

# Ресурсосберегающая технология выращивания риса с учетом требований охраны окружающей среды в условиях юга Украины

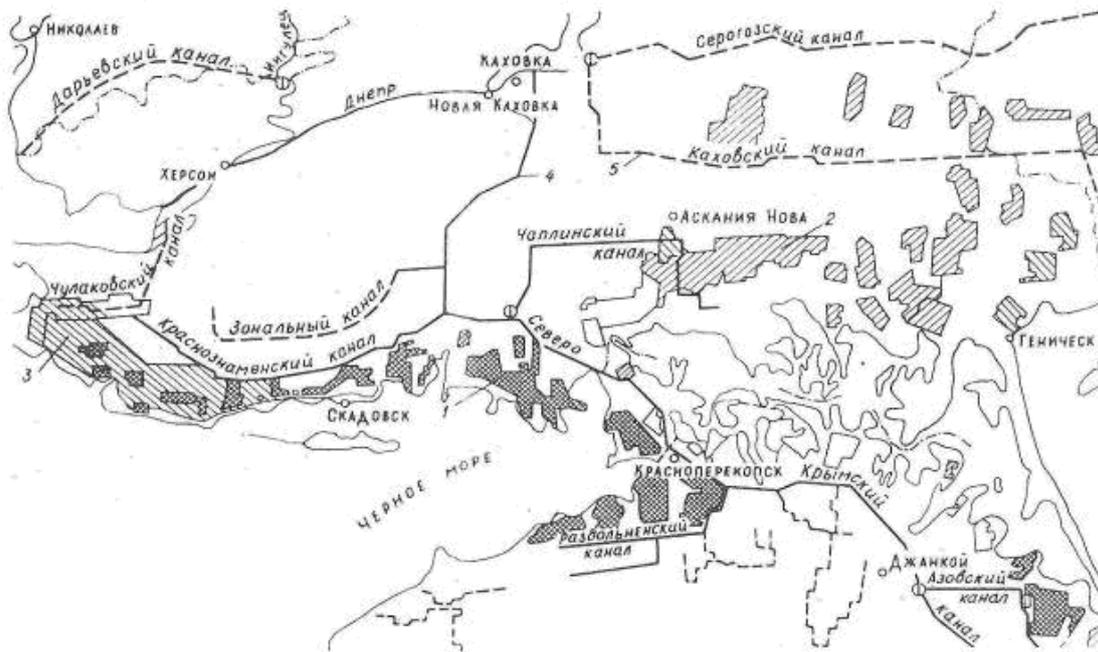
В.В. Морозов<sup>1</sup>, А.В. Морозов<sup>1</sup>, А.Я. Полухов<sup>1</sup>,  
Е.В. Дудченко<sup>1</sup>, В.Г. Корнбергер<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Херсонский государственный аграрный университет,  
<sup>2</sup> Институт риса НААН, Украина

**Постановка проблемы.** Рисоводство – высокоэффективная отрасль сельского хозяйства в зоне Сухой Степи. Актуальной проблемой при выращивании риса на юге Украины является то, что технологический процесс требует значительных затрат оросительной воды. В среднем на рисовых оросительных системах (РОС) юга Украины они достигают 25-30 тыс. м<sup>3</sup>/га.

Эта водоподача определяет значительные объемы непродуктивных технологических сбросов, которые на РОС могут превышать 50% водоподачи. Сбросы во всех регионах рисосеяния Украины (Херсонская и Одесская области, Автономная Республика Крым) (рис. 1) осуществляются в акваторию Черного и Азовского морей, что существенно ухудшает экологическую ситуацию.

Поэтому, сегодня актуальными являются вопросы технического совершенствования РОС, нормирования и оптимизации водоподачи и водоотведения с целью рационального использования водных ресурсов, минимизации непродуктивных сбросов, ресурсосбережения и охраны природы. Учеными Института риса Национальной академии аграрных наук Украины (НААНУ) и Херсонского государственного аграрного университета (ХГАУ) разработана новая технология нормирования водопользования при выращивании риса, которая учитывает требования ресурсосбережения и базируется на комплексной технологии выращивания риса с учетом требований охраны окружающей среды, принципах и методах формирования эколого-мелиоративного режима ландшафтно-мелиоративных систем в зоне рисосеяния Украины.



**Рис. 1. Схема размещения рисовых оросительных систем в Украине (Херсонская область и Автономная Республика Крым)**

Площади рисовых систем: 1 – существующие, 2 – проектируемые,  
3 – намеченные на перспективу  
Каналы: 4 – существующие, 5 – проектируемые

**Условия и методика исследований.** Исследования проведены в условиях Краснознаменной оросительной системы (Херсонская область). В геоструктурном отношении большинство рисовых хозяйств расположены на территории Причерноморской впадины, а в геоморфологическом – на Причерноморской аккумулятивной равнине. Геологические и гидрогеологические условия зоны рисосеяния сложные. Верхнечетвертичные породы – солово-делювиальные суглинки, в подах – суглинки подового генезиса мощностью 1,5-3,5 м. Почвы, в основном, каштаново-луговые, средне- и глубокосолонцеватые, тип засоления почв сульфатно-гидрокарбонатный и гидрокарбонатно-сульфатный. Рельеф равнинный, слабо наклоненный к Черному морю. Гидрогеологические условия характеризуются повсеместным распространением грунтовых вод с минерализацией 1-3 г/дм<sup>3</sup>, химический состав – сульфатно-гидрокарбонатный и гидрокарбонатно-сульфатный. Коэффициенты фильтрации водовмещающих пород 0,3-0,6 м/сут.

**Основной метод исследований** – полевые многолетние опыты в производственных условиях, лабораторные исследования, моделирование и прогнозирование изучаемых процессов.

**Результаты исследований.** Производство риса на юге Украины экономически эффективно только при условии получения достаточно высоких

урожаев риса 5,0 т/га и выше. Исследования показали, что основными направлениями достижения высоких урожаев риса и выполнение требований охраны окружающей среды являются:

1 – разработка и внедрение в производство новых высокопродуктивных ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий выращивания риса;

2 – разработка новых, технически совершенных рисовых оросительных систем (РОС);

3 – усовершенствование существующих РОС в соответствии с современными технологиями, эксплуатационными и экологическими требованиями.

Примером решения проблем 1-го направления является разработка учеными Института риса НААНУ и ХГАУ инновационной технологии выращивания риса с учетом требований охраны окружающей среды [1]. Данная технология проверена в производственных условиях на площади более 1000га, показала высокую экономическую эффективность и экологическую надежность, получила позитивные заключения санитарно-эпидемиологической экспертизы Министерства охраны здоровья Украины, Государственной экспертизы по технико-экономическому обоснованию внедрения новой технологии выращивания риса, Государственной экологической экспертизы Миприроды Украины.

При реализации 2-го направления, главной проблемой являются большие объемы дренажно-сбросных вод (до 50-60% от нормальной оросительной нормы). Один из путей решения этой проблемы – строительство закрытых чековых оросительных систем с повторным использованием дренажно-сбросных вод. Конструкция этой уникальной для отечественной гидромелиоративной практики оросительной системы разработана в Институте риса НААНУ и ХГАУ. Автор системы – к.т.н. Маковский Виталий Иосифович (1928-2007 гг.). Проектные решения ЗЧОС–М защищены авторскими свидетельствами № 1764575, №1776602 и патентом Украины № 2141 «Рисовая оросительная система Маковского В.И. (ЗЧОС–М)».

ЗЧОС–М полностью исключает сбросы в морскую акваторию, потому что дренажно-сбросные воды после их доочистки в системе прудов детоксикации и разбавления оросительной водой минерализации 0,4-0,5 г/дм<sup>3</sup> в буферном пруде используются для орошения риса и соответствующих культур.

В работе ЗЧОС–М выделено 2 характерных периода:

I период – мелиоративный (1991-1995 гг.). В этот период освоения системы на ЗЧОС–М наблюдался процесс рассоления почв, вымывания солей из почвы в грунтовые воды и вынос их с дренажным стоком. Для улучшения эколого-мелиоративного состояния земель был введен севооборот с насыщением основной культурой – рис 35%.

II период – эксплуатационный (с 1996 г. по настоящее время). Характерными годами этого периода являются 2004-2010 гг. В это время севооборот был несколько изменен: насыщение рисом было увеличено до 62%.

Состав сельскохозяйственных культур в севообороте не изменился, только был исключен подсолнечник, который выращивался в I период.

Уменьшение засоленности почв и улучшение эколого-мелиоративного состояния земель повлияло на урожайность риса. В I период среднее значение урожайности риса составляло 36,6 ц/га. Во II период средняя урожайность риса достигала уже 68,1 ц/га, т.е. увеличилась на 31,5 ц/га (86%). Результаты комплексных исследований эколого-мелиоративного режима почв РОС показали, что ЗЧОС–М на протяжении 20 лет работает в стабильном проектном режиме и обеспечивает высокую урожайность риса (60-90 ц/га).

По сравнению с мелиоративным периодом освоения в эксплуатационный период работы ЗЧОС–М урожайность риса увеличилась в среднем в 1,8 раза. Был также усовершенствован севооборот, увеличена его насыщенность основной культурой – рисом (в 1,77 раза), что значительно повысило экономическую эффективность ЗЧОС–М, а также интенсивность техногенной нагрузки на агроэкосистему. Опыт строительства и эксплуатации ЗЧОС–М в течении 20 лет (1991-2010 гг.) подтвердил ее высокую экономическую и экологическую эффективность (табл.1).

Также учеными Института риса НААНУ и Херсонского ГАУ была разработана технология использования дренажно-сбросных вод. Рисовые поля затапливаются сразу после посева, слой воды не превышает 8-10 см. Постепенно вода всасывается почвой и испаряется. Влага, которая впиталась почвой тратится на насыщение, глубинную и боковую фильтрацию, которая попадает в дренажно-сбросные каналы.

После получения всходов чеки постепенно наполняют водой с расчетом, что 1/3 часть растения риса была над поверхностью воды. В фазу кущения слой воды поддерживают в пределах 5-7 см. После окончания кущения глубину воды в чеке постепенно увеличивают до 10-12 см и удерживают на этом уровне до начала восковой спелости.

В этот период за счет фильтрации уровень грунтовых вод поднимается до 1 м. Для уменьшения фильтрационных потерь воды из чеков повышают уровень воды в дренажно-сбросных сети, при этом перепад уровней в чеках и в дренажно-сбросных каналах до минимума, в отдельных случаях уровень воды в дренажно-сбросных сети превышает этот параметр в чеках. Для регулирования уровня воды в дренажно-сбросных сети устанавливают автоматические подпорные гидросооружения, конструкция которых предусматривает регулирование уровня воды в зависимости от ситуации. Учитывая повышение уровня грунтовых вод до 1 м от поверхности и их относительно небольшую минерализацию повышается возможность почвенного орошения сопутствующих культур (люцерна, соя, сорго и др.). Дренажно-сбросные воды в этот период могут использоваться для поверхностного орошения и орошения дождеванием сопутствующих культур (соя, сорго, люцерна и др.), а также для влагозарядковых поливов.

Таблица 1

## Технико-экономические показатели ЗЧОС–М по сравнению с открытыми РОС

Показатели	Рисовые оросительные системы	
	открытые	ЗЧОС–М
1. Коэффициент земельного использования (КЗИ)	0,81	0,94
2. Коэффициент полезного действия (КПД)	0,72	0,96
3. Оросительная норма М, тыс. м <sup>3</sup> /га	25-30	11-12
4. Объем дренажно-сбросных вод, тыс. м <sup>3</sup> с 1 га	13-18	-
5. Затраты электроэнергии, (тыс. кВт.ч)/га	-	0,17
6. Капиталовложения доллары США на 1га в ценах 1988 г.	502.28	661.54
7. Срок окупаемости	6-7	до 8

Через 25-30 дней от начала выбрасывания метелки подачу в чеки прекращают с таким расчетом, чтобы к началу фазы полной спелости зерна имеющиеся запасы воды в чеках были потрачены растениями на достижение полной зрелости. Если выдержаны технологические рекомендации относительно глубины воды в чеках (10-12 см) и своевременно прекращена подача воды в момент достижения полной зрелости сброс остатков воды, как правило, не происходит.

Технология использования дренажно-сбросных вод РОС для орошения риса и сопутствующих сельскохозяйственных культур позволяет уменьшить оросительную норму риса на 1000 м<sup>3</sup>/га, объемы сбросов за пределы системы на 1000-1500 м<sup>3</sup>/га, чем повышается эффективность использования оросительной воды и улучшается экологическое состояние прилегающих территорий. Повышенное содержание азота в дренажно-сбросных водах положительно влияет на сельскохозяйственные культуры (табл. 2).

Проблемные вопросы 3-го направления возможно частично решить при повышении гидромодуля до 50-70 м<sup>3</sup>/с/га и более. Это позволяет не только проводить затопление риса в оптимальные технологические сроки, но и осуществлять поверхностные поливы соответствующих сельскохозяйственных культур (ранних зерновых, сои, кукурузы и др.). Затраты при осуществлении таких мероприятий составляют 122,6-183,9 США на 1 га (по курсу валют Национального банка Украины на 01.03.2011 г. 1 грн. соответствует 0,12 доллара США).

Таблица 2

**Основные показатели эффективности технологии использования дренажно-сбросных вод рисовых оросительных систем**

Показатели исследований	Единицы измерения	Варианты		Достигнуто эффект, ±Δ	Эффект	
		Без использования регуляторов ДСС	С использованием регуляторов ДСС		долл. США на 1га	долл. США на 1 м <sup>3</sup>
Урожайность зачетная	ц/га	53	59,4	+6,4	235,21	
Оросительная норма	м <sup>3</sup> /га	15500	14500	-1000	3,5	0,02
Водоотведение ДСС (дренажно-сбросного стока)	м <sup>3</sup> /га	2500	1500	-1000	5,33	0,16
Сумма					244,05	

Нормирование водопользования в условиях открытых РОС обеспечивает оптимальные условия для выращивания риса. Это связано с сокращением сроков формирования слоя воды в чеках после посева, исключением поверхностных сбросов в течении вегетационного периода по сравнению с базовой технологией, которая используется в условиях РОС Краснознаменной оросительной системы. Это, в свою очередь, предотвращает вынос питательных веществ (N P K) за пределы РОС. Повышение эффективности использования минеральных удобрений обеспечивает более благоприятные условия питания растений, способствует повышению продуктивности рисоводства.

В результате многолетних (1999-2011 гг.) комплексных исследований ИР НААНУ и ХГАУ, проведенных под научным руководством профессора Морозова В.В., разработана инновационная технология нормированного водопользования при выращивании риса с учетом требований ресурсосбережения и охраны природы.

Обосновано, что оптимальный слой оросительной воды на рисовом поле в течении вегетационного периода должен составлять 10-12 см. При этом снижается объем фильтрационных потерь, повышается температурный фон рисового поля [3]. Разработан ресурсосберегающий режим орошения риса (табл. 3).

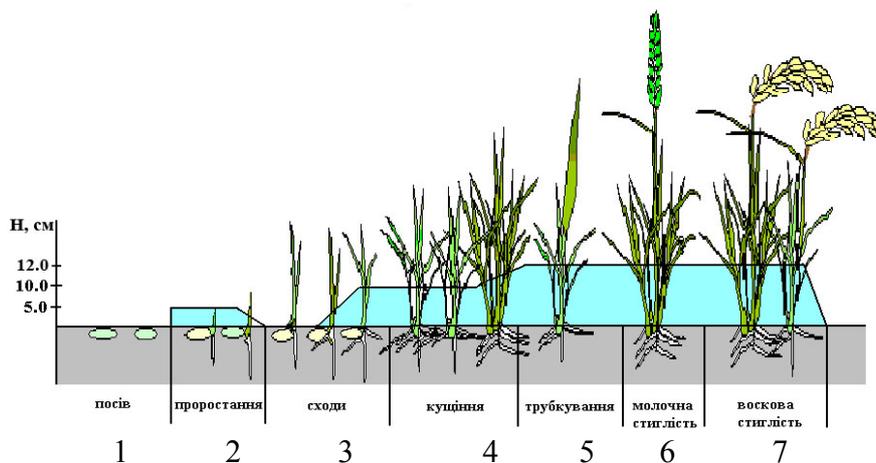
Приостановление подачи воды в фазе молочно-восковой спелости риса практически исключает сброс воды за пределы РОС в конце вегетационного периода, обеспечивает более благоприятные условия для созревания риса и, одновременно, улучшает условия для работы уборочной техники в начальный период уборки.

В результате проведенных исследований и опытно-производственной их проверки доказана технологическая целесообразность нормирования водоподачи на РОС. За период с 2000 по 2006 гг. экономия оросительной воды в среднем достигла 14 млн.м<sup>3</sup> по сравнению с показателями базовой (интенсивной) технологии выращивания риса.

Среднегодовая оросительная норма при этом снизилась с 24600 м<sup>3</sup>/га по нормативу для технологии, которая использовалась ранее, до 15-18 тыс. м<sup>3</sup>/га, что значительно снизило объемы непродуктивных сбросов оросительной воды за пределы РОС и позволило сэкономить 6,6-9,6 тыс. м<sup>3</sup> на 1 га. Эти нововведения улучшили условия эксплуатацию РОС и позволили использовать воду для полива других сельскохозяйственных культур.

На рис. 2 представлен ресурсосберегающий режим орошения риса и фазы его развития: 1- посев, 2- прорастание, 3 – всходы, 4 – кущение, 5 – выход в трубку, 6 – молочная спелость, 7 – восковая спелость риса.

Исследованиями обоснована возможность уменьшения глубины слоя воды в чеках в течение вегетационного периода (от всходов, кущения до начала восковой спелости риса) с 15-20 до 10-12 см, что снизило, в среднем, на 30% объемы поливной воды, повысило урожай и качество зерна риса.



**Рис. 2. Ресурсосберегающий режим орошения риса**

Фаза развития риса: 1- посев, 2- прорастание, 3 – всходы, 4 – кущение, 5 – выход в трубку, 6 – молочная спелость, 7 – восковая спелость риса

Таблица 3

**Фазы развития и ресурсосберегающий режим орошения риса**

<b>Режим орошения и фазы развития риса</b>	<b>Сроки проведения</b>	<b>Основные агротехнические требования</b>
1. Первичное затопление	III декада апреля – I декада мая	Разрыв во времени между внесением удобрений, последней обработкой почвы, посевом и затоплением не должен превышать 2 -3 суток. Обязательно устанавливаются водомерные рейки.
2. Получение всходов	II – III декада мая	Постепенно вода испаряется и впитывается в почву, на момент формирования всходов высотой 6-8мм слой воды отсутствует. Влажность почвы поддерживается до получения полных всходов риса. По влажной почве или небольшому слою воды посевы опрыскивают гербицидами против злаковых и болотных сорняков. После этого создается слой воды с условием, чтобы верхушки листков риса находились над водой. При поверхностном способе сева слой воды поддерживается до получения первого настоящего листа риса.
3. Кущение риса	I – III декада июня	Глубина слоя воды 5-7см. При необходимости проводится подкормка азотными удобрениями.
4. Конец кущения – начало восковой спелости	I декада июля – II декада августа	Слой воды поддерживается на уровне 10-12см, что способствует устойчивости растений. Не допустимы перебои с подачей воды и снижением глубины слоя ниже оптимального уровня.
5. Осушение чеков	III декада августа– I-II декада сентября	Подача воды в чеки прекращается через 20-25 суток после выбрасывания метелки ( начало восковой спелости зерна). Через 10-15 суток, на момент начала уборки урожая влажность почвы не должна превышать 30%.

**Выводы и рекомендации производству.** Определены нормативы предельно-допустимых сбросов (ПДС) дренажно-сбросного стока в Черном море для типичных дренажных коллекторов РОС по таким показателям качества воды: БПК, взвешенные вещества, сульфаты, хлориды, азот аммонийный, нитраты, нитриты, фосфаты, базагран, ордран, сириус, фацет.

Нормирование водоотведения позволило уменьшить объемы отведения дренажно-сбросной воды нормативного качества с 8-10 до 2-3 тыс. м<sup>3</sup>/га. Это существенно снизило

негативное влияние выращивания риса на окружающую среду, позволило использовать повторно дренажно-сбросные воды для орошения сельскохозяйственных культур и рыборазведения.

При внедрении в производство в рисовых хозяйствах Краснознаменского орошаемого массива инновационной технологии нормированного водопользования при выращивании риса, экономический и экологический эффект достигается за счет оптимизации режима водопользования (установлен новый норматив оросительной нормы риса  $M^{CP} = 18000 \text{ м}^3/\text{га}$ , который по сравнению с базовым –  $24600 \text{ м}^3/\text{га}$ , дает экономию поливной воды  $6600 \text{ м}^3/\text{га}$ ).

Прибыль от внедрения нормирования водопользования на РОС в Институте риса НААН Украины составляет 252,99 руб./га. Новая технология нормированного водопользования при выращивании риса обеспечивает среднюю урожайность риса 65-70 ц/га.

### Литература

1. Технологія вирощування рису з врахуванням охорони навколишнього середовища в господарствах України /Ванцовський А.А., Корнбергер В.Г., Морозов В.В., Дудченко В.В., Грановська Л.М., Маковський В.Й., Вожегова Р.А. та ін.. – Херсон: Наддніпряночка. – 2004. – 78 с.
2. Технологія нормованого водокористування при вирощуванні рису з врахуванням вимог ресурсо- та природозбереження в господарствах України. /В.В.Дудченко, В.Г.Корнбергер, В.В.Морозов. За ред. В.В.Морозова. – Херсон, Вид-во ХДУ, 2009. – 103 с.
3. Морозов В.В., Дудченко В.В., Корнбергер В.Г. Природоохоронне нормоване водокористування при вирощуванні рису: Монографія. – Херсон, Видавництво ХДУ, 2010. – 240 с.