

УДК 333.93+63

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ
БЕЗОПАСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ВОЗВРАТНЫХ ВОД
ПРОМЫШЛЕННЫХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

Доктор техн. наук	Ж.С. Мустафаев
Канд. техн. наук	С.И. Умирзаков
	А.Т. Шегенбаев
	Г.В. Казыкенова
	О.Т. Телеуов

Разработаны на основе экосистемного подхода водопользования технологические схемы экологически безопасной утилизации или использования возвратных вод рисовых систем и их методологическое обеспечение, позволяющие обеспечить устойчивость природной системы. Приведена методика оценки степени пригодности возвратных вод для промывки при освоении засоленных почв, позволяющая разработать комплекс мелиоративных мероприятий, обеспечивающих экологическую устойчивость агроландшафтов.

Деградация водных экосистем, нарастание дефицита воды по качественным показателям в настоящее время определяет необходимость формирования новых подходов к разработке стратегии утилизации возвратных вод из рисовых систем. Для этих целей представляется необходимость объединения двух направлений деятельности в области использования и охраны вод в едином экосистемном водопользовании. Экосистемное водопользование подразумевает целостный подход к экологически обоснованной утилизации возвратных вод в пределах водосборного бассейна, ландшафта и ориентации на предупреждение загрязнения водных экосистем. При этом, снижение безвозвратного водопотребления и предупреждения загрязнения воды, почв, растений принимаются как основа любой водохозяйственной деятельности.

В последние десятилетия в научной и производственной деятельности сформировались такие направления, как экологически безопасная утилизация возвратных вод, ориентированная на устранение деградации водных систем [3,4,13,4]. Развивая научные исследования и технологии в

области экологически безопасной утилизации возвратных вод, на современном этапе следует отдавать приоритет разработкам, обеспечивающим минимизацию экологического и экономического ущерба антропогенной деятельности и гармонизации природной и техноприродной систем, с контролируемыми и управляемыми параметрами и свойствами. В связи с этим, при утилизации возвратных вод из рисовых систем, экосистемное водопользование должно стать основным принципом этого технологического процесса (рис.1).

На основе экосистемного водопользования создается водооборотная мелиоративная технология безопасной утилизации возвратных вод рисовых систем, которая представляет совокупность способов и технологических приемов, осуществляемых в процессе повторного использования сбросных и дренажных вод рисовых систем, наиболее полно соответствующих экологическим требованиям, благодаря максимальной адаптации сельскохозяйственных культур, путем реализации природоохранных мелиоративных режимов.

Повторное использование сбросных и дренажных вод рисовых систем для освоения засоленных почв необходимо предусматривать комплекс мелиоративных мероприятий с целью предотвращения или снижения степени загрязнения поверхностных и подземных вод.

При этом технологическая схема экологически безопасного использования возвратных вод рисовых систем для освоения засоленных почв обеспечит не только регулирование биологического и геологического круговоротов воды и химических веществ, но и реализацию природоохранных мелиоративных режимов (рис. 2).

Ошибка! В мелиоративном средорегулирующем комплексе особая роль должна принадлежать водооборотным технологиям [14], которые позволяют часть воды и растворенных в ней химических веществ, в том числе загрязняющих, из большого геологического круговорота направить в малый биогеоценотический круговорот, что, по современным представлениям, является основным направлением экологизации производства [13].

При этом, на основе фундаментального труда «Диалектика живой природы» [8], а также концепции мелиорации земель, разработанных с учетом экологических требований природной системы [1,9,11], можно сформулировать следующие основные направления повышения экологической без-

опасности использования возвратных вод рисовых систем для освоения засоленных почв [14]:

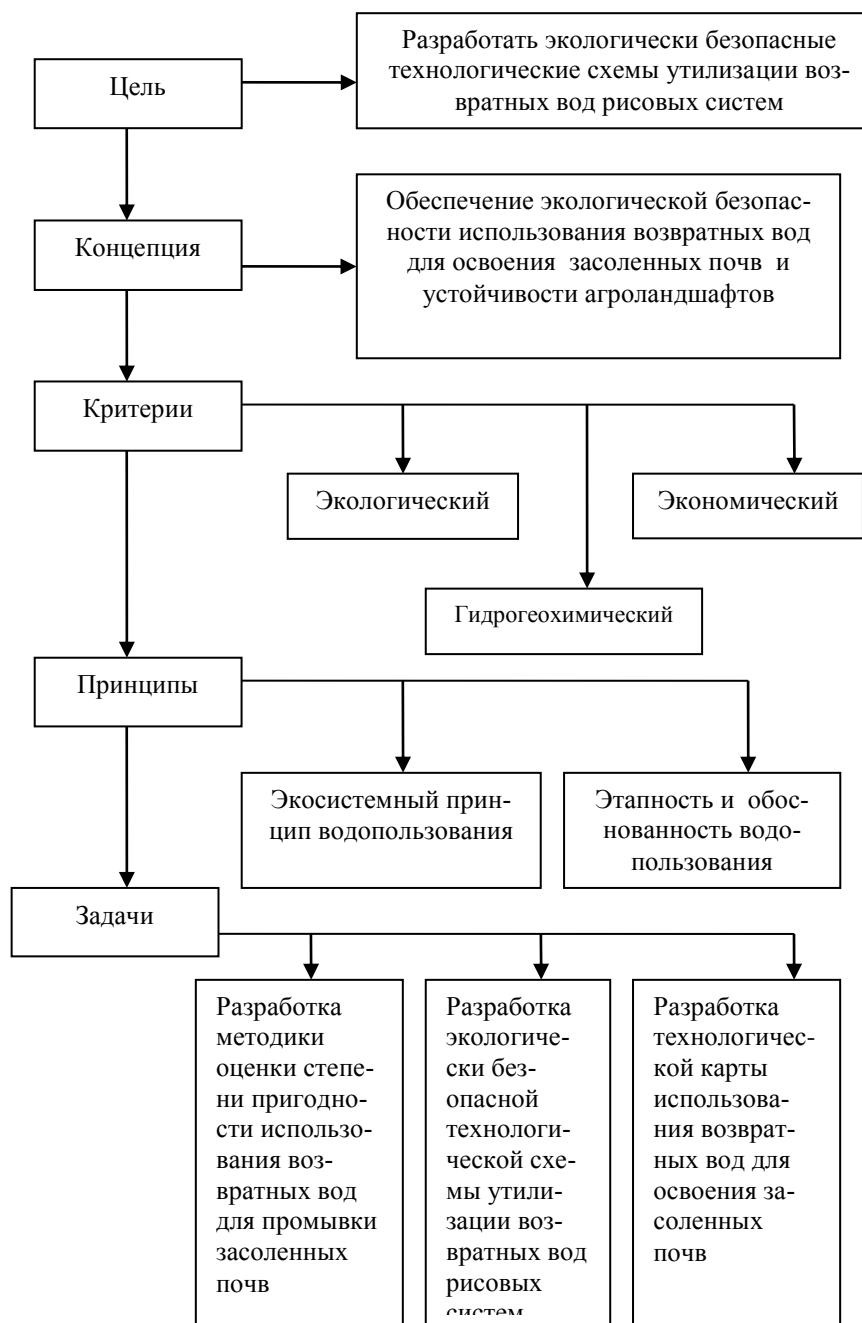


Рис. 1. Структурная схема экосистемного использования возвратных вод рисовых систем для освоения засоленных почв.



Рис. 2. Структурная схема технологии экологически безопасного использования возвратных вод рисовых систем для освоения засоленных почв.

1. В соответствии с биотическим круговоротом непрерывности жизни целесообразно, чтобы агро-мелиоративное производство также было непрерывным, что должно обеспечиваться включением мелиоративных систем в действующие природные круговороты;

2. Учитывая относительную устойчивость биогеоценозов, обеспечиваемую биотическим круговоротом, логично, чтобы и мелиоративные системы базировались на своей природной основе, были адаптивными, то есть органично «встраивались» в соответствующие биогеоценозы;

3. Главным объектом мелиорации должна стать почва, в которой начинается и замыкается биотический круговорот.

Таким образом, технологическая схема экологически безопасного использования или утилизации возвратных вод рисовых систем для освоения засоленных почв, должна соответствовать современным требованиям системы природопользования [17] и мелиоративной науки [1,9,11]. При

этом технологическая схема водооборотного мелиоративного цикла утилизации возвратных вод рисовой системы для освоения засоленных почв включает три стадии: промывку – орошение речной водой – орошение сбросной и дренажной водой из рисового чека (рис. 3).

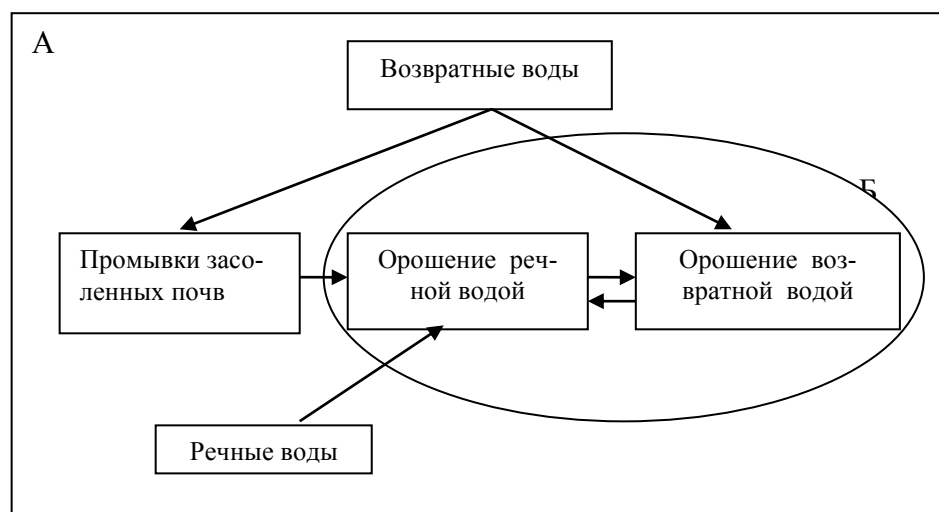


Рис.3. Схема природоохранных мелиоративных технологических процессов и циклов при утилизации возвратных вод рисовых систем для освоения засоленных почв: А - процесс утилизации возвратных вод; Б - процесс регулирования природоохранного мелиоративного режима почвы.

Целесообразность повторного использования возвратных вод рисовой системы должна обосновываться экономическими, экологическими и гидрогеохимическими критериями и показателями (табл. 1)

Следует отметить, что системы формул, приведенные в таблице для проведения прогнозных расчетов, являются ориентировочными из-за множества различного рода предположений при их выводе, которые требуют необходимости определения их надежности, достоверности и параметризацию на основе физического, лабораторного и опытно-производственного моделирования. А также требует разработки технологической карты экологически безопасного использования возвратных вод для освоения засоленных почв, по результатам комплексных научно-производственных исследований включающих:

- изучение механизма выщелачивания солей при промывке сильно засоленных почвы с использованием возвратных вод рисовых системы;

Показатели и критерии оценки целесообразности использования возвратных вод рисовых систем для освоения засоленных почв

Технологические процессы	Прогнозная расчетная модель	Критерии оценки
Промывки	$N = \alpha \cdot \lg\left(C_p^n / C_o^g\right),$ где α - параметр солеотдачи почвы; C_p^n - концентрации почвенного раствора, г/л; C_o^g - минерализация возвратных вод, г/л; N - промывная норма, м.	$K_n^g = C_o^g / C_p^n,$ где K_n^g - коэффициент, характеризующий пригодность возвратных вод для промывки засоленных почв. $K_9^3 = [1 - (V_i / V_{max})],$ где K_9^3 - коэффициент эффективности использования возвратных вод для промывки засоленных почв; V_i - ожидаемые продуктивности сельскохозяйственных культур по степени остаточного засоления почвы; V_{max} - максимально-возможные продуктивности сельскохозяйственных культур в конкретных природно-климатических условиях.
Орошение речными водами	$O_p^n = \{[K_o \cdot K_b \cdot E_o] - O_c - \Delta W\} \cdot K_n / \eta,$ где K_o - микроклиматический коэффициент; K_b - биоклиматический коэффициент; E_o - испаряемость, мм; O_c - осадки, мм; ΔW - продуктивный запас влаги в почве, мм;	$K_9^n = (O_p^n / \alpha) = \lg\left(C_o^g / C_o^p\right),$ где C_o^p - минерализация речных вод, г/л; K_9^n - коэффициент, характеризующий эффективность промывного режима орошения; K_n - коэффициент, характеризующий интенсивность промывного режима орошения; η - КПД системы и техника полива.

Технологические процессы	Прогнозная расчетная модель	Критерии оценки
Орошение возвратными водами	$O_p^g = \{[K_o \cdot K_{\sigma} \cdot E_o \cdot] - O_c - \Delta W\} / \eta$ $S_k^g = S_k^P + 0.001 \cdot C_o^g \cdot O_p^g,$ <p>где $S_k^P = 100 \cdot h \cdot d \cdot C_n^P$ - остаточное содержание солей в почве после полива речной водой, т/га; h - мощность расчетного слоя, м;</p>	$CAC = (S_k^g - S_{don}) / (S_k^P - S_{don})$ - коэффициент сезонной аккумуляции солей в почве; S_{don} - допустимое содержание солей, обеспечивающая Y_{max} , т/га; C_n^P - концентрация почвенного раствора в почве после полива речной водой, г/л.; d - объемная масса почвы, т/га.

- изучение процесса расслоения почвы на основе промывного режима орошения в период адаптации сельскохозяйственных земель на средне засоленных почвах;

- изучение механизма соленакопления в почве в период орошения с использованием возвратных вод рисовых системы;

- обоснование природоохранных мелиоративных режимов почвы при освоение засоленных почвы с использованием возвратных вод рисовых системы.

При этом, структурная оценка применимости технологической схемы утилизации возвратных вод рисовых систем при освоении засоленных почв, во многом зависит или определяется приоритетностью рассматриваемых проблем и системы ценностей, то есть исходя из строго определенных конечных целей [12].

В связи с этим, в стадии разработки экологические, экономические и инженерно-технические требования для оценки применимости экологически безопасной технологической схемы утилизации возвратных вод рисовых систем при освоении засоленных почв, должны осуществляться на основе принципов: этапности, обоснованности, последовательности, экологизации и модернизации системы, широко применяющихся в сфере природопользования.

В последнее время мелиоративной наукой ведется поиск экологически безопасных путей утилизации возвратных вод, особенно из рисовых

систем, для снижения антропогенной нагрузки на природную среду. Выполненные к настоящему времени исследования о возможности использования минерализованных и возвратных вод для промывки засоленных почв доказывают их применимость не только при промывке засоленных почв, но и на орошение сельскохозяйственных культур [7,1516]. Вместе с тем назрела необходимость разработки методики и методологии оценки степени пригодности возвратных вод для промывки засоленных почв, так как они по качественной оценке относятся к высокоминерализованным водам, необоснованность применения которых изменяет направленность и интенсивность естественного геологического круговорота химических веществ, что может оказать очень сильное влияние на экологическую устойчивость природной системы [7].

Оценка возможности использования возвратных вод для промывки засоленных почв включает два основных аспекта: степень засоления почвы и минерализацию возвратных вод [5,6].

При промывке засоленных почв с использованием возвратных вод степень выщелачивания солей прямо зависит от степени засоления почвы и минерализации возвратных вод. Поэтому, при оценке степени пригодности возвратных вод для промывки засоленных почв возникает необходимость учитывать особенность гидрогеохимического процесса, проходящего в природной системе.

При этом классификация засоленных почв позволяет правильно наметить методы оценки пригодности возвратных вод для промывки засоленных почв (табл. 2) [5].

Содержание солей в почвенном слое определяется по формуле:

$$S = 100 \cdot H \cdot d \cdot \gamma,$$

где H - мощность расчетного слоя, м; d - объемная масса почвы, т/м³; γ - содержание солей в почве, в % от веса сухой почвы.

Количественные значения почвенного раствора на засоленных почвах можно определить по формуле:

$$C_p^n = \frac{S}{100 \cdot H \cdot d \cdot \beta_{нв}},$$

где $\beta_{нв}$ - влажность почвы, соответствующая наименьшей влагоемкости, в % от веса сухой почвы.

Таблица 2

Классификации почвы по степени засоления в зависимости от содержания плотного остатка (по Н.И. Базилевич, Е.И. Панковой)

Степень засоления почвы	Содержания солей			Состояние растений, характеризующее среднюю солеустойчивость (V_i / V_{max})
	сухой остаток (γ), %	S_{max} , т/га	почвенного раствора (C_p^n), г/л	
Незасоленные	<0,30	35,0	11,2	1,00
Слабо засоленные	0,30-0,50	70,0	22,4	0,80
Средне засоленные	0,50-1,00	140,0	44,8	0,75
Сильно засоленные	1,00-2,00	280,0	89,6	0,25
Солончаки	>2,00	>280,0	>89,6	0,00

Для оценки степени пригодности возвратных вод для промывки засоленных почв можно использовать соотношение концентрации почвенного раствора (C_p^n) к минерализации возвратных вод (C_o^g):

$$K_n^g = C_o^g / C_p^n.$$

А эффективность или степень применимости возвратных вод для промывки засоленных почв оценивается по формуле:

$$K_3^3 = [1 - (V_i / V_{max})],$$

где K_3^3 - коэффициент эффективности использования возвратных вод для промывки засоленных почв; V_i - ожидаемые продуктивности сельскохозяйственных культур по степени остаточного засоления почвы; V_{max} - максимально-возможные продуктивности сельскохозяйственных культур в конкретных природно-климатических условиях.

Ожидаемые продуктивности сельскохозяйственных культур (Y_i) по степени остаточного засоления почвы или почвенного раствора определяется по формуле [8]:

$$\bar{Y} = Y_i / Y_{max} = 1 - \left\{ 1 - \exp \left[- \left(1 + 0.053 \frac{C_{pi}^n}{C_{don}} \right) \right] \right\},$$

где C_{pi}^n - содержание почвенного раствора после промывки с возвратными водами, г/л.; C_{don} - допустимое содержание почвенного раствора, обеспечивающее максимально-возможную продуктивность сельскохозяйственных культур (Y_{max}).

На основе принятого методологического подхода выполнен демонстрационный расчет оценки степени пригодности возвратных вод рисовых систем Кызылординской области для промывки засоленных почв (табл. 3).

Таблица 3

Оценки степени пригодности возвратных вод рисовых систем Кызылординской области для промывки засоленных почв

Степень засоления почвы	Содержание почвенного раствора (C_p^n), г/л	Минерализация возвратных вод (C_o^6), г/л	K_9^3	K_9^3	Оценка пригодности возвратных вод для промывки засоленных почв
Незасоленные	11,2	2,50	0,54	-	непригодны
Слабо засоленные	22,4	2,50	0,26	-	непригодны
Средне засоленные	44,8	2,50	0,13	0,55	частично пригодны
Сильно засоленные	89,6	2,50	0,07	0,75	пригодны
Солончаки	>89,6	2,50	>0,07	0,75	пригодны

Как следует из табл. 3, при минерализации возвратных вод рисовых систем Кызылординской области, равной 6,0 г/л, она пригодна для промывки сильно засоленных почв и частично – для средне засоленных почв, что необходимо учитывать при разработке системы мероприятий по экологически безопасной их утилизации.

Таким образом, предлагаемый методологический подход оценки степени пригодности возвратных вод для промывки засоленных почв позволяет разработать комплекс мелиоративных мероприятий обеспечивающие экологическую устойчивость не только агроландшафтов в низовьях реки Сырдарья, но и в целом природной системы, что важно для эколого-экономического возрождения бассейна Аральского моря, находящихся глубококом застое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айдаров И.П., Голованов А.И., Маслов Б.С. и другие. Концепция мелиорации сельскохозяйственных земель в стране. – М.: Изд-во МГМИ, 1992.- 49 с.
2. Безденина С.Я. Водопользование в мелиорации: экологические и технические аспекты // Мелиорация и водное хозяйство, 1999.- № 5.- С.30-32.
3. Безденина С.Я. Концепция экосистемного водопользования в агропромышленном комплексе России // Мелиорация и водное хозяйство, 2002.- № 3.- С.26-28.
4. Беляев С.Д., Черняев А.М. Стратегия водоохранной деятельности на основе целевых показателей состояния водных объектов // Мелиорация и водное хозяйство, 1999.- № 2.- С.52-54.
5. Горюнов Н.С. Как бороться с засолением орошаемых земель. - Алматы: Кайнар, 1973.- 110 с.
6. Даримбетов У.Д., Мустафаев Ж.С. Расчет промывных норм засоленных почв (Методические указания).- Джамбул, 1984.-62 с.
7. Джумабеков А.А. Оптимизация орошения на рисовых системах Приаралья.- Алматы: Бастау, 1996.- 192 с
8. Диалектика живой природы (Под редакцией Н.П. Дубинина и Г.В. Платонова).- М.: Изд-во МГУ, 1984. – 453 с.
9. Зивовец Б.А. и другие. Экологическая концепция мелиорации почв // Почвоведение, 1993.- №6.- С.

10. Мд. Захурул Ислам Рассоление почвы при использовании дренажных вод // Агротехника хлопчатника на вновь осваиваемых землях / Труды СоюзНИХИ.- Ташкент, 1982.- Вып. 50.- С. 125-128.
11. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане. – Алматы: Гылым, 1997.- 358 с.
12. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Мустафаев К.Ж. Методика и критерии оценки применимости сельскохозяйственной технологии в системе природопользования // Гидрометеорология и экология, 2004.- № 4.- С. 80-87.
13. Мустафаев Ж.С., Умирзаков С.И., Шегенбаев А.Т., Сейдуалиев М.А. Экологическое обоснование безотходных технологий утилизации городских стоков в системе водоснабжения и водоотведения (Аналитический обзор). – Тараз, 2001.- 68 с.
14. Пыленок П.И. Водоборотные гидромелиоративные технологии // Мелиорация и водное хозяйство, 2003.- № 2.- С.16-18.
15. Рау А.Г. Водораспределение на рисовых системах.- М.: Агропромиздат, 1988.- 86 с.
16. Рахымбаев Ф.М., Ибрагимов Г.А. Использование дренажных и грунтовых вод для орошения.- М.: Колос, 1979. – 189 с.
17. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник.- М.: Мысль, 1990.- 640 с.

Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати
ДГП “Научно-исследовательский институт водного хозяйства”, г. Тараз
Кызылординский государственный университет им. Коркыт-Ата

ҚАЙТАРМА СУДЫ ПАЙДАҒА АСЫРУДЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚӘУІПСІЗ ТЕНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Техн. ғылым. докторы	Ж.С. Мұстафаев
Техн. ғылым. канд.	С.И. Өмірзақов
	А.Т. Шегенбаев
	Г.В. Қозыкенова
	О.Т. Телеуов

Суды пайдаланудың экожүйелік әдістемесінің негізінде, табиғи жүйенің орнықтылығын қамтамасыз ететін, күріш жүйесінен шыққан қайтарма суды пайдаға асырудың немесе пайдаланудың экологиялық қәуіпсіз технологиясы және оның көрсеткіштерін анықтауға арналған әдістемелік нұсқасы құрылды.