	36,19	2,97	28,48	4,74	24,95	1,27	21,75	2,03	0,0211	0,0290 / 0,0300	3,3	0,0197 / 0,0200	1,5	0,0290 / 0,0300	3,3
4.	37,07	3,41	28,43	5,23	25,35	1,42	21,75	2,18	0,0213	0,0297 / 0,0300	1,0	0,0198 / 0,0200	1,0	0,0297 / 0,0300	1,0
5.	19,36	18,87	19,36	-	18,87	-	18,87	-	0,0201	- / -	-	0,0200 / 0,0200	0,0	- / -	-
6.	31,73	1,47	27,62	2,64	23,51	0,63	21,75	1,13	0,0210	0,0303 / 0,0300	-1,0	0,0202 / 0,0200	-1,0	0,0303 / 0,0300	-1,0
7.	48,73	5,12	32,98	10,63	26,98	1,70	21,75	3,53	0,0222	0,0312 / 0,0300	-4,0	0,0198 / 0,0200	1,0	0,0312 / 0,0300	-4,0
8.	52,41	5,84	34,57	12,00	28,08	2,07	21,75	4,26	0,0224	0,0295 / 0,0300	1,7	0,0201 / 00200	-0,5	0,0295 / 0,0300	1,7

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Левая ветка Георгиевского магистрального канала (ПК91+50, ПК114, ПК125+50)															
1.	16,12	2,71	9,35	4,06	13,10	0,80	11,10	1,20	0,0280	0,0550	6,7	0,0218	3,2	0,0550	6,7
										0,0590		0,0225		0,0590	
2.	14,37	2,43	8,29	3,65	12,85	0,70	11,10	1,05	0,0280	0,0596	-1,0	0,0214	4,9	0,0596	-1,0
										0,0590		0,0225		0,0590	
3.	18,30	2,96	10,91	4,43	14,12	0,85	12,00	1,27	0,0290	0,0560	5,1	0,0229	-1,8	0,0560	5,1
										0,0590		0,0225		0,0590	
4.	17,99	2,94	10,65	4,40	13,80	0,72	12,00	1,08	0,0300	0,0640	-8,5	0,0232	-3,1	0,0640	-8,5
										0,0590		0,0225		0,0590	
5.	13,45	1,74	9,07	2,61	11,85	0,50	10,60	0,75	0,0260	0,0550	6,7	0,0216	4,0	0,0550	6,7
										0,0590		0,0225		0,0590	
6.	12,09	1,30	8,85	1,94	11,60	0,40	10,60	0,60	0,0260	0,0560	5,1	0,0224	0,5	0,0560	5,1
										0,0590		0,0225		0,0590	
Правая ветка канала Чиркейли (ПК20)															
1.	13,66	9,52	4,14	-	25,12	19,72	5,40	-	0,0222	0,0205	-2,5	0,0279	-7,3	-	-
										0,0200		0,0260		-	
2.	27,24	17,96	9,28	-	30,56	22,76	7,80	-	0,0208	0,0192	4,0	0,0252	3,1	-	-
										0,0200		0,0260		-	
3.	34,84	22,44	12,40	-	32,83	23,84	9,00	-	0,0211	0,0195	2,5	0,0251	3,5	-	-
										0,0200		0,0260		-	
4.	48,89	30,25	18,64	-	35,10	24,90	10,00	-	0,0218	0,0199	0,5	0,0265	-1,9	-	-
										0,0200		0,0260		-	

Примечание: $n_{ПР}^{ОП}, n_1^{ОП}, n_2^{ОП}, n_3^{ОП}$ - значения приведенного коэффициента шероховатости и коэффициента шероховатости отдельных частей периметра русла

а)



б)

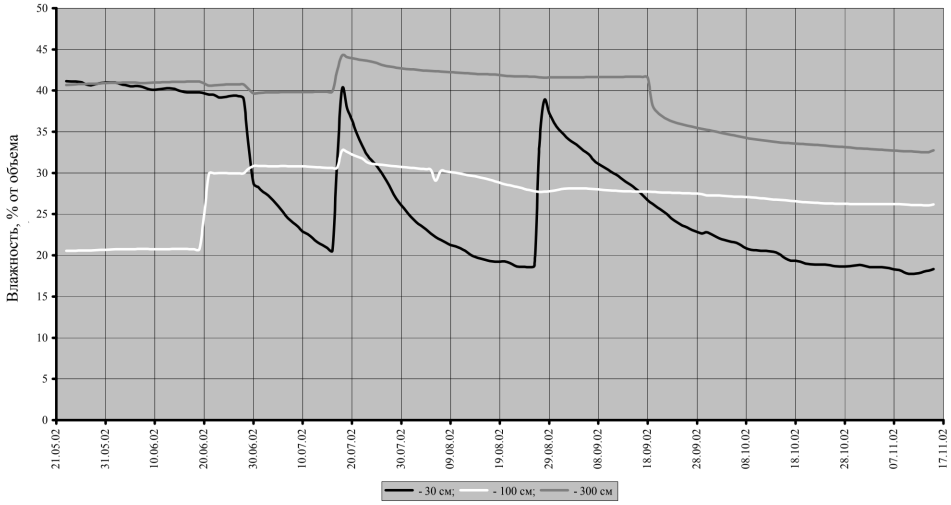
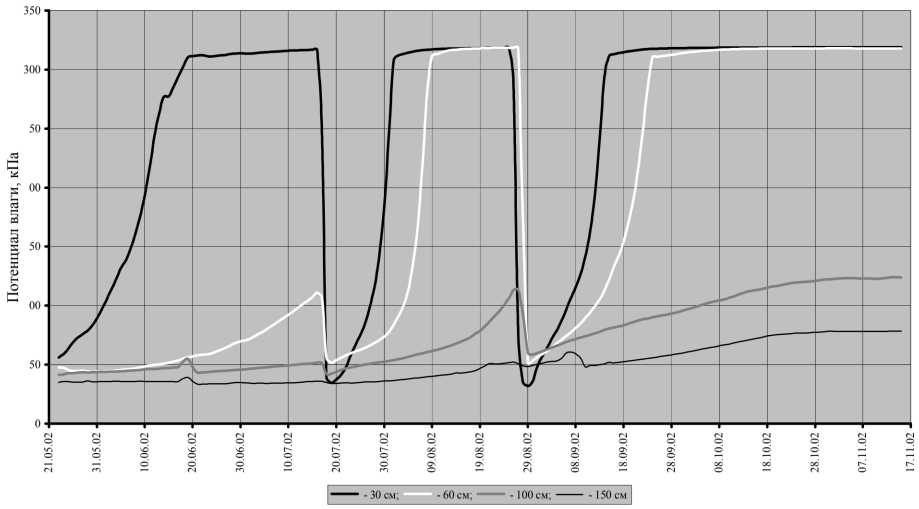


Рис. 1. Динамика влажности почвогрунтов: а) по переносному зонду «Diviner»; б) по стационарным датчикам «EnviroSCAN»

а)



б)

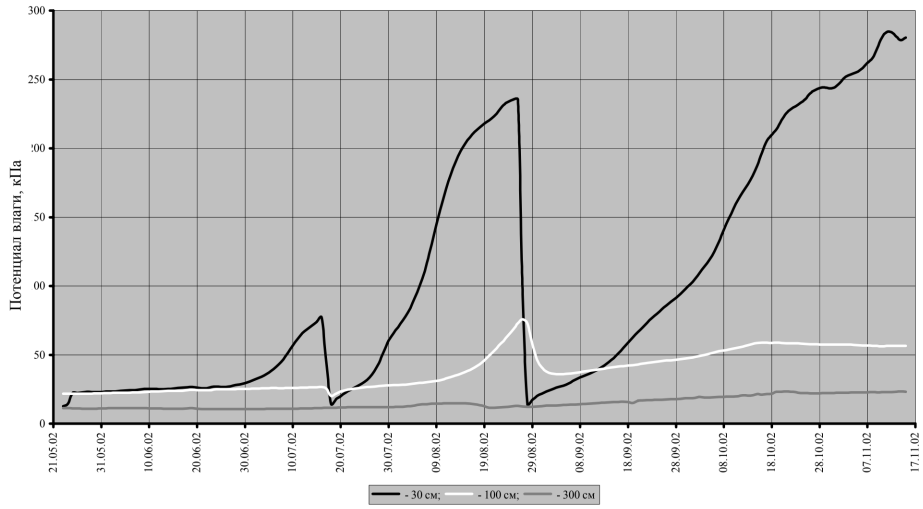


Рис. 2. Динамика потенциала влаги: а) по гипсовым блокам «GYP»; б) по датчикам «WMK»

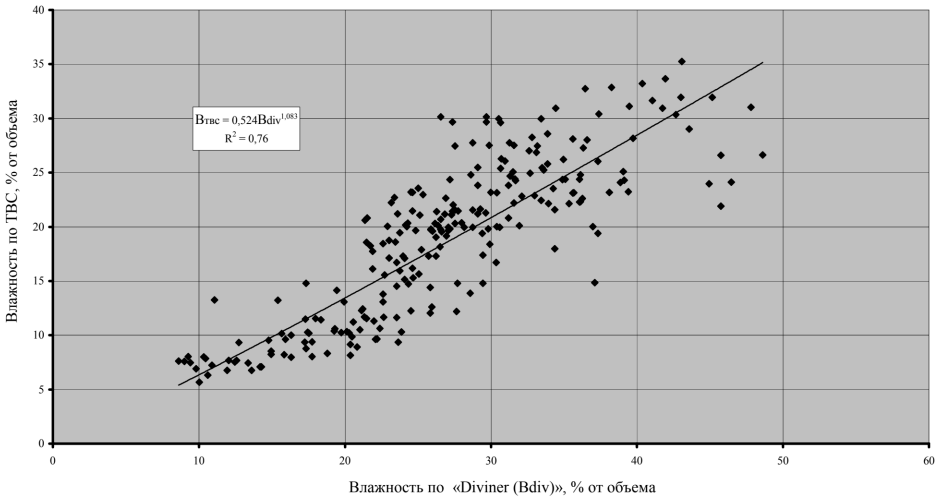


Рис. 3. График зависимости $B_{твс} = f (B_{div})$

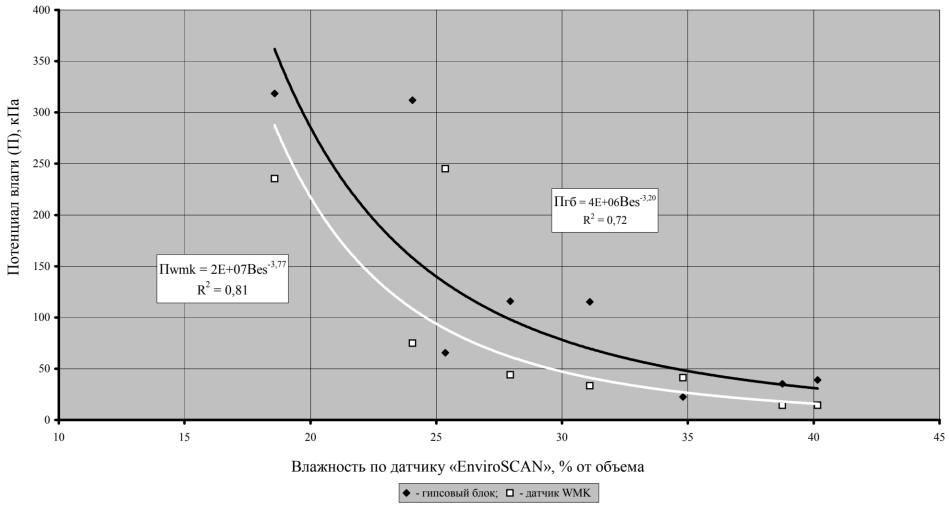


Рис. 4. Кривые зависимости потенциала влаги от влажности

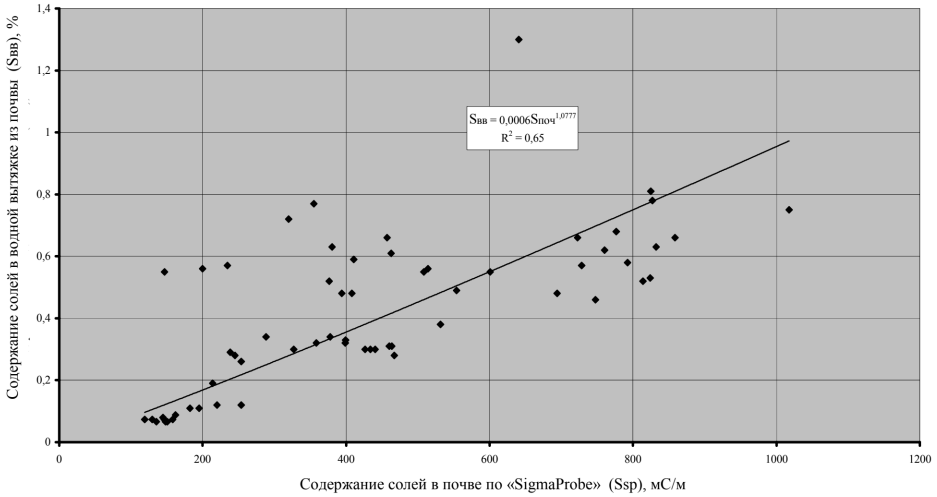


Рис. 5. График зависимости $S_{вв} = f (S_{sp})$

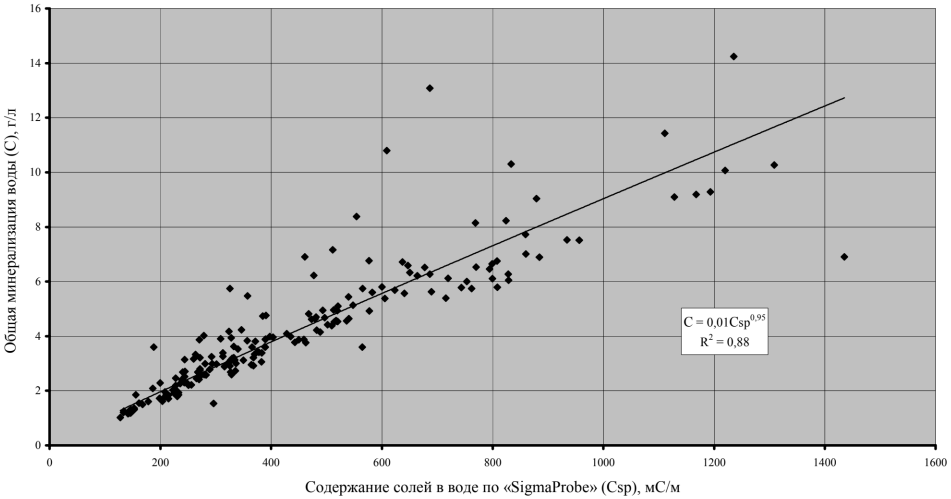


Рис. 6. График зависимости $C = f (C_{sp})$