Казахский Национальный Аграрный Университет

УДК 631.67(574.54)

На правах рукописи

АБИКЕНОВА САЛТАНАТ МАУЛЕНОВНА

Исследование и решение водохозяйственных проблем Приаралья

6D080500 – «Водные ресурсы и водопользование»

Диссертация на соискание ученой степени
доктора философии (PhD)

Научные консультанты:
академик НАН РК, д.т.н.,
профессор А.Г. Рау

PhD, Lubos Jurik

Республика Казахстан
Алматы, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	5
1	Современное состояние и пути решения водохозяйственных проблем приаралья	11
1.1	Причины ухудшения экологического состояния Приаралья	11
1.2	Пути улучшение водохозяйственных проблем	13
1.3	Рисоводства в Казахстане	15
1.4	Иностранные опыты возделывания риса	17
2	Природно-климатические условия и методика исследовании	28
2.1	Климатические условия рассматриваемого района	28
2.2	Гидрография и гидрогеология реки Сырдарьи	31
2.3	Рельеф рассматриваемой территории, растительный покров и почва	35
2.4	Современное состояние оросительный системы Кызылординской области	37
2.5	Методика проведения полевых исследовании	45
3	Результаты исследования	48
3.1	Разработка водосберегающей технологии орошения риса на засоленных землях	48
3.2	Водосберегающая технология орошения риса на слабозасоленных землях	60
4	Определение нормативного уровня обеспеченности оросительной нормы риса экономической эффективности	69
4.1	Определение уровня обеспеченности оросительных норм риса	69
4.2	Определение экономической эффективности и нормативного уровня обеспеченности оросительной нормы риса	75
5	Улучшение экологической обстановки в бассейне Аральского моря	79
	Заключение	87
	Список использованных источников	90

Определения

В настоящей диссертации использованы следующие термины с соответствующими **определениями**:

Дренаж - удаление из корнеобитаемой зоны избытка воды и солей, создавая тем самым допустимый водно-солевой питательный и воздушный режимы для обеспечения нормальной вегетации растений;

Коллекторно – дренажная сеть – совокупность всех сбросных каналов находящийся на территории орошаемых земель;

Дренажный сток – это сток отводимые дренажными устройствами;

Бассейн реки (озера) - часть земной поверхности, включая толщу почво-грунтов, откуда происходит сток вод в отдельную реку, речную систему или озеро;

Внутригодовое распределение стока – распределение стока по частям года (сезонам, месяцам, декадам);

Водное хозяйство – отрасль науки и техники, занимающиеся вопросами учета, изучения, использования и охраны, а также борьбы с вредными воздействиями воды;

Водный режим – изменение во времени уровней и объемов воды в реках, озерах и болотах;

Водоносность рек – количество воды, проносимой реками в среднем за год;

Водопользование – использование водных ресурсов без изъятия их из водных объектов;

Водопотребление – использование водных ресурсов вне водных источников;

Водохозяйственный баланс – количественное сопоставление водных ресурсов с потребностями в воде в пределах какого – либо экономического района или физико-географического региона;

Гидрограф – график изменения во времени расходов воды за год или часть года (сезон, половодье или паводок);

Изменчивость стока – колебания величин стока во времени;

Охрана вод – мероприятия, имеющие целью сохранение количества и особенно качества поверхностных и подземных вод в интересах народного хозяйства;

Поверхностный сток – перемещение воды в процессе ее кругооборота в природе в форме стекания по земной поверхности;

Расход воды – объем воды, протекающий через живое сечение потока в единицу времени;

Речная сеть – часть гидрографической сети, образованная совокупностью всех рек, находящихся в пределах какой – либо территории

Речной сток – количество воды, протекающее в речном русле за какой – либо период.

Обозначения и сокращения

Q	- расход воды выраженная в $м^3/с$
$M_{Н.О}$, E	- норма водоотведения, суммарное испарение выраженные в $м^3/га$
$S_п$, $S_{гр}$, $S'_п$ и $S'_{гр}$	– исходное содержание солей в почвенном растворе, минерализация грунтовых вод, допустимое содержание солей в почвенном растворе и грунтовых водах, выраженные в г/л;
d	– показатель солеотдачи почв;
R	– ирригационный коэффициент поливной воды;
Д	– показатель дренированности рисовых системы;
$h_{гр}$	- глубина уровня грунтовых вод, при которой вероятность вторичного засоления почв грунтовых вод равна нулю выраженная в м;
Won	– оптимальная интенсивность фильтрации выраженная в $м^3/(сут·га)$
T	– водопроводимость покровных отложении выраженная в $м^2/сут$,
$К_i$	– ссоответственно коэффициент фильтрации выраженная в м/сут
$Н_i$	- мощность слагающих покровные отложение пород выраженная в м;
B, lg	– междренное расстояние и расстояние, учитывающее фильтрационное несовершенство дренажа выраженные в м;
$К_{В,О}$	- коэффициент водоотведения рисовой системы;
Мн.о, $М_В$	– норма водоотведения и норма водоотдачи на систему выраженные в $м^3/га$;
$А_{О.С}$	- объем выпавших на площади 1 га осадков выраженная в $м^3$;
$М_{Д.В}$	- объем дренажно – сбросных вод, повторно используемых на системе для полива риса и сопутствующих культур на площади 1 га, $м^3$;
$М_{Н,П}$	– норма водопотребности выраженная в $м^3/га$;
d_i , q_i , b_i	– коэффициенты использования поливной воды;

Введение

Актуальность работы. Актуальность исследований определяется исключительно важным значением водосбережения и комплексного использования водных ресурсов на оросительных системах, самой водоемкой отрасли, которая тесно связана с факторами оптимального управления, как природными, так и технологическими (антропогенными) процессами. Чтобы правильно управлять ими, необходимо знать механизм их воздействий, направленность, уметь прогнозировать ожидаемые результаты этих воздействий, располагать соответствующей научной и информационной базой.

Для обеспечения устойчивого социально-экономического развития Казахстана необходимо реализовать ряд мер по увеличению располагаемых водных ресурсов, улучшению качества, а также для достижения баланса между имеющимися водными ресурсами и потребностями в них водопотребителей и водопользователей.

В последние несколько десятилетия интенсивное развитие орошаемого земледелия, в Центральной Азии и Казахстане сосредоточено на землях предгорных участков равнины и по течению Амударьи и Сырдарьи, повлекла за собой все возрастающее безвозвратное изъятие вод из этих водных артерий, питающих Аральское море.

Основной причиной сложной экологической обстановки в Приаралье явилось крупномасштабное антропогенное вмешательство к природной сфере.

Интенсивное ирригационное освоение земель, расположенных вдоль р. Сырдарьи способствовало в Казахстанской части Приаралья, в последние два десятилетия, увеличению дефицита воды как по количественным, так и качественным показателям.

Современные мелиоративные системы низовья Сырдарьи изначально ориентированные на «жесткое» управление природной средой и водными ресурсами, на начальном этапе достигали существенного роста продукции сельскохозяйственных угодий. Затем прирост продукции стабилизировался на некотором уровне. После чего произошло падение биологической продуктивности почв и хозяйственной производительности орошаемых земель при резком обострении дефицита водных ресурсов, ухудшении их качества и нарушение экологического равновесия природной экосистемы речного бассейна.

Следует отметить, что оросительные системы низовья р. Сырдарьи расположены на прирусловых валах и речных террасах. Земли речных террас отличаются по дренированности и водопроводимости, почвы – по содержанию гумуса и питательным элементам, механическому составу и засоленности, что породило пестроту в урожайности культур в 2-3 раза, в пределах одной оросительной системы, перерасход поливной воды, снижение КПД

оросительных систем до 0,6 создало дефицит водных ресурсов и ухудшило экологическую обстановку в низовье реки Сырдарьи.

Оказалось, что параметры орошения и дренажа, агротехника, структура севооборота приемлемые для одних типов почв, например, первой надпойменной террасы не приемлемы для других типов почв - второй и третьей надпойменных террас. На землях первой надпойменной террасы высокая продуктивность земель обеспечивается в севооборотах с культурами коротким ротационным периодом, на второй и третьей надпойменной террасах – севообороты с длинными ротационными периодами. Весьма эффективны влагозарядковые поливы и запашка сидеритов на землях второй и третьей надпойменных террас и не дают эффекта на первой надпойменной террасы.

При мелиорации земель пойменно-дельтовых ландшафтов речных бассейнов нарушается сбалансированность природных процессов, исторически сложившееся в почвах равновесие, происходит изменение многих свойств почв (объемный вес, фильтрационные характеристики) носящее в большинстве случаев деградационный характер. А если учесть, что генезис почв, речных террас, прирусловых валов и дельт сильно меняется от аллювиально-луговых до остепеняющих и такыровидных, то процесс орошения вызывает различное неустойчивое состояние почв.

Ошибки мелиорации заключаются в том, что на этих землях были построены оросительные системы по типовым проектам, одинаковой конструкции, с параметрами орошения и дренажа под ведущую культуру севооборота - риса.

Поэтому и получилось так, что там, где построенная оросительная система способна сохранять свойства почв в условиях действующих возмущений, уровень плодородия почв не падает, урожайность культур остается высокой в течений многих десятилетий. На землях, где за счет мелиорации нарушаются свойства почвы, их буферность наблюдается вторичное засоление, заболачивание почв, выход земель из севооборота. Здесь принятая по типовому проекту конструкция оросительной системы, параметры орошения и дренажа, под ведущую культуру севооборота, не соответствуют генезису почв.

На этих землях нужно изменить параметры орошения и дренажа или структуры севооборота, с набором новых культур которые, соответствовали бы построенной конструкции оросительной системы.

Эффективное использование водно-земельных ресурсов находится в прямой зависимости от технического состояния оросительных систем. Кроме того, из-за ухудшения экологической обстановки в Кызылординской области, особенно в низовьях, в последние годы остро встает проблема обеспечения рационального природопользования на мелиорируемых землях указанного региона.

Недостаток пресной воды в Кызылординской области вызван засушливостью климата, преобладанием водоемких отраслей народного хозяйства, расточительным использованием имеющихся водных ресурсов, неравномерным их распределением по территории и по сезонам года, ростом

безвозвратного потребления, загрязнением источников. Наиболее острый дефицит воды ощущается в Приаралье.

Исследования проведены в рамках выполнения следующих проектах и программ:

«Внедрение водосберегающей технологии орошения риса на Кызыл-Ординском и Акдалинском массивах орошения», грант АЛМ – 2010-201 от 30 июня 2010г., дополнительное соглашение №1 от 29 ноября 2011 г. (№0101РК00211);

«Изучение и разработка параметров водообеспеченности орошаемых земель, повышающих урожайность культур и экономическую эффективность оросительных систем Казахстана» 2012-2014гг.(№ 0112РК00427).

«Разработка интегрированных технологий эколого-мелиоративного управления водно-земельными ресурсами для повышения продуктивности орошаемого земледелия в Казахстане» 2012—2014гг.

Личный вклад соискателя состоит в разработке программы и методики исследований и в проведении опытно-экспериментальных работ, в анализе и обобщении полученных результатов на агрофирмы «Бирлик» в качестве ответственного исполнителя. На разных этапах выполнения работ принимали участие научно-технический персонал кафедры «Водные ресурсы и мелиорация».

Цель и основные задачи докторской диссертации. Целью научно-исследовательской работы является - разработка водосберегающей технологий орошения риса рисовой оросительной системы, обеспечивающих высокоэффективное производство растениеводческой продукции в условиях жесткой экономии поливной воды и ухудшении мелиоративного состояния орошаемых земель

Исходя из поставленной цели основными задачами исследований являются:

сбор фондовых материалов о техническом состоянии оросительных систем Кызылординской области, оросительных норм и урожайности сельскохозяйсственных культур, норм водоотведения;

- установление критерии и оценка технического и эколого-мелиоративного состояния инженерных рисовых систем, влияющих на урожайность риса;

разработка водосберегающей технологии орошения риса на рисовых системах Казахстана;

установить показатели эффективности производства в условиях ухудшения экологической обстановки на засоленных землях Приаралье;

разработка методики экономической оценки уровня производства на рисовых системах;

установить пути улучшение экологической обстановки в бассейне Аральского моря.

Объект исследования. Объектом исследований являются сероземно-луговые засоленные почвы Кызылординской области, которые формируются при развитии орошения. По гидрологическим условиям средне и

слабозасоленные земли Кызылординской рисовой системы схожи с орошаемым землями Акдалинской рисовой системы, где состоящие оросительных систем и оросительные нормы и структура севооборота по многим показателям совпадают. Поэтому опытно – экспериментальные исследования по изучению водосбрегающей технологии орошения риса восполненье на Акдалинской рисовой системе.

Научная новизна. Научная новизна исследований и основные положения концепции выхода кризиса из Аральского состоят в следующем:

- разработана водосберегающая технология орошения риса, обеспечивающая повышение урожайности на 18% и снижение оросительной нормы на 25%;
- выявлено значение фильтрации воды из рисовых чеков на формирование водно-солевого режимов почв, минерализации воды, величины оросительной нормы и урожайность риса;
- установлен уровень водообеспеченности оросительной нормы риса, параметров орошения и дренажа рисовых систем;
- определена эффективность производства риса на рисовых оросительных системах и пути улучшения экологической обстановке в Приаралья.

На защиту выносятся:

1. Водосберегающая технология орошения риса на средне и слабозасоленных землях рисовых систем бассейнов рек Сырдарьи и Иле.
2. Значения фильтрации воды из рисовых чеков на водно – солевой режим рисовых полей.
3. Параметры водопотребление и водоотведение на рисовых системах бассейнов рек. Сырдарьи и Иле.
4. Водообеспеченность оросительных норм риса и продуктивность поливной воды.
5. Пути улучшения социально – экономических и экологических условий Приаралья.

Практическая значимость: диссертации заключается в внедрение результатов научных разработок в производство позволит: снизить водозабор на орошения риса на 460 млн $м^3$ воды в год; объем водоотведения с рисовых систем на 290 млн. $м^3$ воды в год; повысить урожайность риса на 4-5 ц/га; улучшить социально-экономические и экологические условия в Приаралье.

Материалы и методы исследований. Научные исследования проводили на базе опытно - экспериментальном участке агрофирмы «Бирлик» Алматинской области. Приборы и оборудование используемые при проведении НИОКР: вертушки ГР – 55, Нивелир, теодолит, солемер, водомерные рейки, водосливы Иванова, вегетационные сосуды ГГИ и др.

Методика проведения опытов по водоучету, водного и солевого режима и баланса ГГИ г. Ленинград 2001г., полевых опытов по изучении параметров орошения и дренажа, урожайность культур, их водопотребления Доспехова, издательство Агропромиздат.М 1998. Сбор материалов было в

водохозяйственных организациях областных департаментов с/х, гидромет, Казгипроводхоз и др.

В Кызылординской области по данным акимата области необходимо разработать и внедрить в производство современные, передовые водосберегающие технологии возделывания риса: усовершенствованные технология возделывания риса путем комбинации лазерной планировки почвы с методом провокации сорняков и последующей обработкой почвы фрезой или чизелем, минимально-нулевая технология обработки почвы, гребнево-бороздковая технология возделывания риса. Это технология дает возможность снизить расход воды (до 20-40%) для орошения.

Развитие орошаемого земледелия требует комплексного развития мелиоративного строительства и соответствующего обеспечения всех других звеньев орошаемого земледелия и воспроизводства естественных ресурсов воды, плодородия почв, трудовых ресурсов и др. Орошаемое земледелие отличается от богарного значительно более высокой материалоемкостью, трудоемкостью и наукоемкостью. Оно должно быть обеспечено специальными технологиями возделывания приспособленных для поливного земледелия сортов растений, соответствующими удобрениями, машинами для полива и сигнальными системами слежения за влажностью почвы в корневой зоне растений. Должно быть специальное научное обеспечение службы информации для хозяйств, оперативной ремонтной службы для оросительной, дренажно-коллекторной сети, текущих планировок поверхности орошаемых земель и т.д.

Исходные материалы исследований. Исходными данными исследований являются опытно-экспериментальные исследования автора в агрофирмы «Бирлик» а также материалы областного коммунального государственного предприятия «Кызылордаводхоз», департамента сельского хозяйства Кызылординской области, труды отечественных и зарубежных ученых.

Диссертационные исследования были связаны с реализацией планов научно-исследовательских работ Казахского национального аграрного университета и ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рисоводства».

Апробация работы.

Основные результаты диссертационной работы были доложены на:

Международной научно-практической конференции магистрантов, докторантов PhD и молодых ученых «Проблемы вододеления и пути улучшения качества трансграничных рек Казахстана» (Алматы, 2012);

Международной научно-практической конференции «Международный фонд спасения Арала - 20лет на пути сотрудничества» (Алматы, 2013);

Международной научно-практической конференции «Перспективные технологии возделывания масличных зернобобовых культур и Изумурудирование плодородия почвы» (Алматы, 2013);

Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы гидрогеологии и инженерной геологии на современном этапе» (Алматы, КазНТУ, 2012);

Зарубежной международной научно-практической конференции «Veda mladych 2013» (Чехия, 2013);

Зарубежной международной научно-практической конференции «Rozvoj medzinárodnej spolupráce za účelom transferu a implementácie výsledkov výskumu a vývoja do vzdelávacích programov» (Польша, Краков, 2014);

Ближно-зарубежной международной научно-практической конференции «Современные проблемы водного хозяйства, инженерного-коммуникационных систем и экология» (Азердбайжан, Баку 2014).

Публикация.

Основные результаты исследований опубликованы 10 научно-исследовательских работах, в том числе индексированном журнале «Life Science».

Объем работы.

Данная диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературных источников, содержит 97 страниц, иллюстрирована 10 рисунками и 47 таблицами.

1 Современное состояние и пути решения водохозяйственных проблем Приаралья

1.1 Причины ухудшения экологического состояния Приаралья

Бассейн Аральского моря, расположенный в самом сердце Центральной Азии является уникальной экологической системой региона. Поверхностные водные ресурсы, берут начало и формируется из бассейнов двух основных рек – Амударья, Сырдарья. Веше указанные реки формируется в горах Тянь-Шаня и Памира, далее протекают по территории Афганистана, Казахстана, Киргизстана, Таджикстана, Туркменистана и Узбекистана. Водные ресурсы бассейна Аральского моря включают поверхностные воды, вечные ледники, а также подземные воды. Отдельные гидрографические бассейны образуют реки Кашкадарья, Заравшан, Мургаб, Теджен, Шу, Талас. Эти реки много столетий назад потеряли связь с реками Сырдарья и Амударья [1].

Основной целью широкого развития орошения земель в бассейне Аральского моря в XX веке вплоть до распада СССР было создание собственной базы хлопка-сырца и избавление текстильной промышленности от его импорта. Решение проблемы хлопковой независимости было достигнуто самой высокой ценой за всю многовековую историю развития орошаемых земель в бассейне Аральского моря. Увеличение производства хлопка было обеспечено за счет коллективизации и обобществления земельных ресурсов, что полностью исключило из хозяйственного механизма человека – хозяина с его личной заинтересованностью. Труд стал, по существу, подневольным и это привело к самым тяжелым последствиям [2, 3]. Практически было разрушено веками отработанное отношение человека к природе и утерян многовековой опыт орошения. Эффективность использования земельных и водных ресурсов резко снизилась. Низкий технический уровень оросительных систем, строительство дренажа и создание замкнутого водооборота и солеоборота (отвод минерализованных дренажных вод обратно в источники орошения и повторное их использование для полива) привели к нарушению состояния и функционирования всей природной системы бассейна Аральского моря.

Согласно последним данным, засоленность моря увеличилась в пять раз. Это, в свою очередь, привело к исчезновению рыбы. Высыхание Арала сказалось не только на прибрежных районах, где рыбацкие хижины остались пустовать далеко от нынешних берегов (таблица 1.1). Раньше в Приаралье царствовал континентальный климат. Арал выступал в роли своеобразного Изумурудятора, смягчая усиленность ветра зимой и уменьшая интенсивность жара в летние месяцы. [4].

В Казахстане в начале 90-х годов орошаемые земли, занимая почти 6% пашни, обеспечивали примерно треть (в южных регионах 2/3 и более) всей растениеводческой продукции.

Таблица 1.1 – Сравнительные данные снижения гидрологических показателей

Показатели	По годам							
	1960	1990	2003	2005	2007	2009	2010	2012
Уровень воды, м	53,40	38,24	31,0					
Объём, км^3	1083	323	112,8		75			
Площадь поверхности, тыс.км^2	68,90	36,8	18,24	17,2	14, 183	10,579	11,8	13,9
Минерализация, ‰	9,90	29	78,0	91	100			
Сток, км^3/год	63	12,5	3,2					

В этот период площадь ирригационно-подготовленных орошаемых земель составляла 2380 тыс. га и из них фактически использовались по назначению 2194 тыс. га (или 92%). В 2012 году из имеющихся в наличии 2085 тыс. га орошаемых земель под посевы культур использовалось 1422 тыс. га (или 68%). При этом 250 тыс. га используемых орошаемых земель характеризуются как низко – продуктивные. Доля орошаемых земель с хорошим мелиоративным состоянием составляет 574 тыс. га или 40,4% используемых орошаемых земель, что свидетельствует о ее низком уровне эксплуатации. Ирригация для засушливых регионов Казахстана не имеет альтернативы и является основой жизнедеятельности сельского населения. Выращивание сельскохозяйственных культур на орошаемых землях позволяет товаропроизводителям вести устойчивое их производство [5].

На орошаемых землях различных стран мира с высокой ирригационной технологией и техникой полива продуктивность поливной воды достигает от 2,5 до 6,0 кг сельскохозяйственной продукции на 1 м^3 поданной воды, а удельные затраты воды составляют от 0,15 до 0,6 м^3 на 1 кг выращенного урожая [5,6].

В Казахстане эти показатели по регионам составляют от 0,4 до 0,8 кг на 1 м^3 оросительной воды, а удельные затраты превышают 2,4 м^3 воды на 1 кг произведенной продукции. Поливная вода используется не рационально: затраты воды на 1 га составляют от 9500 до 10500 м^3, а на рисовых полях до 36,0 тыс. м^3.

В большинстве случаев объемы использования воды на орошение превзошли пределы допустимого уровня их изъятия из источников орошения. Это привело к деградации речных бассейнов особенно в низовьях рек: Сырдарьи, Шу, Таласа, Или и т.д [6]. В настоящее время защиту речных бассейнов от дальнейшей деградации пытаются решать за счет мероприятий по сокращению норм изъятия речных вод на орошение, повышения КПД

оросительной сети и применения водосберегающих способов полива [7,8]. Реализация данной идеи возможна при комплексной реконструкции систем орошения. При этом режим работы водохранилищ и динамика изъятия речного стока на орошение должны обеспечивать формирование расчетных параметров экологического стока в речных системах.

Неизбежность развития деградационных процессов (загрязнение, истощение водных ресурсов) в орошаемых регионах Южного Казахстана предопределена тем, что при строительстве и эксплуатации ирригационных систем исходили, прежде всего, из безусловной необходимости максимального получения растениеводческой продукции, путем внесения высоких доз минеральных удобрений, создания отрицательного солевого баланса за счет отвода большого объема дренажных вод (20-40% от водозабора) за пределы ирригационных систем [9]. Эти воды, как правило, возвращаются в источники орошения (русло рек), поэтому их качество ухудшается по течению рек.

1.2 Пути улучшение водохозяйственных проблем

В связи с результатами моделирования перспективы водно-экологической обстановки в Центральной Азии и Казахстане можно сказать что в 2030-2034 гг, располгаемые водные ресурсы могут уменьшиться примерно на 7-10 км^3 по Амударье и 1-2 км^3 по Сырдарье. При этом уменшение в маловодные годы может достич соотвественно 13-15 и 2-4км^3 в год сответствено. На основе сопоставления этих цифр учитывая рост численность населения, обеспеченность водой на одного человека составит в оптимистическом варианте 1800 м^3/чел в год или 1400 м^3/чел в пессимитиеском случае против нынешних 2430 м^3/чел. Это на одну треть меньше по сравнению с нынешним положением. Это означает, что для нормального выживания в этих условиях необходимо снизить удельные затраты воды по крайней мере на 15-20% и резко поднять продуктивность использования воды. Работа на местах показывает, что это вполне достижимые показатели. В плане водосбережения должно быть особое место уделено внедрению новой техники полива, для чего целесобразно возобновить имевшееся районирование использования капельного, мелкодисперсного и других видов орошения, включая возврат к использованию гибких шлангов. Следует иметь в виду, что это внедрение должно ориентироваться на экономические интересы фермеров и выбор техники полива должен избежать шаблона, ибо огульное применение, например, капельного орошения, может вызвать убытки фермеров и дополнительную потребность в электроэнергии в государствах. Обязательным условием развития программы водосбережения должно быть введение экономическго механизма, например, в виде оплаты услуг за подачу воды по объемному методу со ступенчатым тарифом, связанным с эконмией или перерасходом воды. Такой подход развивается в настоящее время в Узбекистане [10].

Ученые Казахского научно-исследовательского института Р.И. Вагапов, Т.Т. Ибраев, О.К. Карлыханов рассматривали методы по решению проблемы в

Казахстанской части Аральского моря проводили крупные мероприятия по реконструкции существующих гидротехнических сооружений и строительству новых в рамках проектов РРССАМ 1 и 2 (Изумурудирование русла реки Сырдарьи и Северного Аральского моря). Проектом РРССАМ-2 предусмотрено расширение водохозяйственных мероприятий в низовьях реки Сырдарьи и Малом Арале для стабилизации и улучшения экологической обстановки в регионе. Одним из мероприятий по выше указанному Проекту является поднятие уровня воды Малого Арала, отметка которого в настоящее время находится в 42 мабс. По Проекту разработан двухуровневый каскад, первый – залив Сарышыганак с отметкой уровня воды 46 мабс., и второй – Малый Арал с отметкой 42 м. [11,12,13].

В «Основных положениях концепции улучшения социально-экономического и экологического состояния в Приаралье», утвержденных главами пяти государств Центральной Азии, подчеркивались невозможность восстановления Аральского моря в его первоначальном состоянии и необходимость осуществления комплекса мероприятий, направленных на создание новой устойчивой природно-хозяйственной системы Приаралья путем обводнения, лесомелиорации и других работ [14,15]. Концепция возрождения Казахстанского Приаралья получила развитие в программе создания на его территории трех экологически устойчивых зон (локальных природно-хозяйственных систем - ПХС): дельты Сырдарьи, части осушенного дна моря, акватории Малого (Северного) Аральского моря. Реабилитации выделенных по бассейновому принципу ПХС предполагает проведение комплекса водно-экологических мероприятий, нацеленных на восстановление естественных озер в дельте, создание искусственных водоемов на осушенном дне моря, стабилизацию уровня и опреснение вод Северного Аральского моря. Приоритетным в проектах водохозяйственной реконструкции определены две озерные системы Дельтовой ПХС – Камыслыбасская и Акшатауская и две Приморской ПХС – Правобережная и Левобережная. Каждая из озерных систем ОС представляет собой совокупность отдельных озер и болот, связанных сложной сетью естественных проток и искусственных каналов [15].

В настоящей работе дается оценка степени водообеспеченности компонентов ПХС Приаралья при различных схемах распределения речного притока в дельту Сырдарии. В качестве показателей водообеспеченноти использованы критерии надежности, уязвимости и риска водообеспечения. Под надежностью здесь понимается вероятность безотказного удовлетворения спроса на воду компонента ПХС по относительному числу бесперебойных лет. Уязвимость и риск водообеспечения характеризует соответственно максимальное и средневзвешенное значения неодачи воды компоненту в долях годового спроса на воду [16,17,18,19,15].

Опыт эксплуатации систем орошения показывает, что на современных ирригационных системах размеры водозабора из источников орошения предопределяются их водностью, потребностями выращиваемых культур и изменяются в широких пределах (5-25 тыс. $м^3$/га). При этом установлено, что

растения используют около 30-35% воды забранной из источников орошения [20,7]. Остальная часть расходуется на технологические потери (фильтрация в каналах, инфильтрация на орошаемых землях, физическое испарение, сброс) при транспортировке воды от источников орошения до корнеобитаемого слоя почв. Количественные показатели этих потерь характеризуют технический уровень оросительной сети, эффективность используемых способов полива и работу эксплуатационной службы. Низкий коэффициент полезного использования воды вынуждает водопользователя увеличивать размеры водозабора до 30%, что приводит к снижению оросительной возможности источников орошения или сокращению площади поливаемых земель. Низкая эффективность нынешней водохозяйственной деятельности на орошаемых землях объясняется также тем, что она направлена на достижение промежуточных, сиюминутных целей, которые не обеспечивают целостного решения водохозяйственных задач, в то время, как устойчивое водопользование должно базироваться на балансе экономических, социальных и экологических интересов региона. Решение этой «триединой» задачи, основанное на интегрированном использовании водных ресурсов и составной частью которого является водосбережение, позволит повысить продуктивность орошаемых земель и поливной воды на оросительных системах, создаст условия, необходимые для устойчивого развития аграрного сектора экономики, составляющими которого являются экономический рост, социальный прогресс, продовольственная и экологическая безопасность страны [5-8].

В условиях Казахстана, где износ ирригационных систем превышает 70%, проблему их ускоренного переустройства целесообразно решать не за счет повсеместного внедрения дорогостоящих технических решений, которые могут привести к возникновению вторичных проблем (загрязнению вод, деградации почв), но и путем управления ландшафтами орошаемых территорий, когда почву и грунтовые воды необходимо рассматривать как единую взаимосвязанную систему.

Поэтому на современном этапе развития и использования оросительных систем многие страны мира начали применять методы интегрированного использования водных ресурсов (поверхностными, грунтовыми, сточными и дренажно-строенными).

Казахстан географически расположен в низовьях основных речных бассейнов и, в большей степени, подвержен экологическим и социально-экономическим проблемам, в связи со снижением объема поступающих водных ресурсов и неудовлетворительным качеством речного стока, что является одной из основных причин снижения урожайности и ухудшения качества растениеводческой продукции [6-21].

1.3 Иностранные опыты возделывания риса

Опыт рисосеющих хозяйств убедительно показывает, что на засоленных землях при соответствующей технологии возделывания и действии дренажа

можно получать высокие и устойчивые урожаи риса. Способность риса произрастать на засоленных землях подтверждена практикой рисосеяния как у нас в стране, так и за рубежом. Высокие урожаи получают в Гвиане, где рис выращивают на тяжелых аллювиальных глинистых почвах, содержащих большое количество натрия и магния. Выращивание риса на мелиоративно-неблагополучных землях широко развито в Индии, Японии, Франции, Пакистане, Китае, Италии, Венгрии и других странах [21, 22, 23, 24-32].

В Индии возделывают рис на почвах, в которых содержание бикарбоната натрия превышает 0,2%, хлористого натрия – 0,4% и сернокислого натрия – 0,8%. Есть индийские сорта, которые наиболее выносливы к засолению: Садамонда №55-308, Хохла № 55-940 и Бахра № 54-15-5. Их можно выращивать на почвах с общим содержанием солей от 0,5 до 4,5%. Во Франции возделываемая культура риса с затоплением позволила освоить засоленные земли в дельте реки Камерги. В Египте хлопчатник возделывается после периодических промывок засоленных почв с помощью культуры риса [23, 25-31].

В Пакистане на засоленных почвах рис выращивался 3 года подряд. За 15 лет было введено в сельскохозяйственный оборот более 100 тыс. га. Но высокое стояние грунтовых вод и отсутствие дренажа привело к тому, что примерно на такой же площади прилегающей территории мелиоративное состояние земель было ухудшено [33]. В то же время, в результате применения промывок с последующим возделыванием риса на фоне глубокого горизонтального дренажа, сильно засоленные почвы дельты Нила были успешно освоены и превращены в цветущие оазисы.

На ферме Индийского сельскохозяйственного института в Дели в течение четырех лет были проведены опыты по рассолению почв путем постоянного покрытия поверхности почвы растениями (чередование культур: рис-пшеница или ячмень-горох). Урожай риса при этом чередовании культур составил 1,57-1,78 т/га. Постоянное покрытие растениями поверхности почвы способствовало сокращению накоплению солей в почве в местах с высоким стоянием уровня грунтовых вод. В условиях штата Андхра Прадеш (Индия) перед посевом риса на засоленных землях рекомендуется смыв верхнего наиболее засоленного слоя почвы [23].

В Японии перед посевом риса проводят предварительное затопление почвы. К посеву риса приступают в том случае, если 0-10 см слой почвы достаточно опреснен [33]. В Румынии для рассоления более глубоких горизонтов почвогрунтов в пойме реки Дуная рекомендуется непрерывно возделывать рис в течение 5 лет. В Венгрии проблема рассоления земель была решена внедрением так называемого травяного и прудового землеоборота, при котором поля используются 3 года как пруды, 2 года под посевами люцерны и 3 года под посевами риса. В итоге достигается повышение плодородия засоленных почв. С таких участков на каждом гектаре получают урожаи риса по 3,5-4,0 т, сена люцерны – 200 т, рыбы с прудов до 0,7 т [23].

1.4 Рисоводства в Казахстане

Бессменные ирригационное освоение орошаемых земель, расположенных вдаль р. Сырдарьи, в частности в Приаралье способствовало увеличению дефицита воды.

Рисоводство сейчас находится на пороге нового этапа, которое должно обеспечить его эффективное развитие в условиях рыночной открытой экономики, поэтому логика дальнейших экономических преобразований требует перехода на новое качество роста в аграрной сфере путем внедрения новых инновационных агротехнологий и параметров орошения, способствующих повышению продуктивности рисовых систем [2].

Рисоводство – это составляющая часть сельского хозяйства, занимающейся возделыванием рисовых культур. Как известно основным рисосеющим районом Республики Казахстан является Кызылординская область. Всего в 2012 году посевная площадь риса по республике составляла 93,5 тыс. га, из них был засеяно 77,4 тыс.га в Кзылординской области [34]. Посевы риса расположены в инженерно - подготовленных орошаемых землях в пойме реки Сырдарья.

Кызылординская область находится в поясе азиатских пустынь вдоль нижнего течения реки Сырдарьи, впадающей в Аральское море, входит в состав равнинной Туранской низменности. Сумма атмосферных осадков в течение года не превышает 100 мм. В период вегетации их практически не бывает. Годовая сумма средних суточных температур 3500...4000° С. При соблюдений нынешней технологии выращивания риса обеспеченность поливной водой вегетационного периода оценивается до 60-65% [35]. Доведение обеспеченности до 100%, путем внедрения различных водосберегающих технологий в настоящее время является актуальной.

В при Возделывание риса, производственных условиях создают проточность и сбросы воды с рисовых чеков, которые переполняют дренажно-сбросные каналы, что вызывает подъем уровня грунтовых вод и вторичное засоление орошаемых земель рисовых систем [36].

Создаваемая проточность воды на рисовых чеках, когда открыты водовыпуски из оросителя в рисовые чеки и из чеков в сбросной канал, снижает температуру воды в чеках до оросительной - 22-23^{0}С и в период уборки, стеблестой остается зеленым, зерно в метелках полностью не вызревает. При проточности воды выносится до 30% вносимые минеральные удобрения, увеличивается оросительная норма на 20-25%, снижается урожайность риса на 15-18% [37, 35].

В условиях дефицита сумма положительных температур, близкого залегания минерализованной грунтовой воды и достаточно большой минерализованности оросительной воды (в пределах 1 г/л) для выращивания риса эти выше перечисленные факторы играют решающую роль. Для решения этих проблем необходимо найти способы повышения температуры воды, сохранения питательных веществ и водосбережения в чеках. Кроме того, нужно учитывать высотные расположения рисовых чеков в зависимости от рельефа

местности и инфильтрационную способность почвы. Исследования, охватывающие эти требования для данного региона до сих пор не были проведены [38].

Следует отметить, что рисовые оросительные системы низовья р. Сырдарьи, Иле, Каратал расположены на прирусловых валах и речных террасах. Земли речных террас отличаются по дренированности и водопроводимости, почвы – по содержанию гумуса, питательным элементам, механическому составу и засоленности. Все это породило пестроту в урожайности культур в 2-3 раза, в пределах одной оросительной системы [39-49].

При мелиорации земель пойменно-дельтовых ландшафтов речных бассейнов нарушается сбалансированность природных процессов, исторически сложившееся в почвах равновесие, происходит изменение многих свойств (объемный вес, фильтрационные характеристики), носящее, в большинстве случаев деградационный характер. А если учесть, что при поливе риса происходит подъем уровня грунтовых вод с высокой минерализацией 8-10 г/л, а эффективность работы дренажа очень низкая, то внутри рисовой системы, особенно на низких участках, отмечается вторичное засоление почв [50,51, 54, 55,56].

Главной составляющей ирригационного фактора, влияющей на водно-солевой режим рек, стал сток коллекторно-дренажных вод, минерализация которых в некоторых районах достигает 20 г/л, а годовой объем составляет одну четвертую часть всего стока в Аральском регионе. В составе речного стока доля коллекторно-дренажных вод стала доходить в низовьях до 40-60%. Таким образом, коллекторно-дренажный сток стал основным звеном в технологической цепи орошаемого земледелия, которое привело к мобилизации огромных масс солей, накопившихся ранее в ландшафтах, и перераспределению их на огромной территории Аральского бассейна [32, 57, 58].

Основная зона рисосеяния в Казахстане – низовьях р. Сырдарьи. Иссушение Аральского моря в этом регионе вызывает экологическую катастрофу не только в геофизическом и метеорологическом аспектах, но и нарушает экологические и биологическое равновесие. Техническое состояние оросительных и коллекторно-дренажных сетей и их КПД остаются на низком уровне (не выше 0,60) из-за износа ирригационных сооружений, каналов идр., т.е. 40% поливной воды теряется из-за несовершенства оросительной сети. Фильтрационные потери каналов, неудовлетворительное состояние коллекторно-сбросной и дренажной сети, приводящие к ежегодному приращению уровня грунтовых вод (УГВ), усугубляют сложившуюся гидрогеолого-мелиоративную обстановку на орошаемых землях. Это становится причиной деградации орошаемых земель. Кроме того, за эти теряемые 40% поливной воды производится оплаты огромной суммы за услуги по подаче оросительной воды [59,60].

До освоения рисовых массивов (Тогускенский, Жанакоргано-Шиелийский, Кызылординский, Казалинский), т.е. до 1965-1966 гг., режим грунтовых вод зависел от природных факторов и складывался по гидрологическому типу и подтипу. Основным источником питания грунтовых вод была р. Сырдарья и в меньшей степени – атмосферные осадки. До 1974г. Мелиоративное состояние земель было относительно стабильным и благополучным. УГВ находился на глубин 4-6 м. и глубже от поверхности почвы. Годовая амплитуда колебания уровня грунтовых вод находилась в пределах 0,4-0,6м.

Длительное (1965-2014гг.) возделывание риса в условиях Приаралья способствовало общему поднятию уровня грунтовых вод на полях, где возделывались рис, и на смежных полях естественных агрофитоценозов, где рис не возделывался. Период (1980-1985гг.) когда рис не возделывали на площади 90-100 тыс.га оказал существенное влияние на поднятие УГВ. Так , в 1990-2000гг., как результат этого процесса, резко возросла площадь (199,5-221,3 тыс.га) сельхозугодий, где УГВ оказался в пределах 2-3м. Одновременно возрос и уровень их минерализации – до 1-3 и более 5 г/л. Посевная площадь риса постепенно снизилась. Однако возросла минерализация грунтовых вод и площадь сельхозугодий с минерализацией ГВ более 5 г/л. (таблица 1.2) [59-61].

Таблица 1.2 – Динамика уровня грунтовых вод и их минерализация а контролируемых орошаемых землях Кызылординской области

Периоды определения	Годы					
	1999	2000	2005	2010	2013	2014
Уровень грунтовых вод						
Март (перед посевом)	2,61	2,69	2,56	2,49	2,55	2,49
Июнь (в период вегетации)	1,57	1,86	1,56	1,64	1,61	1,64
Июль (в период вегетации)	1,46	1,60	1,44	1,52	1,51	1,52
Октябрь (после уборки)	2,02	2,30	2,14	2,18	2,07	2,23
Минерализация грунтовых вод						
Март	3,90	3,93	5,67	6,81	7,85	8,36
Июнь	3,36	3,58	6,09	8,59	6,35	5,77
Октябрь	3,85	5,28	6,67	9,78	8,35	6,46

В связи с этим, для предотвращения ухудшения агромелиоративного состояния орошаемых земель и дальнейшего развития рисоводства необходимо решить ряд проблем, которые способствуют повышению культуры земледелия:

- довести до проектных отметок параметры коллекторно-дренажной сети;
- выполнить мелиоративные мероприятия по снижению фильтрационных вод из насыпных каналов путем устройства закрытого дренажа и отсечных дрен вдоль распределителя;
- восстановить работу скважин вертикального дренажа;

- рационально использовать имеющиеся водные ресурсы, сократить в определенной степени водопотребление при росте конечных продуктов (зерна) рисоводства;

- уменьшит объем неочищенных поливных и сбросных вод, снизить количество в них токсичных компонентов;

- осуществить комплекс мероприятий по улучшению мелиоративного состояния инженерного–подготовленных орошаемых земель, реконструировать гидротехнического сооружения;

- внедрить агроэкологически обоснованную сортовую технологию возделывания риса на основе биологизации земледелия и оптимазации режима орошения, доз, сроков и способов внесения минеральных удобрений;

- систематически повышает и воспроизводить плодородие почв рисового севооборота, что должна стать основным законом земледелия в условиях Казахстанского Приаралья [61].

Основной укороченного режима затопления посевов риса является тот факт, при котором набухание и наклевывание семян риса происходит под слоем воды, а прорастание семян происходит при отсутствии слоя воды. Водный режим такого вида (УВР)- укороченный водный режим во время посева риса повышает густоту всходов и эффективен по урожайности в сравнении с традиционным режимом возделывания риса. Режим такого типа соответствует биологическим особенностям и потребностям растений риса при выращивание, также повышается густота его состояния на 20%. По результатам наблюдении КазНИИЗем на Каратальском массиве рисосеяния оросительная норма для риса при укороченном сроке затопления составила 28 тыс. $м^3$/га, при обычном затоплении – 31,4, а при проточном – 4,14 тыс. $м^3$/га. При УВР величина оросительной нормы для риса составляет 18 тыс. $м^3$/га, а при простом режиме затопления – 35-40 тыс. $м^3$/га [62].

Рисовые системы бассейна р. Сырдарьи изначально ориентированные на «жесткое» управление природной средой и водными ресурсами, на начальном этапе достигали существенного роста продукции сельскохозяйственных угодий. Затем прирост продукции стабилизировался на некотором уровне, после чего произошло падение биологической продуктивности почв и хозяйственной производительности рисовых систем. В последние годы более 20% инженерных рисовых систем вышли из сельхозоборота по причине вторичного засоления и недостаточной водообеспеченности [50,51].

Ранее были выполненных исследования на засоленных землях ТОО «Каптагай и К» Шиелийском районе Кызылординской области [63]. Опыты по изучению продуктивности риса на засоленных землях проводились на сильнозасоленных землях (солончаках), с содержанием солей в пахотном слое 1,390÷2,313% по плотному остатку, тип засоления сульфатно-хлоридно-натриевый. Почвы тяжелые суглинки с объемным весом более 1,5 г/см3 и удельным весом – 2,76÷2,80 г/см3. Коэффициент фильтрации почвогрунтов низкий, менее 0,2 м/сут. Почвы благоприятные для возделывания риса.

Результаты показывают показывает, что расход воды на один гектар посева риса за вегетационный период составил на производственных посевах – 29860 м3/га, на изучаемых вариантах режима орошения риса при постоянном затоплении без смены воды в рисовом чеке - 25080 м3/га, со сменой воды - 26060 м3/га; при укороченном затоплении без смены воды - 25840 м3/га, со сменой воды -26870 м3/га, (таблица 1.5). Данные таблицы 1 свидетельствует о возможном сокращении водных ресурсов при возделывании риса на засоленных землях 20% и более, без потери урожайности.

Большие объемы подачи воды на посевах риса в производственных условиях вызваны неоправданными сбросами воды с рисовых чеков, которые переполняют дренажно-сбросные каналы, снижая их мелиорирующее действие, что вызывает подъем уровня грунтовых вод и вторичное засоление земель рисовых систем. Минерализация воды оросительной и дренажно – сбросного стока изменяется в зависимости от режима орошения риса и технологии полива (затопления). В период затопления рисовых чеков минерализация воды в картовых оросителях составляет - 1,037 г/л в дренособирателях – 3,260 г/л и в коллекторе – 3,001 г/л (таблица 1.3).

На вариантах постоянного и укороченного затопления со сменной воды в период всходов растений риса средняя минерализация воды в рисовых чеках в период всходов составляет 1,501-1,679 г/л, а без смены воды 2,071-2,368 г/л (таблица 1.4), в остальные фазы вегетации, при такой минерализации не отмечается ухудшение состояния растений риса и внешней среды при образовании вегетативных и генеративных органов. На рисовых чеках, при постоянном и укороченном режимах орошения, без смены воды в рисовых чеках, минерализация воды в период всходов растений риса в отдельные дни повышается до - 2,801-2,911 г/л (таблица 1.4), в остальные фазы – вегетации до 3,743-3,822 г/л. При затоплениях со сменой воды, за счет водоподачи минерализация воды в чеках снижается и в конце оросительного периода средняя минерализация воды составляет на вариантах постоянного затопления - 2,071 г/л, укороченного затопления – 3,208 г/л, а максимальные значения соответственно 2,814 г/л и 3,001 г/л (таблица 1.4).

При постоянном затоплении со сменой воды в период всходов, густота растений риса после всходов составляет 103-127 растений на $м^2$ (таблица 1.4), средняя - 108 растений на $м^2$, перед уборкой урожая риса – 101-114 шт/$м^2$, средняя – 104 растений на $м^2$; без смены воды эти показатели составляют, соответственно – 89-113 и 87-96 растений на $м^2$ средние - 103 и 92 растений на один $м^2$. Разница между вариантами, перед уборкой урожая риса составляет 12%. При режиме орошения риса - укороченном затоплении со сменой воды в период всходов густота растений после всходов составляет 125-147 растений на $м^2$, перед уборкой урожая риса – 118-132 шт/$м^2$; без смены воды- соответственно 117-136 растений на $м^2$ и 104-123 шт/$м^2$. Средняя густота стояния растений риса перед уборкой урожая составляет соответственно 120 и 108 шт/$м^2$ разница между вариантами в среднем составляет 12 растений на $м^2$ (табл. 1.4).

Таблица 1.3 – Минерализация воды в оросительных, дренажно-сбросных каналах рисовых чеков и грунтовых вод опытного участка ТОО «Каптагай».

№ п/п	Проба воды	Анализ воды в $\frac{г/л}{м.экв.}$ на абсолютно сухую почву									
		Сумма солей, %	PH	Щелочность		Cl^-	SO_4^{-2}	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^+	K^+
				Общая в HCO_3^-	От нормальных карбонатов с CO_3^-						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Ороситель	1,037	8,50	0,195 / 3,20	нет	0,089 / 2,51	0,474 / 9,88	0,110 / 5,50	0,073 / 6,00	0,091 / 3,96	0,005 / 0,13
		1,148	8.57	0,161 / 2,64	нет	0,100 / 2,82	0,566 / 11,79	0,12 / 6,00	0,067 / 5,51	0,129 / 5,61	0,005 / 0,13
2	Чек №1 44 карта	1,180	8.25	0,161 / 2,64	нет	0,095 / 2,68	0,603 / 12,56	0,110 / 5,50	0,085 / 6,99	0,121 / 5,26	0,005 / 0,13
3	Чек №1 42 карта	1,283	7.89	0,063 / 1,03	нет	0,113 / 3,19	0,744 / 15,49	0,120 / 6,00	0,085 / 6,99	0,150 / 6,52	0,008 / 0,20
4	Чек №1 39 карта	1,026	8.40	0,102 / 1,67	нет	0,092 / 2,59	0,542 / 11,30	0,100 / 5,00	0,061 / 5,02	0,125 / 5,44	0,004 / 0,10
5	Чек № 1 38 карта	1,042	8.09	0,166 / 2,72	нет	0,089 / 2,51	0,500 / 10,42	0,100 / 5,00	0,067 / 5,51	0,116 / 5,04	0,004 / 0,10
6	Пьезометр №1 (рис)	2,071	8,01	0,473 / 7,75	нет	0,146 / 4,12	0,883 / 18,40	0,290 / 14,50	0,097 / 7,98	0,175 / 7,61	0,007 / 0,18
		1,891	8.36	0,102 / 1,67	нет	0,203 / 5,72	1,054 / 21,96	0,18 / 9,00	0,134 / 11,02	0,210 / 9,13	0,008 / 0,20

продолжение таблицы – 1.3

1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7	Пьезометр №2 (люцерна)	1,864	8,12	0,346 / 5,67	0,005 / 0,17	0,151 / 4,26	0,842 / 17,55	0,220 / 11,00	0,091 / 7,48	0,197 / 8,57	0,017 / 0,43
		1,369	8.36	0,102 / 1,67	нет	0,116 / 3,27	0,755 / 15,73	0,120 / 6,00	0,073 / 6,00	0,194 / 8,44	0,009 / 0,23
8	Дренособиратель1	3,260	8,15	0,224 / 3,67	нет	0,240 / 6,77	1,862 / 38,79	0,400 / 20,00	0,182 / 14,97	0,294 / 12,78	0,058 / 1,48
		2,922	8.43	0,234 / 3,84	нет	0,265 / 7,47	1,587 / 33,07	0,240 / 12,00	0,207 / 17,02	0,419 / 18,22	0,007 / 0,18
9	Дренособиратель 2	3,123	8.50	0,366 / 6,00	нет	0,286 / 8,07	1,599 / 33,32	0,240 / 12,00	0,161 / 2,64	0,419 / 18,22	0,006 / 0,15
10	Коллектор	3,001	7,9	0,356 / 5,83	0,005 / 0,17	0,259 / 7,30	1,555 / 32,40	0,320 / 16,0	0,194 / 15,95	0,306 / 13,30	0,011 / 0,28
		3,203	8.30	0,303 / 4,97	0,002 / 0,07	0,338 / 9,53	1,625 / 33,86	0,320 / 16,00	0,146 / 12,01	0,464 / 20,17	0,007 / 0,18

Смена воды в рисовых чеках в период прорастания-всходов снижает концентрацию солей в воде рисовых чеков и увеличивает густоту стояния растений риса на 12%, а между вариантами постоянного и укороченного затопления со сменой воды на 16 - растений на один м^2.

Таблица 1.4 – Минерализация воды в рисовых чеках и густота стояния растений риса в период всходов и перед уборкой урожая на засоленных землях опытного участка.

Режимы орошения риса	Содержание солей в 0-100 см слое почвы до посева риса, % / т/га	Минерализация воды в рисовых чеках, г/л (пределы/среднее)		Количество растений риса (пределы/среднее)	
		в период всходов растений риса	в конце оросительного периода	в период всходов риса, шт/м^2	перед уборкой зерна риса, шт/м^2
1	2	3	4	5	6
Постоянное затопление, без смены воды	1,033 / 132,2	1,172 – 2,801 / 2,071	2,602 – 3,743 / 3,208	89 – 113 / 103	87 – 96 / 92
Постоянное затопление, со сменой воды	1,067 / 136,5	1,180 – 2,538 / 1,501	1,805 – 2,814 / 2,071	103 – 127 / 108	101 – 114 / 104
Укороченное затопление, без смены воды	1,013 / 129,6	1,160 – 2,911 / 2,368	2,170 – 3,832 / 3,578	117 – 136 / 127	104 – 123 / 108
Укороченное затопление, со сменой воды	1,041 / 133,2	1,159 – 2,574 / 1,679	2,230 – 3,403 / 3,001	125 – 147 / 135	118 – 132 / 120
Контроль, производственные посевы	0,982 / 125,7	1,162 – 2,405 / 2,097	2,360 – 3,380 / 2,922	115 – 133 / 125	72 – 104 / 98

На засоленных землях ТОО «Каптагай и К» смена воды на рисовых чеках в период всходов растений риса снижает минерализацию воды в чеках, а дозы внесенных минеральных удобрений и агротехника возделывания риса выполненная ТОО «Каптагай и К» обеспечивают урожайность риса не ниже чем на слабозасоленных землях. Урожайность риса на вариантах постоянного затопления со сменой воды в период всходов растений риса составляет 59,3 ц/га (таблица 3), без смены воды – 48,7 ц/га. На вариантах укороченного затопления урожайность риса со сменой воды – 50,2 ц/га, без ее смены – 46,2 ц/га. Наименьшие затраты воды на один центнер риса – 439 м^3/ц получены на варианте постоянного затопления со сменой воды в период всходов растений риса. На вариантах постоянного и укороченного затопления без смены воды в рисовых чеках затраты воды на один центнер риса составляют 515 и 559 м^3/ц. Затраты воды на один центнер зерна риса

свидетельствуют о возможном сокращении водных ресурсов при возделывании риса на засоленных землях на 15-20%, без потери урожайности и повышения эффективности возделывания риса.

Смена воды на рисовых чеках в период всходов повышает урожайность риса на 18%, при постоянном затоплении и на 8% при укороченном затоплении. Смена воды на рисовых чеках производится один раз в период полных всходов, объемом - 900-1100 $м^2$/га. (табл. 1.5). На вариантах постоянного и укороченного затопления, без смены воды в период всходов растений риса, в отдельные дни отмечалось повышение минерализации воды в чеках более чем на 2,5 г/л, в остальные фазы вегетации выше 3,5 г/л, что сказалось на снижении урожайности риса на 9,4 и 4,0 ц/га. На этих вариантах уменьшается густота стояния растений риса перед уборкой на 12% и масса зерна метелки на 2-8%.

Таблица 1.5 – Продуктивность риса на засоленных землях рисовых систем ТОО «Каптагай и К» Шиелийского массива орошения Кызылординской области.

Режимы орошения риса	Кол-во растении шт/$м^2$	Про-дук-тив-ная кус-тис-тость	Средняя длина метелки, *см*	Средниая масса зерна метелки, *гр*	Масса 1000 зерен, *гр*	Урожай-ность риса, *ц/га*	Ороси-тельная норма, *$м^3$/га*	Затра-ты воды, *$м^3$/ц*
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постоянное затопление без смены воды на рис овых чеках	92	1,6	15,6	3,31	29,2	48,7	25080	515
Постоянное затопление со сменой воды на рис овых чеках	104	1,7	15,8	3,36	30,1	59,3	26060	439
Укороченное затопление без смены воды на рис овых чеках	108	1,3	14,9	3,29	29,4	46,2	25840	559
Укороченное затопление со сменой воды на рис овых чеках	120	1,3	15,1	3,30	29,8	50,2	26870	535
Производств енные посевы (контроль)	98	1,5	15,3	3,27	29,7	47,8	29860	625

- расход воды на один гектар посева риса в поливной период составил на производственных посевах – 29860 $м^3$/га, на изучаемых вариантах режима орошения риса при постоянном затоплении со сменой воды в рисовом чеке - 26060 $м^3$/га, без смены воды -25080 $м^3$/га; при укороченном затоплении со сменой воды в период всходов растений риса -26870 $м^3$/га, без смены воды - 25870 $м^3$/га. Данные показывают о возможном сокращении водных ресурсов при возделывании риса на засоленных землях до 20% без потери урожайности.

Большие объемы подачи воды на посевах риса в производственных условиях вызваны неоправданными сбросами воды с рисовых чеков, которые переполняют дренажно-сбросные каналы, снижая их мелиорирующее действие, что вызывает подъем уровня грунтовых вод и вторичное засоление земель рисовых систем.

- при норме высева семян 750 шт/$м^2$, прорастание семян хорошее, густота стояния растений риса в фазе полных всходов составляет 89÷147 шт/$м^2$. На вариантах постоянного и укороченного затопления со сменой воды в рисовом чеке в период всходов риса густота растений на 4-6% выше по сравнению с вариантами режимов орошения риса, но без смены воды.

- минерализация воды рисовых чеков изменяется от 1,026 г/л до 1,283 г/л и зависит от режима орошения риса. На варианте режима орошения риса со сменой воды в период всходов минерализация воды в рисовых чеках равна 1,026÷1,042 г/л, на вариантах без смены воды, при постоянном затоплении -1,18 г/л ,укороченном – 1,283 г/л. Тип засоления воды рисовых чеков – сульфатно-хлоридный натриевый. Минерализация оросительной воды равна 1,037 г/л, дренажно-сбросной – 2,32-3,26 г/л.

- наименьшие затраты воды на один центнер риса – 439 $м^3$/ц получены на варианте постоянного затопления со сменой воды в период всходов растений риса. Затраты воды на один центнер зерна риса свидетельствуют о возможном сокращении водных ресурсов при возделывании риса на засоленных землях на 15-20%, без потери урожайности и повышения эффективности возделывания риса.

На засоленных почвах УВР – укороченный водный режим неприемлен, т.к. увлажнение почвы в период посева вызывает подъем уровня грунтовых вод, а засоленная почва приводит гибель проростков риса при затоплении.

На сильнозасоленных почвах необходим режим постепенного затопления и повышенная проточность. При таком способе сразу же после посева производится затопление риса слоем воды 10-15см, через 3-4 дня вода из чеков сбрасывается и чек снова заполняется свежей водой из оросителя.

Количество сбросов воды зависит от степени засоления почвы. Так как со сбросом воды удаляются водорастворимые соли. Обычно количество сбросов воды из чеков достигает от 3 и боле раз [62].

Наблюдения, НИИ земледелия, которые проводились на Каратальском массиве показали, что при затоплении рисовых чеков с расходом воды 40-50 л/сек. На 1 га по сравнению с обычном способом затопления (10-12 л/сек. на

1 га) содержание солей в засоленной почве уменьшается не только в пахотном, но и в метровом слое [62].

Длительность затопления чека зависит от способа затопления и планировки поля. Способ затопления делятся на два вида: обычный и форсированный. Форсированный способ затопления в сваю очередь создает благоприятные условия для роста дальнейшей развития риса (таблица 1.6).

Таблица 1.6 – Сравнительные показатели способов затопления по результатом наблюдением НИИ земледелия.

Виды затоп-ления	Уровень грунто-вых вод, см	Показатели						
		Высота растений, см	Длина метелки, см	Число зерен с 1 раст., шт. растен. шт.	Продуктивность куститстость	Урожай зерна с 1 растен, г	Урожай соломы с 1 раст., г	Абсолютный вес зерна, г
Обычное	20	121	18	142	2,1	4,2	4,7	29,1
Форсиро-ванное	90	120	17,7	140	2,3	4,3	4,8	29,8

В таблице 1.6 можно увидеть что, при обычном затоплении грунтовые воды были на уровне 20 см, а при форсированном затоплении грунтовые воды находились на глубине 90 см. Форсированный способ затопления повышает содержание в почве азота и фосфора [62].

Система земледелия включает комплекс взаимосвязанных агротехнических, организационно-экономических и мелиоративных мероприятий, способствующих повышению плодородия почвы и урожайности возделываемых культур в конкретной почвенно-климатической зоне. Главным звеном системы являются севообороты. Научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур способствует пополнению органического вещества почвы и лучшему использованию питательных веществ, поддержанию благоприятных физических свойств почвы, предупреждению распространения сорняков, болезней и вредителей [64-68].

В Кызылординской зоне, где сосредоточено около 20% союзного и 70% республиканского объема производства риса, осваиваются в основном 8 польные, изредка 7-и 6ти польные рисовые севообороты. Анализ эффективности использования севооборотов в колхозах и совхозах показал, что осваиваются они очень медленно, а освоенные эксплуатируются часто с нарушением чередования культур, в частности с увеличением удельного веса риса. Следует отметить, что при этом большое значение имеет оросительная вода, дефицит которой с каждым годом все больше ощущается в низовьях р.

Сырдарьи. В связи с этим перед нами стояла задача разработать научные основы построения рисовых севооборотов с допустимым и экономически выгодным насыщением их рисом [68].

Многолетние исследование показали, что несмотря на большие расходы органо-минеральных удобрений на полях бессменного посева риса плодородие почвы снижалось, ухудшались ее химические и физические свойства, наблюдалось сильное засорение болотными сорняками, что в конечном фоне до 13,5 – 12,9 ц/га. Поэтому возделывание риса на одном и том же поле более 2, а иногда 3 лет, на более плодородных с тяжелым механическим составом почвах, при рациональном использовании пласта многолетних трав не рекомендуется [64-68].

В каждом конкретном случае при освоении того или иного севооборота необходим дифференцированный подход, но все они должны отвечать основному требованию – экономически выгодному насыщению рисом с одновременным повышением его урожайности и воспроизводству плодородия почвы [68].

2 Природно-климатические и почвенные условия Кызылординсой области

2.1 Климатические условия рассматриваемого района

Исследуемый район расположен в Южной и Юго-западной части Казахстана. Район области занимает территорию 2904,5 тыс.га, что составляет 12,9 % территории. Центральную часть территории района охватывает бассейн реки Сырдарьи, которая занимает ведущее место в орошаемом земледелии Казахстана (11). Расположение территории района внутри Кызылординского континента обусловило черты резко выраженного материкового климата с высокой континентальностью- короткая малоснежная, но довольно холодная зима и жаркое продолжительное лето.

1 «а» Очень сухой, жаркий район с ГТК= 0,1-0,3 и суммой температур воздуха выше 10^0 (вегетационный период), равной 3827^0 (метеостанция Злиха). Продолжительность вегетационного периода составляет 180 дней, а безморозного 174. Средне июльская температура равна $27,6^0$, январская - $10,8^0$. За период вегетации выпадает 53 мм осадков с поправкой на смачивание, за весь год 145 мм. Устойчивый снежный покров наблюдается в течение 81 дня, а средняя высота его составляет 12 см.

Термические ресурсы района обеспечивают ежегодное вызревание большинства сельскохозяйственных культур, однако, из-за недостатка влаги в специализации сельскохозяйственного производства здесь преобладает животноводство (таблица 2.1);[69]

1 «б» Присырдарьинский агроклиматический район с ГТК 0,1-0,3 и суммой температур выше 10^0, равной 3538^0 (метеостанция Кызылорда). Продолжительность периода вегетации составляет 178 дней, безморозного

173 дня. Средние температуры июля января равны соответственно $24,6^0$ и $-9,6^0$. За период вегетации выпадает 52 мм осадков, за весь год 131 мм. Продолжительность устойчивого снежного покрова равна 62 дня, высота его достигает 9 см. Этот агроклиматический район занимает центральную часть данного административного района, расположенного долине реки Сырдарьи. Климатические условия благоприятны для возделывания многих теплолюбивых культур – риса, винограда, дынь и др. Однако культурное земледелие здесь возможно только при искусственном орошении, источником которого является река Сырдарья; [69]

1 «в» Очень сухой, очень жаркий агроклиматический район, ГТК равен 0,2-0,3, сумма температуры выше 10^0- 4030^0 (метеостанция Чирик - Рабат).

Продолжительность вегетационного периода составляет 196 дней, безморозного – 179. Средняя температура июля равна $28,3^0$, января $-9,1^0$. За период вегетации выпадает 52 мм осадков, за год -115 мм. Снежный покров незначителен и неустойчив. Более чем в 50% лет он отсутствует вообще. Из-за большего недостатка влаги земледелие в условиях района очень затруднительно. Развито, в основном, животноводство на базе пастбищ песчаных пустынь[69]

Режим ветра на территории района в холодное время года складывается в значительной степени под влиянием западного отрога Сибирского антициклона в связи, с чем повышенной повторяемостью выделяются северо-восточные и восточные ветры. Частыми являются теплые ветры юго-западного направления, порой приводящие к оттепели с временным разрушением снежного покрова. В связи с большой повторяемостью антициклонов довольно часто отмечаются штили, при которых протекают процессы радиационного выхолаживания территории.

В летние время сохраняется типичные для зимы северо-восточных ветров, а также возрастает влияние других ветров с северной составляющей – северных и северо- западных, а также западных, что указывает на учащенный вынос в Казахстан преимущественно воздушных масс умеренных широт и арктических, которые в условиях устойчивых областей повышенного давления иссушается, и приобретают черты тропического воздуха.

В весенний и осенний периоды наряду с типичными для зимы и лето направлениями ветров (северо-восточными, восточными, северными и северо-западными) увеличивается повторяемость западных и юго-западных ветров, что связано с усилением циклонической деятельностью. [69]

Среднегодовая температура $10,8^0$С.

Среднегодовая скорость ветра на территории района колеблется в пределах 3,9-4,9 м/сек.

К неблагоприятным для сельского хозяйства явлением погоды, которые наблюдаются на территории района, относятся засухи и суховеи, пыльные бури и сильные ветры (> 15 м/сек) поздние весенние и ранние осенние заморозки, град, низкие температуры воздуха зимой, особенно при бесснежье или малоснежье (1-10 см), метели и гололед.

Наибольший вред в период вегетации растений приносят засухи и суховеи. Суховеи различной интенсивности наблюдаются ежегодно и ежемесячно почти на всей территории района, за исключением 1 «б» агроклиматического района, где только очень интенсивные суховеи наблюдаются несколько реже – в 97 % лет. Общее число дней с суховеями различной интенсивности составляет 139,2-147,2 дня.

Большой вред приносят сильные ветры, которые часто переходят в пыльные бури. В 1а и 1 в агроклиматических районах число дней с пыльными бурями достигает 12,0-12,5, а в 1 б до- 30,1 дня.

Последние весенние заморозки в воздухе в среднем многолетнем на территории района прекращается до 11-14 апреля, на почве – до 25 апреля 4 мая. Однако один раз в десять лет они могут прекратиться на 3-4 недели раньше или позже обычных сроков. Первые осенние заморозки наступают, в основном, в первой декаде октября и только 1 б агроклиматическом районе на почве уже 19 сентября. [69]

Град наблюдается в теплый период года во время ливневых осадков. Это довольно редкое явление-0,20-0,35 дня.

Число дней с гололедом колеблется в значительных пределах от 3,4 дня в 1 «б» до 16,5 – в 1 «а» агроклиматических районах, метелью от 1,8 дня до 11,4, число дней с температурой воздуха ниже- 20^0, при бесснежье – от 3,0 до 4,9 , со снегом 1-10 см – от 10,9 до 12,0.

Зимний период в районе в среднем многолетнем продолжается с 12-15 ноября до 14-17 марта (120-126 дней). Неблагоприятные условия для выпаса скота в это время создаются при морозах ниже 25^0, сильном ветре, метелях, гололеде. Снежный покров обычно не высокий (9-12 см), поэтому выпасу овец не препятствует. Максимальное число невыпасных дней зимой составляет 68 в 1 «а»; 81- в 1 «б» и 50- в 1 «в» агроклиматических районах. Кроме того, неблагоприятные условия для выпаса овец создаются в холодный весенний период после стрижки с 11 до 19мая и в очень жаркие летние дни с температурой выше $+24^0$. Таким, образом продолжительность периода неблагоприятного для выпаса овец составляет 111 дней в 1 «а» агроклиматическом районе и по 117 – в 1 «б» и 90 дней - 1 «в».

На летние пастбища овец перегоняют в конце марта, когда высота травостоя достигает 5-8 см. продолжительность пастбищного периода составляет 254 дня или 70 % годового времени в 1 «а» , 248 дней или 68 % - в 1 «б» и 275 дней или 75 % 1 «в» агроклиматическом районе.

Летний выпас коров можно начинать через 15 дней после прекращения устойчивых заморозков продолжительностью 2-3 дня -17-22 апреля. Перевод коров на зимние стойловое содержание осуществляется за полмесяца до начала устойчивых заморозков – 29 сентября – 6 октября. Таким образом, продолжительность лагерного содержания коров составляет в среднем 5 месяцев(таблица 3.1). [69]

2.2 Гидрография и гидрогеология реки Сырдарьи

Река Сырдарья является единственной водной артерией рассматриваемого района. Максимальный расход 0,5% обеспеченности в створе Казалы достигается до 1070 $м^3$/сек, в маловодные годы падает до 7-8 $м^3$/сек, причем наименьшие расходы наблюдаются в весенне-летние месяцы. Ширина реки изменяется в пределах от 100 до 200 м, а глубина от 1,6 до 3,0 м., достигая в отдельных местах 5-8 м.

Водные ресурсы реки Сырдарьи практически полностью заИзумурудированы и исчерпаны.

В соответствии с геологическим строением на территории района выделяются следующие три гидрогеологические регионы:

1. Арало - Тургайская система артезианских бассейнов;
2. Сырдарьинская система артезианских бассейнов;
3. Шу - Сарысуйская система артезианских бассейнов.

Таблица 2.1 – Основные агроклиматические показатели

Показатели	Ед.изм	1 «а», Очень сухой, жаркий *(метеостанция Злиха)*	1 «б», Присырдарьинский агроклиматический район (*метеостанция Кызылорда)*	1 «в», Очень сухой, очень жаркий агроклиматический район *(метеостанция Чирик-Рабат)*
1. Среднегодовая температура воздуха	град	11,8	11,8	11,8
2. Средняя температура воздуха самого теплого месяца	-//-	27,6	24,6	28,3
3.Средняя температура воздуха самого холодного месяца	-//-	-10,8	-9,6	-9,1
4. Абсолютный минимум температур	-//-	-41	-38	-39
5. Абсолютный максимум температур	-//-	45	46	47
6. Продолжительность безморозного периода:в воздухена почве	-//-	174 161	173 137	179 159
7. Продолжительность периода со среднесуточной температурой выше: 0^0 $+ 10^0$	-//-	239 180	241 178	245 186
8. Сумма активных температур за период с температурой выше +10 (вегет период)	град	3827	3538	4030
9. Дата последнего и первого заморозков в воздухе	-//-	14.IV- 6.X	13.IV- 4.X	11.IV- 8.X
на почве	-//-	22.I V- . IX	4.V- 19.IX	26.IV- 3.X
10. Среднегодовое количество осадков	мм	145	131	115
11.Сумма осадков за период вегетации		53	52	52
12. Показатель влагообеспеченности за период вегетации	-//-	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3
13. Средняя дата образования снежного покрова	-//-	15. XII	23. XII	22. XII
14. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом	дней	81	62	…
15. Средняя высота снежного покрова	см	12	9	…

продолжение таблицы –2.1

16. Средние запасы воды в снеге	мм	36	…	…
17. Относительная влажность воздуха	%	55	56	54
18.Дефицит влажности воздуха	мб	10,8	9,8	11,7
19. Среднегодовая скорость ветра	м/сек	4,7	4,9	3,9
20. Среднее число дней: с суховеями	дней	123,3	139,2	147,2
сильным ветром	-//-	22,1	21,8	5,2
пыльными бурями	-//-	12,8	30,1	12,0
градом	-//-	0,2	0,24	0,35
гололедом	-//-	16,5	3,4	5,8
метелями	-//-	11,4	1,8	2,6
поземкой	-//-	14,0	1,3	2,0
21. Среднее число неблагоприятных жарких дней для остриженных овец	-//-	70	72	80
22. Стрижка овец: весенняя	дата	11 .V- 9.VI	…	…
осенняя	-//-	4.VIII- 27.VIII	…	…
23. Неблагоприятный холодный период для остриженных овец	-//-	до 19.V	до 9.V	до 4.V
24. Дата перегона овец на летние пастбища	-//-	29.III	…	27.III
25. Максимальное число невыпасных дней в зимний период	дней	68	81	50
26. Продолжительность пастбищного периода для овец	дней (%)	254 70	248 68	275 75
27. Дата начала и конца летнего лагерного содержания коров	дата	…	17.IV – 6.X	22.IV – 29. IX

Шу - Сарысуйская система артезианских бассейнов в административных границах района занимает его северную часть площадью около 37%.

В гидрогеологическом отношении характеризуется наличием подземных вод верхнемеловых отложений. Водовмещающие породы комплекса представлены песками, конгломератами. Дебиты скважин изменяются в пределах от 1-5 до 20-30 л/сек и более. В большинстве случаев дебиты скважин составляет 25 л/сек. Воды преимущественно слабо солоноватые (1-3 г/л) до солонаватых (3-5 г/л). Глубины скважин находятся в пределах 300 – 500 м.

Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод водоносного комплекса равны 2,5 м3/сек, из них : с минерализацией 1-3 г/л - 2 $м^3$/сек, 3-5 г/л- 0,5 $м^3$/сек.

Сырдарьинская система артезианских бассейнов занимает большую южную часть территории района площадью свыше 60 %.

В рассматриваемом гидрогеологическом регионе распространены грунтовые и слабо напорные воды четвертичных отложений и высоко напорные воды меловых отложений. В соответствии с этим здесь выделяются водоносные комплексы четвертичных и меловых отложений. Водоносный комплекс четвертичных отложений приурочен к аллювиальным образованием р. Сырдарьи, эоловым отложение, слагающим пески Кызылкума.

Водообильность комплекса отличается значительной пестротой. Дебиты скважин колеблется от десятых долей л/с до 10-20 л/с. Глубины скважин изменяются от 20-50 до 100-300 . Качество вод от пресных до соленых.

Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод комплекса равны 32,75 $м^3$/сек, в том числе по минерализации:

до 1 г/л - 19,9 $м^3$/сек;
1-3 г/л - 11,57 $м^3$/сек;
3-5 г/л - 1,28 $м^3$/сек.

Водоносный комплекс меловых отложений является основными и распространен в описываемом регионе повсеместно. Водообильность комплекса значительная. Дебиты скважин в большинстве случаев изменяются в пределах от 5-15 до 30-50 г/л и более. Водоносные горизонты высоконапорные и на значительной части территории региона дают самоизливы.

Глубины скважин варьируют в широких пределах от 100-300 до 800-1000 м (11).

Прогнозные ресурсы подземных вод комплекса равны 72 $м^3$/с, в том числе по минерализации: до 1 г/л- 3 $м^3$/с, 1-3 г/л- 69 $м^3$/с. Воды этого комплекса представляют собой большой практический интерес как источник орошения(11).

2.3 Рельеф рассматриваемой территории, растительный покров и почвы

В геоморфологическом отношении территория района принадлежит Туранской равнине. Центральная его часть представляет собой древнедельтовую аллювиальную равнину реки Сырдарьи, состоящую из крупных понижений между широких приподнятых прирусловых валов. Валы сложены преимущественно грубым песчаным материалом. Равнина изрезана многочисленными ирригационными каналами и арыками, древними руслами и действующими протоками Сырдарьи, изобилует озерами и болотами.

Южную часть района занимает песчаная пустыня Кызылкум с бугристо-грядовым рельефом. Гряды вытянуты с севера на юг, высота его достигает 20-30м.

Северо - восточная часть района занята обширной Присырдарьинской увалисто-холмистой равниной, переходящей к юго-востоку в обширную глинистую равнину с абсолютными отметками до 200 м.

В целом рельеф района благоприятствует развитию сельского хозяйства. Долина реки Сырдарьи занята орошаемой пашни. Равнинные территории и песчаные массивы используется под пастбища различных сезонов использования. Пониженные участки рельефа поймы рек и земли вдоль каналов заняты под сенокосы (11).

Естественная растительность сформировалась под воздействием резкоконтинентального климата, в условиях неустойчивого и недостаточного увлажнения, неоднородности почвенного покрова и представлена, в основном пустынными видами. Основной жизненной формой пустынного растительности являются полукустарники.

Для большинства из них характерна строгая приуроченность к почвам и элементам рельефа. На территории района преобладает ландшафты глинистой пустыни в сочетании с солноцово- солончаковой и песчаной. Центральная часть района представлена долиной реки Сырдарьи.

На севере района простирается пластовая, глинистая равнина, ландшафтным растением которой является боялыч. Боялычевые пастбища очень широко распространены, образуя сплошные массивы на серо-бурых почвах они представлены боялычево - белоземельнополынным (солянка деревцеобразная, полыни белеоземельная, туранская), боялычево-белеоземельнополынным, боялычевымтипам в сочтетании с полынным, присаксаулово- полынным, кустарниково- полынным и в комплексе с биюргуновыми на солонцах. Пастбища чистые, иногда слабо закстарненные тамариском и залесены черным саксаулом. Использовать их модно весенне-летнее-осенний период для овец, лошадей и верблюдов.

Солонцово-солончаковая пустыня приурочена к аллювиальной, реже пластовой равнине, представлена преимущественно биюргуновой растительностью на солонцах и редко сочносоленковой на солончаках по присоровым и солончаковым понижениям. Биюргуновые сообщества распространены по равнине Дарьялыктакыр, где выделяются биюргуновый,

биюргуново- эмфемеровой, биюргуново- тасбиюргуновый, биюргуново-сочносоленковый типы пастбищ, в комплексе с черносаксаулово-кейреуковыми, боялычево- полынными на такыровидных почвах и боялычево- полынными, терескеново- полынными на северо- бурых почвах. Сочносолянковые пастибща встречаются фрагментарно небольшими участками по засоленным понижениям. Растительность их сформировано преимущественно сарсазаном, иногда к нему примешивается сведа вздутоплодная, климакоптера шерстистая. В комплексе с ними встречаются биюргуновые, на солонцах иногда белоземельно-полынные по периферим массивов на серо-бурых почвах. Весной и летом солянки практически не поедаются. Поэтому все солянковые пастбища рекомендуются как осенние для овец, лошадей, верблюдов.

Песчаная пустыня представлена массивов бугристых и бугристо-грядовых песков Кызылкум.по склонам и вершинам преобладает кустарниковая растительность. В частности выделен белосаксаулово-кустарниково- эфемеровый тип пастбищ в сочетании с эфемеровым, черносаксаулово- белоземельно-полынным типами по склонам и понижениям гряд и бугров.

Кустарники представлены саксаулами белым и черным, песчаной акации серебристой, жузгуном, солянкой деревцовидной. Песчаные пастбища рекомендуются как весенне-летне-осенние для овец, лошадей, верблюдов с возможным использованием зимой.

Пониженной части аллювиальной равнине по долине р.Сырдарья на пойменных луговых почвах преобладает кустарниково - разнотравная растительность в сочетании с разнотравной (в основном жантаковой) однолетней и многолетней солянковой и в понижениях с тростниковой на лугово-болотных почвах.

Из кустарников доминируют: тамариски, многоцветковый и щетнистоволосый, чингил серебристый, саксаул черный, иногда лох остроплодный, ива джунгарская. Местами разнотравье преобладает.

Флористический состав пастбищ довольно разнообразен. Широко распространены сорные плохопоедаемые виды: карелиния каспийская, злостный сорняк, к появлению которй привело обсыхание долины, керлик ушастый, солодка голая, горец развесистый, василек красивый, ядовитые виды- горчак ползучий, парнолистник обыкновенный, додарция восточная. Наличие этих растений свидетельствует о большой нагрузке на пастбища, нарушению их ботанического состава, исчезновению хорошо поедаемых растений (злаков, разотравь).

Использовать кустарниковые и разнотравные пастбища рекомендуется в весеннее – летнее - осенний период для овец, лошадей и верблюдов с умеренной нагрузкой. Для выпаса овец, крупного рогатого скота пригодны типы пастбищ со злаками и жантаком. По долине иногда на заброшенных пашнях, на пойменных луговых почвах и солончаках луговых формируются солянковые пастбища. Флористический состав сравнительно беден.

Доминантами являются климакоптера шерстистая, солянка восточная, поташник каспийский. Единично встречаются соленоколосник, элления, торгай-оты. Соленковые пастибща рационально использовать осенью под выпас овец и лошадей (11).

Почвенный покров района тесно связано с элементами рельефа, гидрогеологическим режимом и характером грунтовых вод.

После заИзумурудирования стока Сырдарьи значительно снизился уровень грунтовых вод, повысилась их минерализация, произошло сильное засоление почвы - грунтовых и опустынивание территории.

Сельскохозяйственные угодья представлены следующими типами почв (%):серо-бурые – 42,8; пойменно- луговые- 15,5; солонцы- 10,0; пустынные такыровидные -9,4; пески- 6,5;бурые- 4,7; лугово-болотные- 4,4.

По механическому составу среди них преобладают среднесуглинистые (30,2 %) и легкосуглинистые (27,4 %), тяжелосуглинистые (24 %), супесчаные (8,6 %), песчаные (7,1 %), тяжело-среднесуглинистые (2,7 %).

Основным фоном района являются и серо- бурые и пойменно-луговые, далее в убывающем порядке следуют солонцы, пустынные такыровидыне, пески, бурые, лугово-болотные.

В пойменных областях сформировалась луговые с различной комплексностью интрозональные почвы (лугово-болотные, пойменно-луговые), они занимают 19,9 % территории и являются наиболее продуктивными землями. Здесь расположена орошаемая пашня и большая часть сенокосов.

В составе почвенного покрова сенокосов и пастбищ преобладают менее ценные по качеству почвы, имеющие значительные ограничения для их использования под пашню.

Такие почвы (солонцы, сильносолонцаватые почвы, солончаки) малопродуктивные и нуждаются в мероприятиях по улучшению.

Под кормовые угодья в основном освоены почвы с невысоким естественным плодородием, что обосновывает необходимость применения комплекса мероприятий по охране и воспроизводству плодородия.

Все почвы обследованной территории имеют некоторые общие признаки: высокая карбонатность, щелочная реакция почвенного раствора, присутствие вводнорастворимых солей, отсутствие макроструктуры, слоистое сложение, высокая биогенность, малое содержание гумуса.

Отсутствие воспроизводства почвенного плодородия в течение многих лет вызвало появление неблагоприятных свойств почв. На больших площадях они подвергнуты эрозии, вторичному засолению, осолонцеванию.

2.4 Современное состояние оросительный системы Кызылординской области

Эколого-мелиоративное состояние орошаемых земель в низовьях р. Сырдарьи находится в тесной связи с факторами оптимального управления,

как природными, так и технологическими (антропогенными) процессами. Чтобы правильно управлять этими процессами, необходимо знать механизм этих воздействий, их направленность, уметь прогнозировать ожидаемые результаты этих воздействий, располагать соответствующей информацией.

Перспективы развития орошаемого земледелия в регионе, настоятельно требуют своего научного обеспечения, так как сопряженное с ним нарушение сложившегося экологического баланса природных систем обуславливает необходимость разработки целостного комплекса мероприятий для направленного формирования экологического равновесия определенного типа, что служит предпосылкой создания агро - ландшафтов (и как составной их части – агроценозов) с заданными свойствами.

Экологический подход к мелиорации земель служит основой рационального природопользования, так как при этом обеспечивается экологическая устойчивость ландшафтов, что в свою очередь делает возможным длительную эксплуатацию природных ресурсов без их истощения и загрязнения. Из сказанного следует, что режим функционирования мелиоративных систем в условиях аридной зоны следует рассматривать как природно-технический комплекс, а сельскохозяйственные мелиорации – как особый вид природопользования.

В силу глубокого и затяжного экономического кризиса в 1990-2000 гг. в Казахстане практически полностью прекратились инвестиции в развитие мелиорации и комплексной реконструкции орошаемых земель. По этой причине инженерно-техническое состояние значительной части мелиоративных систем достигло своего критического уровня (особенно в условиях аридной зоны), то есть такого состояния, при котором нормальная эксплуатация оросительных систем стало невозможным. В последние 2003-2005 гг. выделяются значительные средства на реконструкцию и восстановление оросительных систем.

Общая протяженность оросительной сети на мелиоративных системах Кызылординской области составляет 28,2 п.м./га, из них межхозяйственной сети 2279 км. (7,97 п.м./га). Протяженность каналов в земляном русле составляет 97,9 % (Таблица 2.2).

В связи износом основных мелиоративных фондов (25…30%) и снижением технического уровня оросительных систем требуется капитальный ремонт и реконструкция оросительных каналов протяженностью более 1000 км (таблица 2.3).

Низкий уровень технического состояния оросительных систем в значительной мере ухудшают условия эффективного использования водно-земельных ресурсов, что ведет к значительному недобору сельскохозяйственной продукции.

Трудности в орошаемом земледелии вызваны отсутствием дренажной сети, фильтрацией из магистральных каналов, нерациональной эксплуатацией внутрихозяйственных оросительных систем и другими негативными факторами.

Таблица 2.2 – Техническая характеристика оросительных систем в низовье р. Сырдарьи.

Область	Всего, длина, км.	Межхозяйственная сеть			Внутрихозяйственная сеть			Коллекторно-дренажная сеть	
		Всего, км.	В том числе		Всего, км.	В том числе		Всего, км	п.м./га
			В земляном русле	ж/б лотки		В земляном русле	ж/б лотки		
Кызылординская	2279	2241	2193	48	39	39	-	933	3,26

Таблица 2.3 – Мероприятия по улучшению технического состояния оросительных систем в низовье р. Сырдарьи.

Область	Всего, км.		в том числе			
	Капитальный ремонт	Реконструкция	Межхозяйственная сеть		Внутрихозяйственная сеть	
			Кап. ремонт	Реконструкция	Кап. ремонт	Реконструкция
Кызылординская	18	1087	18	1048	-	39

Вследствие чего в Кызылординской области 61245 тыс.га орошаемых земель находится в неудовлетворительном состоянии, а свыше 100 тыс. га требует коренного улучшения действующих оросительных сетей. С 1992 года по 2005 год, площадь орошаемых культур сократилась с 263865 га до 160612 га (таблица 2.4).

Характеристика существующего развития дренажных систем на орошаемых землях в низовье р.Сырдарьи представлена в таблице 2.5.

Установлено, что дренаж рисовых полей не обеспечивает необходимого понижения уровня грунтовых вод, в результате чего происходит накопление солей в почве и до 60 % рисовых полей имеют сильное и среднее засоление.

На системах орошения не рисовых культур получил, в основном, распространение горизонтальный открытый дренаж. Состояние существующих дренажных систем крайне неблагополучное, в результате чего усиливаются процессы засоления почв и выхода земель из сельскохозяйственного оборота. Основными недостатками существующего дренажа являются:

- заиление и зарастание открытых дрен, снижение их дренирующей способности;

- прекращение работы большого числа скважин в связи с износом насосно-силового оборудования, низкого уровня эксплуатации, заиления фильтровой обсыпки скважин и др.;

- отсутствие антифильтрационной облицовки на отводящей сети дренажных скважин, в результате чего значительная часть дренажного стока в виде фильтрационных вод вновь возвращается в грунтовые воды.

Таким образом, существующий дренаж, как на рисовых, так и не рисовых орошаемых землях нуждается в существенной реконструкции или капитальном ремонте от низшего звена – дрен до главных коллекторов. На части территории требуется учащение дрен, строительство временного дренажа для промывки почв. При осуществлении работ по реконструкции дренажа рекомендуются следующие его типы:

- на рисовых землях – открытые мелкие горизонтальные дрены;

- на землях суходольных культур преобладающими типами должны являться закрытые горизонтальные дрены. 4

Реконструкцию дренажных систем представляется целесообразным проводить одновременно с реконструкцией оросительных систем (комплексная реконструкция). Площадь комплексной реконструкции составляет 370 тыс.га или порядка 70% от потребности в дренаже. Реконструкция и переустройство магистральных коллекторов составляет 7 817 км. (таблица 2.6).

Анализ технического состояния оросительных систем в бассейне р.Сырдарьи позволяет сделать следующие выводы:

- по условиям фактической структуры севооборотов плановый водозабор несколько выше фактического и превышает 95% обеспеченность водопотребления. Если учесть низкие КПД систем, то потери оросительной воды при таком планировании составляет более 20% от водозабора;

- своевременное проведение КРОЗ, плановых и текущих ремонтов на сети позволит значительно повысить КПД и уменьшить потери оросительной воды, что в общей сложности позволит экономить 30-40% воды от водозабора;

- снижение общего водозабора на Изумурудярное орошение даст возможность увеличению естественного стока в низовьях бассейна, это в свою очередь позволит обводнить пойменные земли и смягчить процессы деградации в природно-хозяйственном комплексе. Это важно еще и потому, что в сельскохозяйственном производстве рассматриваемого региона (особенно в Кызылординской области) значительную роль играет отгонное животноводство, перспектива развития которого зависит от состояния и возможностей улучшения кормовой базы;

- применение в орошаемом земледелии примитивной технологии поливных работ (в Кызылординской области – 100%) применяются поверхностные способы полива) обуславливает большие потери оросительной воды за счет непроизводительных сбросов.

Таблица 2.4 – Площадь орошаемых сельхозкультур Кызылординской области, га

Сельхозкультуры	Годы		
	1992	2005	2012
Озимая пшеница	2034	5300	5500
Яровая пшеница	24658	7430	5586
Рис	81600	70560	74917
Кукуруза на зерно	19698	900	690
Рожь	1045	80	
Овес	97		
Сорго		210	600
Пшено	705	900	1591
Подсолнечник	3830	1150	135
Сафлор	10		1766
Свекла	1513		
Соя	135	115	
Хлопчатник		2100	
Картофель	4401	8200	5013
Овощи	3752	7900	4139
Бахчевые	4139	5474	6560
Кормовая тыква		510	600
Люцерна текущего года	32818	15200	14777
Люцерна прошлых лет	60072	2765	30063
Другие культуры	4959	7365	5474
Всего площадь Урожая	263865	160612	66626

Из приведенных данных следует, что потери воды на полях часто достигают 15-20% от водозабора в систему, или 30-45% от объема воды, поступающей на поля. Наибольшую их часть обычно составляют сбросы при поливе рисовых чеков по бороздам и напуском пропашных культур, а также рисовых чеков затоплением от 5-8% до 35-55% от подаваемой на поле объема воды. В этой связи одной из главных задач НИР является разработка параметров высокоэффективной оросительной системы на орошаемых землях Приаралья, повышающие ВПД оросительных систем и обеспечивающие высокоэффективное сельхозпроизводство в условиях жесткой экономии поливной воды.

Таблица 2.5 – Обеспеченность оросительных систем дренажем.

№	Показатели	Ед. изм.	Количество
1.	Площадь орошения	тыс.га	285,9
2.	Потребность в дренаже	тыс.га	240,0
3.	Фактическая обеспеченность дренажем, всего	тыс.га	217,5
	в том числе: горизонтальный		
	открытый	тыс.га	205,8
	закрытый	тыс.га	1,6
	вертикальный	тыс.га	10,1
4.	Процент от общей орошаемой площади	%	76,1
5.	Протяженность КДС,		
	Общая	км	8439,5
	Удельная	п.м/га	41,0
	в том числе: - закрытой,		
	общая	км	92,6
	удельная	п.м/га	59,8

Таблица 2.6 – Реконструкция дренажных систем в низовьях Сырдарьи

№ п/п	Виды работ	Всего
1.	Комплексная реконструкция оросительных систем (одновременно с дренажем), тыс.га, всего	168,5
	в том числе:	
	неинженерных рисовых системах	62,6
	устарелых инженерных рисовых и суходольных (нерисовых) систем	75,1
	перевод рисовых систем в суходольные	30,8
2.	Реконструкция и переустройство магистральных коллекторов, км.	787,0

Засоленные земли Кызылординской рисовой системы составляют 30% от орошаемой площади, остальные земли средне и слабозасоленные [73]. По гидрологическим условиям средне и слабозасоленные земли Кызылординской рисовой системы схожи с орошаемым землями Акдалинской рисовой системы, где состоящие оросительных систем и оросительные нормы и структура севооборота по многим показателям совпадают. Поэтому опытно – экспериментальные исследования по изучению водосбрегающей технологии орошения риса восполненье на Акдалинской рисовой системе в 2012-2014 гг, автором диссертационной работы, в пределах ошибки опыта 3-5% могут быть использованы на средне и слабозасоленных землях рисовых систем Кызылординской области, для выполнения всех водохозяйственных расчетов Приаралья.

Площадь орошаемых земель Акдалинской оросительной системы составляет 30 934,01 га, в том числе: Бакбактинская – 16 140,15 га и Баканасская – 14 793,86 га. Из общей площади орошаемых земель под посевы сельскохозяйственных культур использовалось 4 984,73 га (16%), в том числе по причине значительного износа и неудовлетворительного технического состояния гидромелиоративных систем – 3 100 га.

В структуре посевных площадей преобладает: рис – 9914,7 га, или 32% от общей площади, люцерна составляет 8 823,8 га (29%), пшеница – 3 757,3 га; ячмень – 968,5 га (3,0%). Под мелиоративное поле было отведено 1 109,1 га (3,6%).

Таблица 2.7 – Характеристика и техническое состояние магистральных каналов Акдалинского массива орошения

Оросительная система	Наименование магистрального канала	Год ввода в эксплуатацию	Форма собственности	Протяженность, км	Пропускная способность, м3/с	Тип головного водозабора	Способ подачи воды	Техническое состояние	Подвешенная площадь, га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тасмурунская	Тасмурунский	1969	государственная	19,9	70	бесплотинный	Самотечный	удовл.	14666
Тасмурунская	Акдалинский	1973	государственная	21,3	62	бесплотинный	Самотечный	удовл.	-
Баканасская	Баканасский	1970	государственная	13,0	80	бесплотинный	Самотечный	удовл.	14578

Забор воды из р. Иле и подачу в оросительные системы, в точки выдела хозяйствующим субъектам осуществляет государственное коммунальное

предприятие водного хозяйства (ГКП ВХ) «Балхаширригация» по трем магистральным каналам, находящимся на балансе предприятия и являющимися государственной собственностью.

Параметры магистральных каналов, их техническое состояние и рабочие характеристики приведены в таблице 2.7

Водозабор гидротехническими сооружениями Тасмурунского и Баканасского магистральных каналов (ТМК и БМК), обеспечивается попусками Капшагайской ГЭС, расположенной в нижнем бьефе.

По данным ГКП «Балхаширригация» водозабор в 2013 г. составил 629,822 млн.м^3. Подано воды в точки водовыдела хозяйствам в объеме 516,454 млн.м^3. Средний КПД магистральных каналов равен 0,82; внутрихозяйственных – 0,63; всей оросительной сети – 0,51 – 0,52.

Площадь посева риса Бакбактинской оросительной системы равна 4329,6 га; оросительная норма риса по Бакбактинской рисовой системе составила 29273 м^3/га, при рекомендованной норме – 22900 м^3/га. Средний за оросительный период гидромодуль водозабора равен – 5,35 л/с га, подачи воды в рисовые чеки – 2,75 л/с га (таблица 2.8).

Таблица 2.8 - Объем водоподачи на Бакбактинскую оросительную систему Акдалинского массива орошения

Период	Май	Июнь	Июль	Август	За оросительный период
1	2	3	4	5	6
Объем водоподачи на рисовую систему, м3/га	13 209	16 178	15 431	12 023	56 841
Гидромодуль, л/с га	4,93	6,24	5,76	4,49	5,35
КПД межхозяйственной сети	0,81	0,83	0,81	0,83	0,82
КПД внутрихозяйственной сети	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
КПД оросительной системы	0,51	0,52	0,51	0,52	0,515
Объем водоподачи на рисовое поле, м3/га	63 761	8 413	7 870	6 252	29 273
Гидромодуль, л/с га	2,38	3,24	2,94	2,33	2,75

Водоотведение с массива орошаемых земель в р. Иле осуществляется Главным и Объединительным коллекторами (ГК и ОК), находящимися в государственной собственности на балансе ГКП ВХ «Балхаширригация». Мехочистные и ремонтные работы, проведенные в предшествующие годы в больших объемах по этим коллекторам, еще позволяют обеспечивать

беспрепятственный отток дренажно-сбросных вод с орошаемого массива. Многолетняя практика эксплуатации орошаемых земель массива показывает, что вновь построенные или отремонтированные каналы и коллекторы сохраняют свои рабочие параметры на протяжении двух-трех лет, что подтверждается в данном случае нашими наблюдениями по ГК и ОК. По завершении вегетационного периода отчетного года отмечается значительное заиление русел коллекторов и особенно ГК, значительные участки откосов подвержены разрушению в виде оползней и обвалов.

Внутрихозяйственная коллекторно-дренажная сеть находится в частной собственности. Техническое состояние сети не отвечает требованиям, предъявляемым к современной инженерной системе. Картовые сбросы зачастую не только не обеспечивают требуемого понижения уровня грунтовых вод, но и сами являются источником подтопления орошаемых земель.

Объем водоотведения с Бакбактинской оросительной системы за оросительный период составляет 24930 м^3/га, при водозаборе 56841 м^3/га, или 44%. Гидромодуль водоотведения равен 2,34 л/с га (таблица 2.9).

Таблица 2.9 - Определение объема дренажно-сбросного стока с Бакбактинской оросительной системы Акдалинского массива орошения

Период		Май	Июнь	Июль	Август	За оросительный период
Объем дренажно-сбросного стока	м^3/га	1 909	6 767	8 055	8 173	24 930
	л/с га	0,71	2,61	3,01	3,05	2,34

Большие потери воды в оросительной сети и завышенные нормы полива формируют неоправданные сбросы воды в дренажно-сбросную сеть, ведут к перерасходу поливной воды. Поэтому изучение и внедрение водосберегающей технологии полива риса, ведущей культуры на Бакбактинской рисовой системе, задача весьма актуальна и решает вопросы экономии водных ресурсов, улучшения социальных и эколого-экономических вопросов данного региона. При использование этих данных для водохозяйственных расчетов в зоне рисосеяние бассейна р. Сырдарьи определить экономии водных ресурсов, улучшения социальных и эколого – экономических вопросов в Приаралья.

2.5 Методика проведения полевых исследовании

Дефицит водных ресурсов в бассейне р.Сырдарьи, связанный с ростом сельскохозяйственного водопотребления, ведет к ухудшению качества оросительных воды снижению водообеспеченности орошаемых земель в Кызылординской области. Здесь дальнейшее развитие орошения должно идти путем жесткой экономии поливной воды, качественного улучшения технологий

орошения сельскохозяйственных культур, реконструкции оросительных систем и повышение КПД.

В связи с этим одной из главных проблем является разработка научно-обоснованных норм водопотребления и водоотведения на орошаемых землях, совершенствования конструктивных элементов рисовых оросительных систем, структуры сельхозпроизводства, повышение плодородия почв.

Целью научно-исследовательских работ по теме является - разработка водосберегающей технологии орошения риса рисовой оросительной системы, обеспечивающих высокоэффективное производство растениеводческой продукции в условиях жесткой экономии поливной воды и ухудшении мелиоративного состояния орошаемых земель

Исходя из поставленной цели основными задачами исследований являются:

- сбор фондовых материалов о техническом состоянии оросительных систем Кызылординской области, оросительных норм и урожайности сельскохозяйственных культур, норм водоотведения;

- установление критерии и оценка технического и эколого-мелиоративного состояния инженерных рисовых систем, влияющих на урожайность риса;

разработка водосберегающей технологии орошения риса на рисовых системах Казахстана;

установить показатели эффективности производства в условиях ухудшения экологической обстановки на засоленных землях Приаралье;

разработка методики экономической оценки уровня производства на рисовых системах;

установить пути улучшение экологической обстановки в бассейне Аральского моря.

В работе использованы имеющиеся фондовые материалы, ранее выполненные разработки автором и другими исследователями, а также данные полевых натурных исследований выполненные в производственных условиях на Кызылординской и Акдалинской оросительной рисовых системах.

В 2012-2014гг. автором диссертационной работы выполнен комплект научных работ на опытно – производственных участках по изучению водосберегающей технологии орошения риса, на средне и слабозасоленных землях агрофирмы «Бирлик» Акдалинской рисовой системе Алматинской области, которые использованы для водохозяйственных расчетов рисовых оросительных систем Кызылординской области при определение экономим поливной воды и социально – экологических вопросов в Приаралье.

Весной перед посевом риса на опытных участках устанавливались приборы водоучета: в рисовых чеках водосливы, на каналах гидрометрические створы и мостики, для измерения расходов воды в каналах вертушкой ГР-21М, в рисовых чеках водомерные рейки и вегетационные сосуды ГГИ-3000 для определения составляющих элементов водного баланса рисового чека, скважины пьезометры для наблюдения за уровнем и минерализацией грунтовых вод, на рисовых чеках выделялись фенологические и мелиоративные

площадки для наблюдением за минерализацией воды и состоянием растений риса.

На рисовых системах в период подачи и поддержания слоя воды в рисовых чеках производились замеры расходов воды, подаваемых в рисовые чеки по водосливам Иванова; испарение, транспирацию и фильтрацию воды из рисовых чеков по вегетационным сосудам ГГИ – 3000, а также снижение уровня воды в чеках – по водомерным рейкам, при закрытых водовыпусках.

При слое воды в рисовом чеке 10 - 15 см после 20 дней первоначального затопления, а затем ежемесячно при закрытых водовыпусках из оросительного канала в рисовый чек и из чека в дренажно-сбросную сеть. В течение 3 суток велись наблюдения за снижением уровня воды в чеках по водомерным рейкам. При среднесуточном снижении уровня воды в чеках до 20 мм и более, из которых испарение и транспирация составляют 10 мм/сут, фильтрация воды в почвогрунт - 10 мм/сут и более, которая обеспечивает водообмен в чеке, вынос солей и вредных соединений из корнеобитаемого слоя почвы в грунтовые воды и в дренажно-сбросные каналы.

Проточность и сбросы воды на таких чеках не производились в течение всего оросительного периода. На чеках, где суточное снижение уровня воды ниже 20 мм велись наблюдения за минерализацией воды в рисовых чеках: при достижении минерализации воды выше 2,5 г/л производилась смена воды в чеках. При смене воды водовыпуски из оросительного канала в рисовые чеки закрываются и открываются водовыпуски из чека в дренажно-сбросные каналы. После полного сброса воды водовыпуски из чека в дренажно-сбросные каналы закрывались и открывались водовыпуски из оросительного канала в рисовый чек, производилось затопление чека и поддержание уровня воды 10 - 15 см, проточность воды в чеках создавалось в оросительный период.

При установлении среднесуточного снижения слоя воды в рисовых чеках и занесении их в журнал при среднесуточном снижении слоя воды 20 мм/сут и более, делались отметки на технологической карте рисового чека – технология орошения – без проточности и сбросов воды в течение оросительного периода.

После обработки почв, внесение минеральных удобрений в первых числах мая месяца проводился посев риса и первоначальное затопление рисовых чеков. В период первоначального затопления рисовых чеков устанавливались водомерные рейки, ноль рейки совмещался с уровнем воды, когда рисовый чек был затоплен на 50%.

Трудоемкость затопления связана с тем, что за короткий промежуток времени расходуется большое количество поливной воды, необходимой для полного насыщения почвы и создания слоя на ее поверхности. На этот период затрачивается около 1/3 оросительной нормы риса. Оросительные нормы риса корректируются в зависимости от гидрогеологических и почвенно-мелиоративных условий орошаемого и изменяются в значительных пределах от 19 тыс. $м^3$/га до 40 тыс. $м^3$/га и более.

3 Разработка водосберегающей технологии орошения риса на рисовых оросительных системах

3.1 Водный и солевой режим рисовых чеков на средне и слабо засоленных землях

Режимы орошения для сортов риса, которые по своей экологии относятся к гидрофитным растениям направлены на создание определенного слоя воды на рисовом поле в течение поливного периода. Гарантией получения высоких урожаев риса является соблюдение правильного водного режима на рисовом поле.

При возделывании риса в Кызыл-Ординской области применяют два типа затопления: постоянное затопление – слой воды на рисовом поле поддерживается в течение всего оросительного периода и укороченное затопление – постоянный слой воды отсутствует в начале вегетационного периода – прорастание-всходы, затем создается слой воды, аналогично постоянному затоплению. Слой воды на рисовых полях изменяется от 5 до 20 см, в зависимости от периода вегетации растений риса.

Технология затопления проводилась в соответствии режимами затопления и поддержания слоя воды на рисовых чека. (рис. 1).

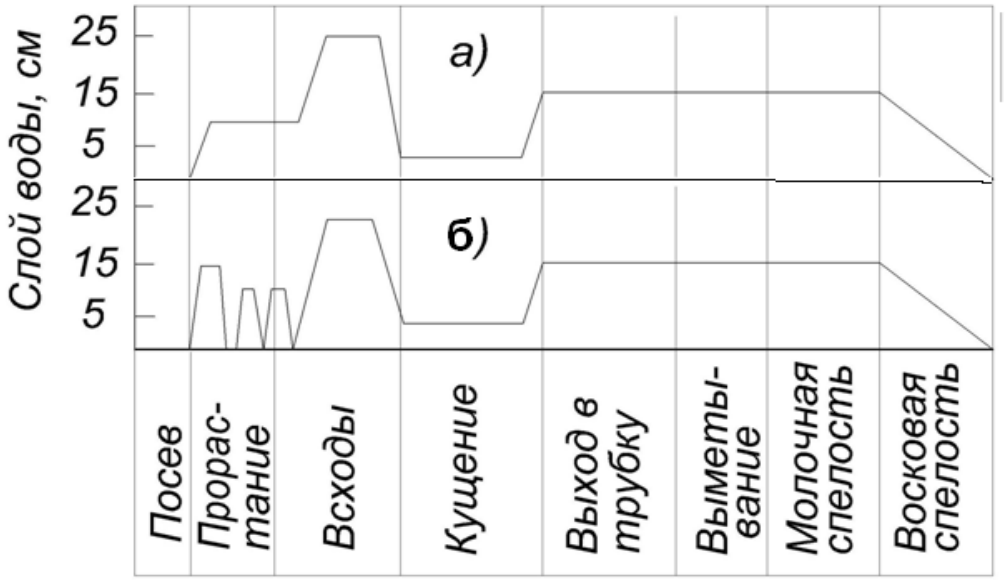


Рисунок 1 – Режимы орошения риса
а - постоянное затопление, *б* – укороченное затопление.

В производственных условиях, при возделывании риса, на рисовых оросительных системах, создаются проточность и сбросы воды с рисовых чеков, которые переполняют дренажно-сбросные каналы, что вызывает подъем уровня грунтовых вод и вторичное засоление орошаемых земель рисовых систем.

Создаваемая проточность воды на рисовых чеках, когда открыты водовыпуски из картового оросителя в рисовый чек и из чеков в картовый

сброс, снижает температуру воды в чеках до оросительной – 22-23^{0}С и в период уборки, стеблестой остается зеленым, зерно в метелках полностью не вызревает. При проточности воды выносится до 30% вносимых минеральных удобрений, увеличивается оросительная норма на 20-25%, снижается урожайность риса на 15-18%.

Изучение и внедрение безсбросовой (водосберегающей) технологии орошения риса с учетом величины фильтрации слоя воды из рисовых чеков, позволяет оптимизировать водный и солевой режим почв, исключить непроизводительные сбросы поливной воды, снизить оросительную норму и увеличить урожайность риса. Результаты изучения водосберегающей технологии орошения риса на средне и слабо засоленных землях изучалась в рисосеющем хозяйстве Агрофирмы «Берлик» Балхашского района, Алматинской области показывают, что урожайность риса увеличивается на 15-18%, затраты поливной воды снижаются на 20-25%.

На Акдалинской рисовой системе в период подачи и поддержания слоя воды в рисовых чеках проводились замеры расходов воды, подаваемых в рисовые чеки по водосливам Иванова; испарение, транспирацию и фильтрацию воды из рисовых чеков по вегетационным сосудам ГГИ – 3000, а также снижение уровня воды в чеках – по водомерным рейкам, при закрытых водовыпусках.

При слое воды в рисовом чеке 10 - 15 см после 20 дней первоначального затопления, а затем ежемесячно при закрытых водовыпусках из оросительного канала в рисовый чек и из чека в дренажно-сбросную сеть. В течение 3 суток велись наблюдения за снижением уровня воды в чеках по водомерным рейкам. При среднесуточном снижении уровня воды в чеках до 20 мм и более, из которых испарение и транспирация составляют 10 мм/сут, фильтрация воды в почвогрунт - 10 мм/сут и более, которая обеспечивает водообмен в чеке, вынос солей и вредных соединений из корнеобитаемого слоя почвы в грунтовые воды и в дренажно-сбросные каналы.

Проточность и сбросы воды на таких чеках не проводились в течение всего оросительного периода. На чеках, где суточное снижение уровня воды ниже 20 мм велись наблюдения за минерализацией воды в рисовых чеках: при достижении минерализации воды выше 2,5 г/л проводилась смена воды в чеках. При смене воды водовыпуски из оросительного канала в рисовые чеки закрываются и открываются водовыпуски из чека в дренажно-сбросные каналы. После полного сброса воды водовыпуски из чека в дренажно-сбросные каналы закрывались и открывались водовыпуски из оросительного канала в рисовый чек, проводилось затопление чека и поддержание уровня воды 10 - 15 см, проточность воды в чеках создавалась в оросительный период.

При установлении среднесуточного снижения слоя воды в рисовых чеках и занесении их в журнал при среднесуточном снижении слоя воды 20 мм/сут и более, делались отметки на технологической карте рисового чека – технология орошения – без проточности и сбросов воды в течение оросительного периода.

После обработки почвы, внесения минеральных удобрений в первых числах мая месяца проводился посев риса и первоначальное затопление рисовых чеков. В период первоначального затопления рисовых чеков устанавливались водомерные рейки, ноль рейки совмещался с уровнем воды, когда рисовый чек был затоплен на 50%.

Рейки устанавливались вблизи водовпуска в рисовый чек. По этим водомерным рейкам, в течение поливного периода один раз в месяц определялась величина фильтрации воды из рисовых чеков, минерализация и температура.

Фильтрация воды из рисовых чеков определялась при поддержании слоя воды в чеках 10-12 см, по вегетационным сосудам ГГИ -3000 и водомерным рейкам установленых в рисовых чеках. В период определения величины фильтрации водовпуски и водовыпуски из рисового чека были наглухо закрыты. В течение 3 суток по водомерным рейкам определялось снижение уровня воды в сосудах и чеках, минерализация воды и ее температура. От величины снижения уровня воды в чеках и сосудах по водомерным рейкам отнималась суточная величина испарения и транспирации (рисунок 2). Максимальное значение фильтрации 30,2 мм/сут отмечается в период первоначального затопления рисовых чеков (рисунок 3) затем по мере подъема уровня грунтовых вод фильтрация воды из рисовых чеков снижается до 9-15 мм/сут в зависимости от напора грунтовых вод под рисовым полем.

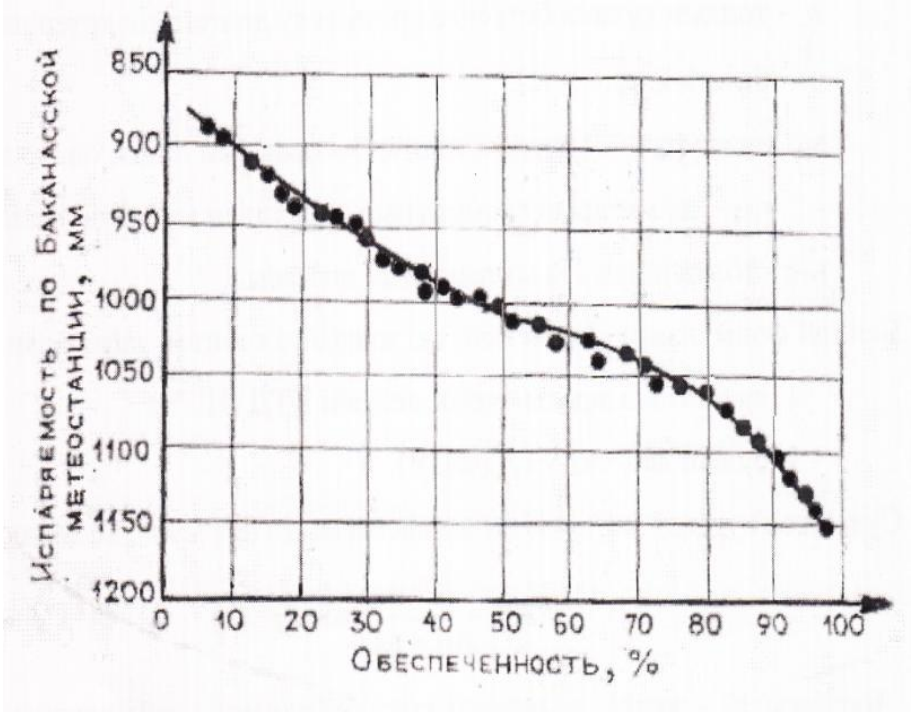


Рисунок 2 - Обеспеченность испаряемости по данным Баканасской метеостанции

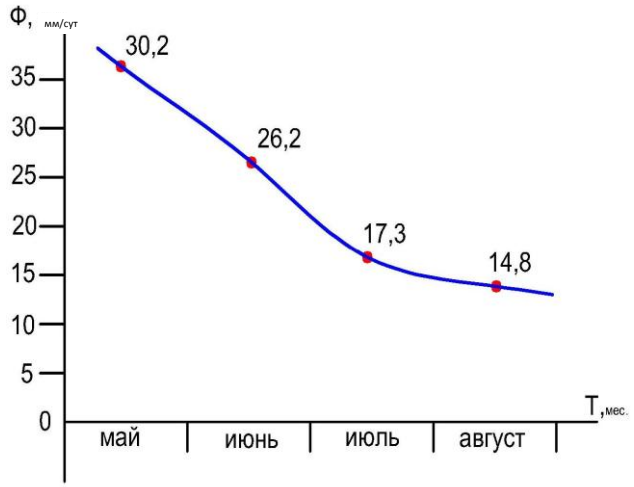


Рисунок 3 - График фильтрации на рисовом поле в поливной период

После вычета испарения и транспирации, оставщая величина составляет фильтрацию воды из рисового чека. Фильтрационный сток воды из рисовых чеков в оросительный период изменяется в широких пределах от 6,6 мм/сут до 24 мм/сут и зависит от высотного расположения чеков, водно-физических свойств почв, дренированности рисового поля (таблица 3.1).

Минерализация слоя воды в рисовых чеках зависит от величины фильтрации, с увеличением фильтрации минерализация воды в рисовых чеках снижается. Так при фильтрации воды из чеков менее 10 мм/сут минерализация воды составляет -1,84 г/л, 10-20 мм/сут-1,5 г/л, более 20 мм/сут - 1,17 г/л. Минерализация воды в оросительном канале составляет 0,422 г/л. Температура воды в чеках изменяется в незначительных пределах 25,5^{o}С-27,4^{o}С и зависит от слоя затопления и густоты стояния стеблестоя растений риса.

Таблица 3.1 - Суточная величина фильтрации воды из рисовых чеков, рисового поля 125 га, первого агроучастка Агрофирмы Берлик (опыты 2012 г) на лугово-болотных почвах

№ рисовых карт	№ рисовых чеков	Суточная величина испарения и фильтрации воды из рисовых чеков, мм				Испарение за 3 суток	Фильтрация за 3 суток	Средняя величина фильтрации воды за одни сутки, мм	Минерализация воды в чеках, г/л	Температура воды в чеках, ^{o}С
		1 сут	II сут	III сут	сумма за 3 сут					
1	5	22	22	13	57	20	37	12	1,33	27,6
	6	22	20	22	64	20	44	15	1,81	26,7
	8	30	29	10	69	20	49	16	1,21	28,3
2	6	29	30	30	89	20	69	23	1,44	28,4
	7	40	20	6	66	20	46	15	1,37	27,7
3	4	41	28	21	90	20	70	23	1,37	27,8
	7	32	28	30	90	20	70	23	1,24	26,9
	8	21	22	17	60	20	40	13	1,38	27,9
4	7	35	30	25	90	20	70	23	1,23	27,4
Среднее значение		30,22	25,44	19,33	75	20	55	18,11	1,37	27,63

На Акдалинской рисовой системе рисовые чеки с фильтрацией выше 10 мм/сут составляют более 70%, таблица 3.2, рисунок 7. При фильтрации воды из рисовых чеков в объеме 10 мм/сут и более обновление воды на рисовых чеках происходит за счет фильтрационного стока, с которым из корнеобитаемой зоны растения риса выносятся вредные соли и микроэлементы, и создаются благоприятные (оптимальные) условия по водному, воздушному, питательному и кислородному режимам в рисосфере рисовых полей. На этих чеках без проточности и сбросов воды формируется высокая урожайность риса (60 – 70 ц/ га).

Таблица 3.2 - Расчет обеспеченности фильтрации в рисовых чеках

Фильтрация, мм/сут	Обеспеченность, %
24, 8	6,67
20, 0	13,33
17, 6	20,00
16, 0	26,67
16, 0	33,33
15, 2	40,00
13, 6	46,67
12, 0	53,33
12, 0	60,00
9, 6	66,67
9, 6	73,33
9,6	80,00
8,0	86,67
6,6	93,33

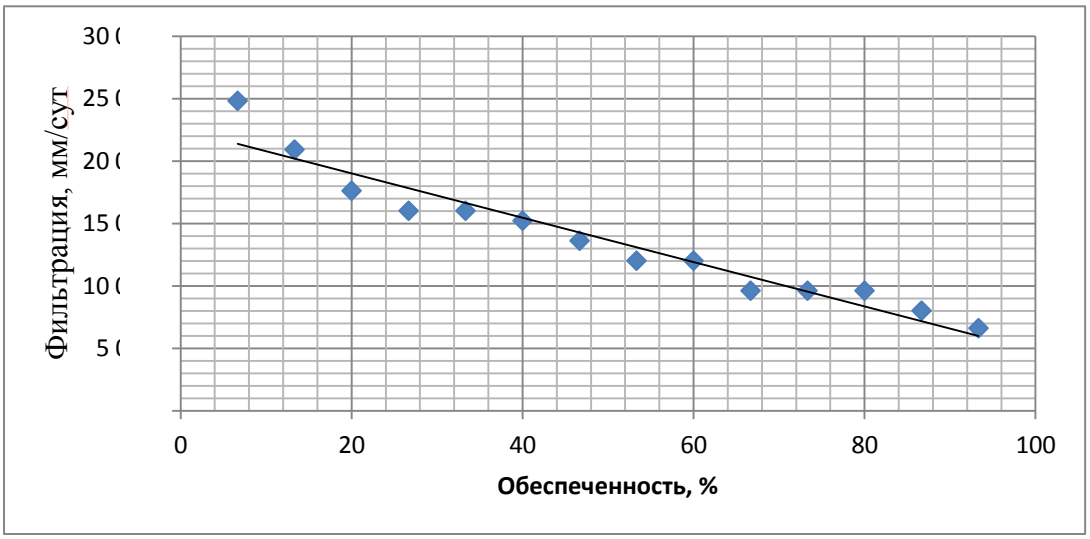


Рисунок 3 – Эмпирическая кривая обеспеченности фильтрационного стока
Обеспеченность фильтрационного стока $P_{10мм/сут}$ = 72 %

Формирование структурных элементов урожайности риса и величина урожайности зависят от величины фильтрации воды из рисовых чеков. При норме высева риса сорта «Изумуруд» 680 семян на 1 м^2, густота стояния риса достигает при фильтрации воды из рисовых чеков менее 10 мм/сут – 178 шт/м^2, 10-15 мм/сут- 218 шт/м^2, 15-20 мм/сут – 222 шт/м^2, более 20 мм/сут – 201 шт/м^2. Количество всходов от высеянных семян риса составляет, соответственно 29%, 32,9%, 33,4%, 31,4%. Перед кущением растений риса процент изреженности всходов растений риса составляет: при фильтрации менее 10 мм/сут – 10,2%, 10-15 мм/сут – 2,7%, 15-20 мм/сут – 3,5%, более 20 мм/сут – 9,1% (таблица 3.3).

Таблица 3.3 - Влияние фильтрации воды из рисовых чеков на густоту всходов растении риса

Фильтрационный сток, мм/сут	Количество всеянных семян, шт	Количество растений риса на 1 м^2			
		в период появления всходов		в период полных всходов, перед кущением	
		к-во, шт	% к высеянным	к-во, шт	% изреживания
Менее 10	680	198	29,0	178	10,2
10 - 15	680	224	32,9	218	2,7
15 - 20	680	230	33,4	222	3,5
Более 20	680	221	31,4	201	9,1

Урожайность риса зависит от величины суточной фильтрации воды из рисовых чеков, при фильтрации воды менее 10 мм/сут урожайность риса составляет 43,1-48,1 ц/га, при фильтрации воды из рисовых чеков 10-15 мм/сут ,урожайность риса увеличивается до 64,8-72,1 ц/га, фильтрация 15-20 мм/сут и более снижает урожайность риса до 37,0-57,2 ц/га (таблица 3.4).

Таблица 3.4 - Влияние фильтрации воды из рисовых чеков на урожайность риса сорта «Изумуруд», ц/га

№ чеков	Фильтрация, мм/сут	Количество растений риса, шт/м^2	Кустистость	Количество стеблей риса, шт/м^2	Биологическая урожайность, ц/га
27	9,0	165	1,2	198,0	48,1
41	8,0	190	1,1	209	46,3
42	4,0	169,2	1,2	203	43,2
28	7,0	172,5	1,2	207	47,1
29	25,0	224	1,3	291	57,0
43	35,0	202,5	1,2	243	53,2

Продолжение таблицы – 3.4

1	20,0	206,1	1,3	268	66,3
2	20,0	211,5	1,3	275	67,2
9	6,0	176,4	1,1	194	43,4
18	8,0	182,7	1,1	201	45,8
21	7,0	179,1	1,1	197	44,6
10	15,0	155,8	1,9	296	69,8
21	30	175,4	1,1	193	40,3
36	20,0	95,4	1,3	124	42,2
37	20,0	83,6	1,4	117	37,0
41	32,0	174,5	1,1	192	39,0
28	10,0	150	1,4	210	64,8
19	15,0	177,6	1,7	302	72,1
20	19,0	190,6	1,5	286	62,8
11	23,0	151,4	1,4	212	59,1
12	23,0	145,7	1,4	204	57,2
Среднее по полю	17,6	170,4	1,3	220,1	51,8

Величина фильтрации воды из рисовых чеков влияет на водообмен, оросительную норму, урожайность риса и продуктивность поливной воды. Самая высокая урожайность риса 60-70 ц/га отмечалась на чеках, в которых фильтрационный сток в поливной период составлял 10-20 мм/сут, за оросительный 8000-14000м3/га, с уменьшением и увеличением фильтрационного стока из рисовых чеков урожайность риса снижается (таблица 3.5).

Таблица 3.5 - Фильтрационный сток, урожайность риса и оросительная норма (данные 2012 г)

Карты, чеки на экспериментальном участке	Фильтрационный сток за оросительный период, $м^3$/га	Урожайность риса, ц/га	Оросительная норма риса,$м^3$/га	Затраты воды, $м^3$/ц
1.2	12640	49,5	24840	501,8
1.4	11820	64,0	24020	375,3
1.6	11470	54,0	23670	438,3
1.8	11700	64,3	23900	371,7
2.2	11350	81,1	23550	290,4
2.4	14270	82,5	26470	320,8
2.6	12520	77,6	24720	318,6
2.8	11930	75,8	24130	318,3
2.9	11350	81,1	23550	290,4

3.1	11700	83,7	23900	285,5

Продолжение таблицы – 3.5

3.2	11000	39,3	23200	590,3
3.4	11120	39,6	23320	588,9
3.6	11470	59,6	23670	397,1
3.8	11820	64,3	24020	373,6
4.1	12870	55,9	25070	448,5
4.3	12170	38,7	24370	629,7
4.5	13340	78,4	25540	325,8
4.7	11350	64,3	23550	366,3
4.9	10060	64,1	22260	347,3
5.2	14160	52,5	26360	502,1
5.4	13920	86,2	26120	303,0
5.6	15100	84,4	27300	323,5
5.7	14860	78,2	27060	346,0
5.9	15090	33,2	27290	822,0
6.2	13920	83,9	26120	311,3
6.4	14510	76,8	26710	347,8
6.6	14510	104,2	26710	256,3
6.8	9590	45,6	21790	477,9
Среднее	125575	66,5	24757,5	402,4

В опытах 2013 года для определения величины фильтрации воды из рисовых чеков на гидроморфных почвах проводился подсчет густоты прорастания риса, количества растений на площади в 1 м^2 и куститость. Густота стояния растений риса, кущение и урожайность самые высокие на чеках, с которых суточный фильтрационный сток за оросительный период находился в пределах 10 мм/сут, таблица 3.6.

Таблица 3.6 - Фильтрация, густота стеблестоя и урожайность риса сорта «Изумуруд»

Карты, рисовые чеки		Фильтрация, мм/сут	Кустистость	Количество растений на 1 м^2	Урожайность риса, ц/га
1	1	13,0	1,4	196	57,6
	2	12,0	1,7	217	59,8
	3	9,6	1,2	245	64,1
	4	9,6	1,3	247	65,9
2	5	9,6	1,8	210	64,7
	6	8,0	1,5	221	62,2
	7	5,6	1,3	203	56,5

Затраты поливной воды на один центнер урожая риса составляют 313 – 332 $м^3$/ц при фильтрации воды из рисовых чеков за оросительный период – 9 600 $м^3$/га. При этом объеме фильтрации урожайность риса составляет 64,1 – 65,9 ц/га (таблица 3.7).

Таблица 3.7 – Составляющие оросительной нормы риса, принятые по данным вегетационных сосудов и затраты поливной воды на один центнер урожая риса

№ чеков	Объем насыщения почво-грунта, расчетный, $м^3$/га	Фильтрация, $м^3$/га	Эвотранспирация, $м^3$/га	Сбросной сток, $м^3$/га	Оросительная норма, $м^3$/га	Урожайность риса, ц/га	Затраты поливной воды, $м^3$/ц
1	1 280	13 600	9800	-	24 680	57,6	428,47
2	1 280	12 000	9 800	-	23 080	59,8	385,95
3	1 280	9 600	9 800	-	20 680	64,1	322,62
4	1 280	9 600	9 800	-	20 680	65,9	313,81
5	1 280	9 600	9 800	-	20 680	64,7	319,63
6	1 280	8 000	9 800	-	19 080	62,2	306,2
7	1 280	5 600	9 800	-	16 680	56,5	295,22
Среднее	1 280	9 714	9 800	-	20 794	61,54	338,84

Объем воды, подаваемый в рисовые чеки, замерялся по водосливам Иванова, установленным в рисовые чеки, до затопления. По объемам воды определяется оросительная норма, которая изменяется в пределах от 16 669 $м^3$/га до 28 542 $м^3$/га (таблица 3.8).

Средняя величина оросительной нормы на рисовых чеках по водосливам составляет 19522 $м^3$/га, по вегетационным сосудам – 20 794 $м^3$/га (таблица 3.9).

Таблица 3.8 - Определение оросительной нормы риса на опытно - экспериментальном участке

№ чеков	Площадь чека, га	Слой воды на водосливе, H, см	Расход водослива, Q, л/с	Гидромодуль, л/с га	Оросительная норма, М, $м^3$/га
1	1,98	2,6	4,05	2,045	17 669
2	1,98	2,7	4,28	2,16	18 676
2	1,98	2,6	4,05	2,04	17 673
2	1,98	2,5	3,82	1,93	16 669
5	2,61	3,3	5,84	2,24	19 332
6	2,66	3,2	5,57	2,09	18 092
7	2,57	4,2	8,49	3,30	28 542
Среднее	2,25	3,01	5,16	2,26	19 522

В опытах 2014 г на сероземных гидроморфных почвах оросительная норма, урожайность риса также зависят от величины фильтрации воды из рисовых чеков. При фильтрации воды из рисовых чеков менее 10 мм/сут оросительная норма составляет 12,8-20,6 тыс. $м^3$/га, урожайность риса 37-64ц/га 15 мм/сут соответственно 20,6-26,6 тыс. $м^3$/га и 57,6-72,1 ц/га, 15-20 мм/сут – 53,2 ц/га, более 20мм/сут=47,1-44,0ц/га (таблица 3.10).

Таблица 3.9 - Оросительная норма урожайность риса и затраты воды на один центнер зерна риса (данные 2014 г)

№ чеков	Объем насыщение почво-грунта, $м^3$/га	Фильтрация, $м^3$/га	Эвопотранспирация, $м^3$/га	Проточность сбросы воды с чеков, $м^3$/га	Оросительная норма, $м^3$/га	Биологи ческая урожайность, ц/га	Затраты поливной воды, $м^3$/ц
1	1410	24000	10200	-	35610	48,1	740,3
2	1410	27000	10200	-	38210	47,1	811,2
3	1410	15000	10200	-	26610	57,6	462,0
4	1410	21000	10200	-	32610	53,2	613,0
5	1410	12000	10200	-	23610	67,2	351,3
6	1410	24000	10200	-	35610	44,6	798,4
7	1410	9000	10200	-	20610	69,8	295,3
8	1410	6000	10200	-	17610	64,8	271,7
9	1410	9000	10200	-	20610	72,1	285,8
10	1410	11400	10200	-	23010	62,8	366,4
11	1410	13800	10200	-	25410	59,1	430
Среднее по поле		15654	10200	-	27228	58,8	493,2

Таблица 3.10 - Урожайность риса по водосберегающей технологии орошения

Фильтрация воды из рисовых чеков, мм/сут	Количество рисовых чеков, шт.	Площадь всех чеков, га	Объем фильтрации за оросительный период, тыс. $м^3$/га	Оросительная норма риса, тыс. $м^3$/га	Урожайность риса, ц/га	Затраты воды на одну тонну зерна, риса $м^3$/ц
Менее 10	9	18,3	6,0-8,9	17,6-20,6	37,0-69,8	295-475
10-15	31	66,9	9,1-15,0	21,6-26,6	57,6-72,1	358-368
15-20	8	16,2	10,8-14,9	25,4-32,6	53,2-59,1	477-552
Более 20	6	22,6	24,0-27,0	35,6-38,2	48,1-47,1	740-811

Влияние величины фильтрации воды из рисовых чеков на урожайность риса и оросительную норму показано на рисунке 4.

Рисунок 4 - Влияние величины фильтрации воды из рисовых чеков на оросительную норму и урожайность риса

Исследованиями выполненными на Акдалинской рисовой системе в ТОО Агрофирме «Бирлик» установлено, что оросительная норма и урожайность риса зависист от фильтрационных свойств почвогрунта и изменяется в значительных пределах оросительная норма от 21,0 тыс. м^3/га до 24,2 тыс. м^3/га от 66,5 риса до 44,3 ц/га (таблица 3.11).

Таблица 3.11 – Влияние фильтрационных свойств почв на величину оросительной нормы и урожайность риса

Показатели	Уровень грунтовых вод в осенне-зимний период/ годы исследования			
	1,5-1,8 м 2012 г.	1,9-2,4 м 2013 г.	2,5-2,9 м 2014 г.	Более 3,0 м 2014 г.
Коэффициент фильтрации почвогрунтов	0,05-0,12	0,09-0,30	0,27-0,43	0,60-0,84
Степень засоления земель	Средне засоленные	Слабо засоленные	Слабо засоленные	слабозасоленные
Режим почвогрунта	лугоболотный	гидроморфный	гидроморфный	Гидроморфный
Оросительная норма риса, тыс. м^3/га	20984-21360	21398-21650	22300-23200	23450-24200
Объем фильтрационного стока за оросительный	9158-8784	9198-9450	10000-11000	11000-12000

период $м^3$/га				
Урожайность риса, ц/га	65,0-66,5	58,8-69,1	47,3-52,5	44,3-45,6

Для расчета экономической эффективности и рентабельности подпроекта определены издержки связанные с выращиванием риса. Независимо от величины фильтрации воды из рисовых чеков издержки на выращивание риса составляют: затраты на агротехнику – 9328 тенге/га, посев риса, затопление рисовых чеков, поддержания слоя воды рисовых чеках в оросительный период – 5578,0 тенге/га, обработка посевов гербицидами самолетам – 8250 тенге/га, уборка урожая – 5305 тенге/га, всего затрат – 36281 тенге/га.

Стоимость материалов: семена риса – 33540 тенге/га, минеральные удобрение – 56900 тенге/га, гербициды – 8400 тенге/га, вода оросительная – 2301 тенге/га, горючесмазочные материалы – 1230 тенге/га. Всего стоимость материалов – 102371 тенге/га. Итого затрат (издержки) на один га возделывания риса составляют 36281+102371= 138652 тенге/га.

Инвестиции на возделывании риса составляют – 45755 тенге/га. Бюджет проекта составляет –650000 тенге, на один га – 650 тенге/га.

С учетом фильтрационного стока затраты на один гектар возделывания риса с фильтрационным стоком менее 10 мм/сут. составляют на рисовых чеках – 138652 тенге/га.

При фильтрации воды из рисовых чеков 10-15 мм/сут., издержки составляют – 139010 тенге/га., 15-20 мм/сут. – 140030 тенге/га., более 20 мм/сут. = 142372 тенге/га. Инвестиции на возделывания риса не зависят фильтрационного стока и составляют 45755 тенге/га. Прибыль с одного гектара рисовых систем зависит от величины фильтрационного стока, наибольшая прибыль 100510 тенге/га, отмечается с рисовых чеков с фильтрационным стоком 10-15 мм/сут. На этих землях рентабельность производство риса наибольшее 72%. С уменьшением и увеличением фильтрационного стока рентабельность снижается.

На опытно-производственном участке Агрофирмы «Бирлик», где рис возделывался без сбросов и проточности, средняя оросительная норма составила 20158 $м^3$/га, в том числе: насыщение почвогрунта - 1280м3/га, фильтрационный сток - 9714 $м^3$/га, эвотранспирации - 9800 $м^3$/га.

На посевах хозяйствующих субъектов (кооперативов, крестьянских хозяйствҚ оросительная норма риса (нетто) составляет 29273 м3/га, урожайность риса 48,0 ц/га, объем дренажного сбросного стока - 24930 м3/га, в котором доля фильтрационного стока из рисовых чеков составляет 9714 м3/га, потери из оросительной сети - 7836 м3/га, а остальной объем 7380 м3/га формируется за счет непроизводительных поверхностных сбросов воды из рисовых чеков.

Если потери воды из оросительной сети из-за низкого КПД: межхозяйственной 0,82 и 0,63 внутрихозяйственной избежать невозможно, то непроизводительные поверхностные сбросы можно сократить на 70 или на 5166 м3/га. На чеках, где фильтрация воды выше 9 мм/сут, водообмен происходит за

счет фильтрационного стока, с которым выносятся в грунтовые воды и дренажно-сбросной сток вредные соли и микроэлементы на этих чеках поверхностные сбросы делать не следует.

При соблюдении рекомендуемой водосберегающей технологии орошении риса в производственных условиях оросительная норма риса сократится на 5166 м3/га или на 29%, а урожайность риса увеличится на 15-16%.

3.2 Водно-солевой режим и баланс рисовых систем

Водно-солевой режим и водно-солевой баланс Акдалинской рисовой системы зависят от ирригационно – хозяйственных факторов, умения грамотно управлять водными ресурсами на оросительной сети и применения водосберегающих технологий орошения риса и культур рисового севооборота. В водном и солевом режиме и балансе Акдалинской рисовой системы отмечается цикличность: рассоление почв и подъем уровня грунтовых вод на посевах риса в период орошения, снижение уровня грунтовых вод и подъем солей от них в осеннее – зимний период. На полях люцерны происходит перераспределение солей по почвенному профилю, с незначительным повышением их содержания от капиллярного поднятия грунтовых вод.

Солевой режим почв и солевой баланс орошаемых земель непосредственно связани с водным режимом и водным балансом. Водный режим почв на посевах риса и люцерны изложен во втором разделе настоящего отчета. Водный режим на посевах риса – укороченное затопление, на люцерновых полях – поддержание порога влажности почв 75% НВ. Для оценки мелиоративных процессов, происходящих на орошаемых землях Акдалинской рисовой системы, и выявления направленности их изменений составлены водный и солевой балансы.

Водный баланс орошаемых земель Акдалинской рисовой системы рассчитан по уравнению общего водного баланса орошаемого массива, имеющего вид:

$$M + P + Пг + Fос – E - F – Д – От = \pm \Delta S \qquad (3.1)$$

где:

M - объем водоподачи оросительных вод;

P - величина выпавших атмосферных осадков;

Пг – поступление от подземных вод на массив орошения;

Fос – фильтрация из оросительной сети;

E - величина суммарного испарения;

F - объем фильтрации в зону аэрации;

От – отток грунтовых вод.

$\pm \Delta S$ – невязка баланса.

Как следует из уравнения 1 и данных таблицы 9, в водном балансе рисовой системы водоподача на посевах риса составляет 29 273 $м^3$/га, поступление от грунтовых вод и атмосферных осадков – 780 $м^3$/га; на посевах люцерны

водоподача отсутствует, субирригация от грунтовых вод – 8 800 м^3/га, атмосферные осадки – 780 м^3/га; на посевах риса и люцерны водоподача составляет14 673 м^3/га. В расходной части водного баланса суммарное испарение на посевах риса составляет 9 800 м^3/га, люцерны – 9 075 м^3/га, на рисовой системе – 9 438 м^3/га; дренажно – сбросной сток – 5 150 м^3/га, отток грунтовых вод на не орошаемые земли составляет – 4 418 м^3/га. На рисовой системе устойчиво сохраняется равновесие водного баланса: сумма составляющих приходной части водного баланса равна 19 037 м^3/га, расходной части – 19 006 м^3/га, невязка составляет (- 0,16%), (таблица 3.12).

Таблица 3.12 -Водный баланс Акдалинской рисовой системы, м^3/га

Состаляющие водного баланса	Наименование элементов водного баланса	На посевах риса	На полях люцерны	На рисовой системе
Приходная часть	М - Водоподача	29 273	-	14 637
	Р – атмосферные осадки	780	780	780
	Пг – поступление от грунтовых вод	-	8 800	3 620
	СУММА	30 053	9 580	19 037
Расходная часть	Е – суммарное испарение	9 800	9 075	9 438
	Д – дренажно – сбросной сток	10 300	-	5 150
	От – отток грунтовых вод	8 836	-	4 418
	СУММА	28 936	9 075	19 006
Сальдо баланса		+1 117	+505	-31
Невязка, %		+3,7	+5,3	-0,16

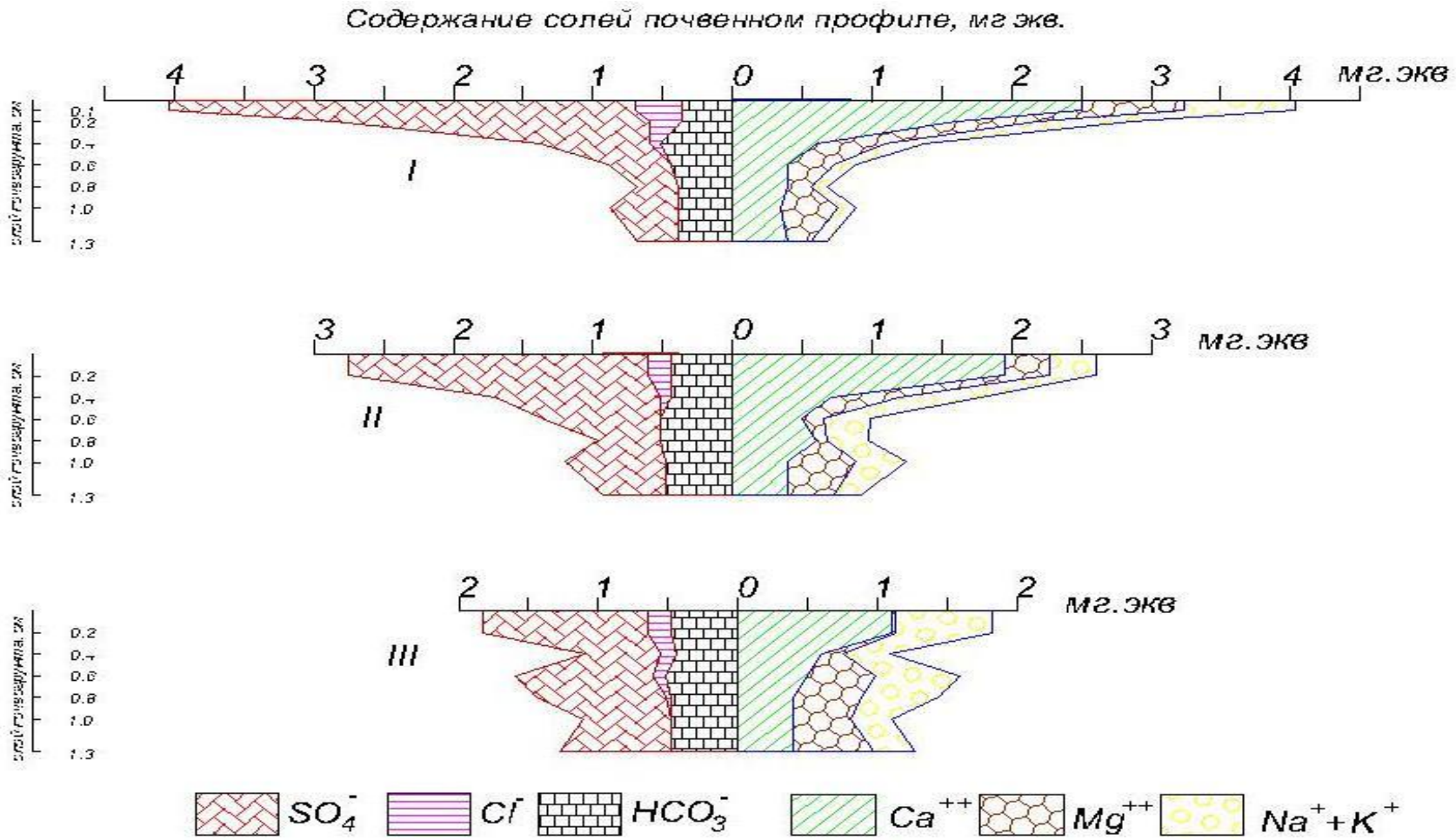
Степень засоления и состав солей в почвах рисовых полей зависит от региональной миграции солей в почвогрунтах и минерализации грунтовых вод. Среди типов химизма засоления наиболее распространены: хлоридно – сульфатно - натриевый тип засоления, от слабого до среднего.

Химанализы почвы и воды, отобранных нами на рисовых полях (таблицы 3.13-3.14, рисунок 5) показывают, что весной, перед посевом риса, наибольшее количество солей - 0,273%, в мг экв. – 4,04 по анионам и катионам, расположены в верхнем 0 - 10 см слое почв.

С глубиной содержание солей снижается до 0,097%. После орошения риса, осенью, содержание солей в верхнем слое снижается до 0,132% и увеличивается в слое 40 – 80 см до 0,113% (таблица 3.13, рисунок 5). Земли

слабо засоленные, тип засоления – сульфатно – натриево – кальциевый. На полях люцерны почвы слабозасоленные, тип засоления – сульфатно – гидрокарбонатно – кальциевый. Содержание солей по почвенному профилю изменяется от 0,185% в верхнем слое почв до 0,091% на глубине 60 см и ниже (таблица 3.14, рисунок 5).

Расчет солевого баланса Акдалинской рисовой системы показывает, что на полях, занятых посевом риса, происходит рассоление почв; в зоне аэрации 1,7 м вынос солей составляет 47,6 т/га, общий солевой баланс – отрицательный на 51,7 т/га, то есть вынос солей преобладает над поступлением. На полях люцерны поступление солей в зону аэрации 1,7 м преобладает над выносом на 33,9 т/га, на рисовой системе поступление солей составляет 68,0 т/га, вынос – 77,3 т/га (таблица 3.15). Как показывают результаты наших исследований, в целом, вынос солей на Акдалинской рисовой системе преобладает над поступлением на 9,3 т/га, невязка баланса находится в пределах нормы и составляет 1,4 – 2,3%.



Условные обозначения: 1 – содержание солей в почве перед посевом риса; 2 - содержание солей в почве осенью, после уборки риса; 3 - содержание солей в почве на посевах люцерны

Рисунок 5 – Солевой профиль почвогрунта рисовых полей Агрофирмы «Бирлик» Акдалинской рисовой системы

Таблица 3.13 - Результаты анализа водной вытяжки

№	Наименование	Глубина образцов, см	Водная вытяжка %%/мг экв на абсолютно – сухую почву							Сумма		Na	K	pH
			Сумма солей, %	Щелочность		CI	SO_4	Ca^{++}	Mg^{++}	анионов	катионов			
				Общая в HCO^-_3	От нормальных карбонатов в CO^-_3									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Весной, перед посевом риса	0-10	0,273	0,022 0,36	нет	0,012 0,34	0,160 3,34	0,050 2,50	0,009 0,74	4,04	4,04	0,016 0,70	0,004 0,10	8,14
2		10-20	0,194	0,022 0,036	нет	0,08 0,23	0,109 2,27	0,032 1,60	0,007 0,58	2,86	2,86	0,015 0,65	0,001 0,03	8,35
3		20-40	0,097	0,032 0,52	нет	0,003 0,08	0,037 0,78	0,012 0,60	0,006 0,49	1,38	1,38	0,006 0,26	0,001 0,03	8,77
4		40-60	0,065	0,027 0,44	нет	нет	0,022 0,45	0,008 0,40	0,004 0,33	0,89	0,89	0,003 0,13	0,001 0,03	9,09
5		60-80	0,051	0,024 0,39	нет	нет	0,014 0,29	0,008 0,40	0,002 0,16	0,68	0,68	0,002 0,09	0,001 0,03	9,13
6		80-10	0,063	0,024 0,39	нет	нет	0,024 0,49	0,007 0,35	0,005 0,41	0,88	0,88	0,002 0,09	0,001 0,03	9,19
7		100-130	0,051	0,024 0,39	нет	нет	0,014 0,29	0,008 0,40	0,002 0,16	0,68	0,68	0,002 0,09	0,001 0,03	9,21
8	Осенью, после уборки урожая	0-20	0,185	0,022 0,36	нет	0,06 0,17	0,103 2,14	0,039 1,95	0,004 0,33	2,67	2,67	0,006 0,26	0,005 0,13	8,03
9		20-40	0,124	0,027 0,44	нет	0,006 0,17	0,057 1,18	0,014 0,70	0,006 0,49	1,79	1,79	0,013 0,57	0,001 0,03	8,68
10		4-60	0,091	0,027 0,44	нет	0,003 0,08	0,041 0,85	0,010 0,50	0,002 0,16	0,99	0,99	0,007 0,30	0,001 0,03	8,94

Продолжение таблицы 3.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
11		60-80	0,074	0,032 0,52	нет	нет	0,022 0,45	0,012 0,60	0,001 0,08	0,97	0,97	0,006 0,26	0,001 0,03	9,03
12		80-100	0,089	0,032 0,52	нет	нет	0,035 0,72	0,008 0,40	0,006 0,49	1,24	1,24	0,008 0,35	нет	9,01
13		100-130	0,068	0,029 0,48	нет	нет	0,022 0,45	0,008 0,40	0,004 0,33	0,93	0,93	0,004 0,17	0,001 0,03	8,99
14	На полях люцерны	0-20	0,132	0,029 0,48	нет	0,006 0,17	0,057 1,18	0,022 1,10	0,001 0,03	1,83	1,83	0,015 0,65	0,002 0,05	8,49
15		20-40	0,079	0,027 0,44	нет	0,004 0,11	0,026 0,54	0,012 0,60	0,002 0,16	1,09	1,09	0,007 0,0	0,001 0,03	8,65
16		40-60	0,113	0,032 0,52	нет	0,003 0,08	0,048 0,99	0,010 0,50	0,006 0,49	1,59	1,59	0,013 0,57	0,001 0,03	9,01
17		60-80	0,102	0,029 0,48	нет	0,001 0,03	0,045 0,93	0,008 0,40	0,006 0,49	1,44	1,44	0,012 0,52	0,001 0,03	9,06
18		80-100	0,079	0,029 0,48	нет	нет	0,030 0,62	0,008 0,40	0,005 0,41	1,10	1,10	0,006 0,26	0,001 0,03	8,86
19		100-130	0,089	0,029 0,48	нет	нет	0,038 0,79	0,008 0,40	0,007 0,58	1,27	1,27	0,006 0,26	0,001 0,03	9,02

Таблица 3.14 - Водная вытяжка, мг экв.

№	Номер разрезов	Водная вытяжка %%/м.экв на абсолютно – сухую почву							Сумма		Na	K
		Сумма солей, %	Щелочность		CI	SO_4	Ca^{++}	Mg^{++}	анионов	катионов		
			Общая в HCO^-_3	От нормальных карбонатов в CO^-_3								
1	Вода из канала	0,045	0,142 2,33	0,005 0,17	0,036 1,02	0,150 3,12	0,048 2,40	0,029 2,38	6,47	6,47	0,037 1,61	0,003 0,08
2	Вода из чека	0,409	0,146 2,39	0,002 0,07	0,036 1,10	0,113 2,35	0,051 2,55	0,019 1,56	5,84	5,84	0,038 1,65	0,003 0,08
3	Сбросная	0,439	0,146 2,39	0,005 0,17	0,036 1,02	0,142 2,95	0,142 2,95	0,029 2,38	6,36	6,36	0,039 1,70	0,003 0,08

Таблица 3.15 - Солевой баланс Акдалинской рисовой системы

Элементы солевого баланса	На посевах риса	На полях люцерны	На рисовой системе при четырехпольном севообороте
S_1 – начальный запас солей зоны аэрации	261,8	228,4	245,4
S_2 – поступление солей с оросительной водой	89,0	8,7	48,9
S_3 – поступление солей от грунтовых вод	12,0	26,2	19,1
ИТОГО	362,8	263,3	313,1
S_4 – конечный запас солей зоны аэрации	214,2	268,3	241,3
S_5 – вынос солей фильтрационным стоком	124,9	1,1	63,0
S_6 – вынос солей дренажным стоком	28,5	-	14,3
ИТОГО	367,6	269,4	318,5
Сальдо баланса	-4,8	-6,1	-5,4
Невязка, %	-1,4	-1,7	-1,7

Данные химанализа оросительной воды, дренажно – сбросных и грунтовых вод, а также солевой профиль и солевой баланс зоны аэрации почвогрунтов свидетельствуют о слабом засолении Акдалинской рисовой системы, удовлетворительном мелиоративном состоянии орошаемых земель, на которых внедрение водосберегающих технологий орошения риса и сопутствующих культур весьма эффективна, как по водосбережению, так и повышению урожайности возделываемых культур. При этом мелиоративное состояние земель будет улучшаться, в связи со снижением объема водоподачи и уменьшением поступления солей с оросительной водой.

Выводы по третьему разделу

Продуктивность риса на рисовых систем зависит от режима орошения риса, технологии полива и минерализации воды рисовых чеков.

1. Средне и слабазасоленных землях рисовых систем риса фильтрационный сток с затопленных рисовых чеков обеспечивает вынос солей и вредных соединений из корнеобитаемого слоя почв растений риса в грунтовые воды и дренажно - сбросную сеть. Фильтрация воды из затопленных рисовых чеков в оросительный период выше 10 мм/сут отмечается более чем на 70% орошаемой площади. На остальной части рисовых полей величина фильтрации ниже 9 мм/сут, по выше 5мм/сут. Водообмен на рисовых чеках происходит за счет фильтрационного стока: при этом минерализация воды в

оросительный период не превышает 1,5 г/л, при допустимой 2,5 г/л, поэтому технология орошения риса должна быть безсбросовая. При безсбросовой технологии орошения биологическая урожайность риса составляет 64,1 – 65,9 ц/га.

2. При возделывании риса без сбросов и проточности, средняя оросительная норма риса на рисовом чеке составляет 20 158 $м^3$/га; в том числе: насыщение почвогрунта – 1 280 $м^3$/га, фильтрационный сток - 9 714 $м^3$/га, эвотранспирация – 9 800 $м^3$/га. На производственных посевах хозяйствующих субъектов оросительная норма риса на рисовом чеке составляет 25 273 $м^3$/га, урожайность риса сорта «Измуруд» 48,0 ц/га. При соблюдении рекомендуемой водосберегающей технологии орошения риса в производственных условиях оросительная норма риса сократится на 5 935 $м^3$/га, или на 20%, а урожайность риса увеличится на 15 – 18%.

3. Для оценки мелиоративных процессов, происходящих на орошаемых землях Акдалинской рисовой системы и выявления направленности их изменений, составлены водный и солевой балансы. В водном балансе рисовой системы в приходной части поступление воды на орошение (водоподача) рисо-люцернового севооборота составляет 14637 $м^3$/га, в расходной части – суммарное водопотребление – 9 438 $м^3$/га и дренажно – сбросной сток 5150 $м^3$/га. На рисовой системе устойчиво сохраняется баланс приходной и расходной частей; невязка составляет 0,16%.

4. Водно – солевой режим и баланс Акдалинской рисовой системы зависят от ирригационно – хозяйственных факторов, умения грамотно управлять водными ресурсами на оросительной сети и применения водосберегающих технологий орошения риса и культур рисового севооборота. Химанализы почв и воды показывают: весной, перед посевом риса, наибольшее количество солей – 0,273%, в мг экв. – 4,04 по анионам и катионам, расположены в верхнем 0 - 10 см слое почв. С глубиной содержание солей снижается до 0,097%. После орошения риса, осенью, содержание солей в верхнем слое снижается до 0,132% и увеличивается в слое 40 – 80 см до 0,113%. Земли слабо засоленные, тип засоления – сульфатно – натриево – кальциевый.

5. На посевах риса вынос солей из зоны аэрации превышает поступление солей на рисовое поле на 51,7 т/га. На рисовой системе солевой баланс отрицательный: вынос преобладает над поступлением, мелиоративное состояние – удовлетворительное, обеспечивает получение высоких урожаев риса без проведения проточности и поверхностных сбросов.

4 Определение экономической эффективности и нормативного уровня обеспеченности оросительной нормы риса

4.1 Определение уровня обеспеченности оросительных норм риса

Расчеты по определению уровня обеспеченности оросительных норм риса выполнены по зависимости и сведены в таблицу 4.1.

$$P=m/[(n+1)100] \qquad (4.1)$$

где: p- уровень обеспеченность,%;
m – порядковый номер в ряду возрастания;
n- общее число членов ряда.

Таблица 4.1 - К построению кривой обеспеченности оросительных норм риса на базе Акдалинского массива орошения

Варианты карт и чеков на экспериментальном участке	Оросительные нормы риса, $м^3$/га	Оросительные нормы риса в возрастающем порядке, $м^3$/га	Эмпирическая обеспеченность. %
1.2	24 840	21790	3,5
1.4	24020	22260	6,9
1.6	23670	23200	10,4
1.8	23900	23320	13,8
2.2	23550	23550	17,3
2.4	26470	23550	20,7
2.6	24720	23550	24,2
2.8	24130	23670	27,6
2.9	23550	23670	31,1
3.1	23900	23900	34,5
3.2	23200	23900	38,0
3.4	23320	24370	41,4
3.6	23670	24020	44,9
3.8	24020	24020	48,3
4.1	25070	24130	51,8
4.3	24370	24720	55,2
4.5	25540	24800	58,7
4.7	23550	25070	62,1
4.9	22260	25540	65,6
5.2	26360	26120	69,0
5.4	26120	26120	72,5
5.6	27300	26360	75,9
5.7	27060	26470	79,4
5.9	27290	26710	82,8
6.2	26120	26710	86,2

продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4
6.4	26710	27060	89,7
1	2	3	4
6.6	26710	27290	93,1
6.8	21790	27300	96,6
Среднее	24757,5		

Кривая обеспеченности оросительных норм риса для Акдалинского массива орошения приведена на рисунке 9.

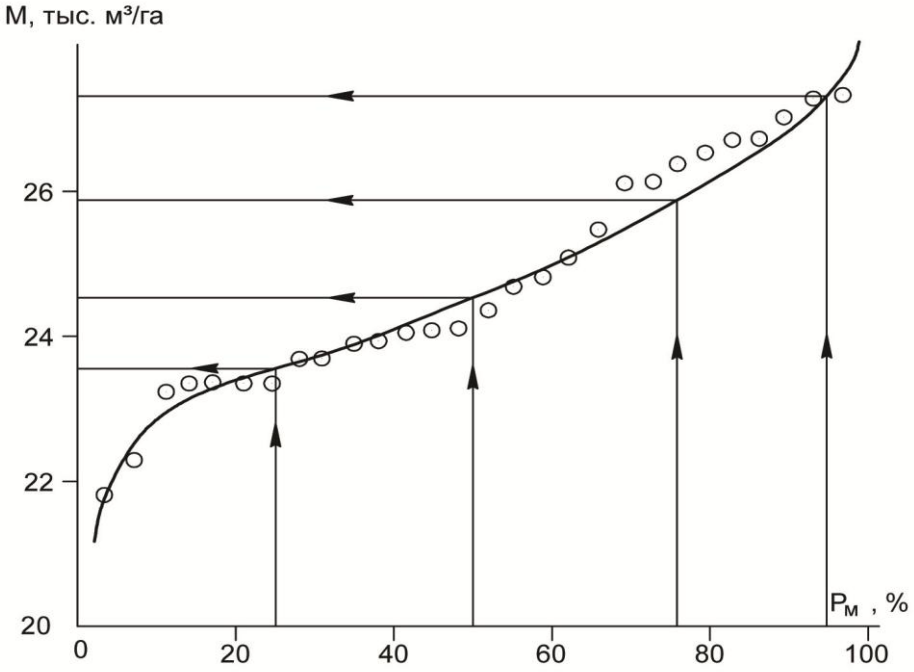


Рисунок 9 - Кривая обеспеченности оросительных норм риса для Акдалинского массива орошения

Откуда, оросительная норма нетто риса при различной обеспеченности, $Р_м$ = 25, 50, 75, 95 %, равна: 23,6; 24,6; 25,8 и 27,2 тыс. $м^3$/га соответственно.

Нормативный уровень обеспеченности оросительных норм сельскохозяйственных культур принимается равным 95%. Тогда оросительная норма нетто риса при обеспеченности, $Р_м$ = 95 %, равна 27,2 тыс. $м^3$/га.

Режим водопотребления Акдалинского массива орошения. Орошаемая площадь – 31 тыс.га. Заборы воды осуществляются на расстояниях от устья равной 387 и 330 км .В таблице 4.2 приведены режимы водозабора из реки Иле.

Таблица 4.2 - Заборы воды из природных объектов (Режим водопотребления Акдалинского массива орошения), млн. $м^3$

Показатели	Оросительный период (05.05-31.08)				Итого
	май	июнь	июль	август	
Р. Иле (от Капчагайского водохранилища до в/п Учжарма). Расстояние от устья 387 км	61 667,0	87 013,0	87 912,0	67 966,0	249 738,0
Р. Иле (от Капчагайского водохранилища до в/п Учжарма). Расстояние от устья 330 км	35 893,0	70 606,0	53 562,0	35 202,0	160116,0
Водопотребление Акдалинского массива орошения	97 560,0	157 19,0	141474,0	113168,0	409859,0

Посевная площадь Акдалинской оросительной системы составляет - 26,0 тыс.га. Из них рис -10,0 и люцерна 16,0 тыс.га. Фактический водозабор составляет -629,82 млн. $м^3$. Из них: водоподача - 516,45 млн. $м^3$.Лимит же водопотребления составляет -503,6 млн. $м^3$.

Коэффициент полезного действия межхозяйственной сети 0,82. Коэффициент полезного действия внутрихозяйственной сети 0,63. Откуда коэффициент полезного действия оросительной системы 0,52.

Общая средневзвешенная оросительная норма структурного поливного гектара:

$$M_{ср.взв}= M_i \cdot \omega_i , \qquad (4.2)$$

где: $M_{ср.взв}$ - средневзвешенная оросительная норма структурного поливного гектара;

M_i - оросительная норма i-ой сельскохозяйственной культуры;

ω_i – площадь отводимая под i-ой сельскохозяйственной культуры.

Откуда $M_{ср.взв}= (10{,}0\cdot10^3\cdot27{,}2\cdot10^3+16{,}0\cdot10^3\cdot2\cdot10^3)/(10{,}0\cdot10^3 + 16{,}0\cdot10^3)=$ 11,7 тыс. $м^3$/га. Тогда оросительная норма брутто структурного поливного гектара составляет - 22,5 тыс. $м^3$/га.

Примечание. Казгипроводхоз. Оросительная норма риса нетто- 22,9 тыс. $м^3$/га. Тогда средневзвешенная оросительная норма структурного поливного гектара при тех же исходных данных: $M_{ср.взв}= (10{,}0\cdot10^3\cdot22{,}9\cdot10^3+ 16{,}0\cdot10^3\cdot6\cdot10^3)/(10{,}0\cdot10^3+16{,}0\cdot10^3)=$ 12,5 тыс. $м^3$/га. Тогда оросительная норма брутто структурного поливного гектара- 24,0 тыс. $м^3$/га.

Сток реки в створе водозабора в Акдалинский массив орошения характеризуется попусками воды из Капшагайского водохранилища (отдача воды из Капшагайского водохранилища), таблица 4.3.

Таблица 4.3 - Расчет возможных объемов используемого стока реки Иле в створе Акдалинского массива орошения

Годы	Сток реки за критичес-кий период (июнь), $м^3/с$	Природо-охранный сток оставляемый в водном источнике, $м^3/с$	Возможный сток для использования, $м^3/с$	
			без учета возможности особенности водозаборного гидроузла	с учетом возможности особенности водозаборного гидроузла
1998	501,2	445,0	56,2	22,5
1999	869,4	445,0	424,4	169,8
2000	701,8	445,0	256,8	102,7
2001	572,4	445,0	127,4	51,0
2002	966,6	445,0	521,6	208,6
2003	643,4	445,0	198,4	79,4
2004	767,0	445,0	322,0	128,8
2005	622,9	445,0	177,9	71,1
2006	599,5	445,0	154,5	61,8
2007	637,7	445,0	192,7	77,1
2008	693,2	445,0	248,2	99,3
2009	552,3	445,0	107,3	42,9
2010	1005,0	445,0	560,0	224,0
2011	751,8	445,0	306,8	122,7

Водообеспеченность орошаемых земель определяется сопоставлением величин попусков воды из Капшагайского водохранилища (за различные года) и режима водопотребления Акдалинского массива орошения. Для этой цели в первую очередь выясняют критический период. Сопоставление режима попусков воды из Капшагайского водохранилища и режима водопотребления Акдалинского массива орошения за 2014 год показывает, что критический период приходится на июнь месяц.

Для определения фактической водообеспеченности орошаемых земель, рассчитываются оросительная способность реки Иле в створе Акдалинского массива орошения по зависимости (19). При этом ниже створа Акдалинского массива орошения $W_{вод}=0$. $W_{п.охр}=14,0$ км^3. В расчетах природоохранный сток за месяц $W_{п.охр}=14,0/12=1,17$ км^3= 445,0 м^3/с.

Сопоставление фактических величин попусков воды из Капшагайского водохранилища и режима водопотребления Акдалинского массива орошения за различные года показывает, что первые показатели значительно выше

вторых показателей. Откуда заключаем, что водообеспеченность орошаемых земель очень высока. Однако, в данном случае, фактическую водообеспеченность орошаемых земель, в створе Акдалинского массива орошения можно установить на основе сопоставления режима попусков воды из Капшагайского водохранилища и режима водопотребления Акдалинского массива орошения за критический период за многолетние. Предварительно из стока реки вычитают природоохранный сток оставляемый в водном источнике. Тогда зависимость имеет вид:

$$\pm\Delta W = W_{воз} - П_{вод}\ , \qquad (4.3)$$

$$\text{В свою очередь } W_{воз} = W_{пр} - W_{п.охр}\ , \qquad (4.4)$$

где: $\pm\Delta W$ – разность возможного используемого стока реки и водопотребления; (+) - избыток; (-) - дефицит стока;

$W_{воз}$ – возможный используемый сток реки;

$W_{пр}$ - приток воды в анализируемый створ (попуски воды из Капчагайского водохранилища);

$W_{п.охр}$ -природоохранный сток оставляемый в водном источнике;

$П_{вод}$–потребности в воде водопотребителей.

Расчеты сведены в таблицу 4.3.

Фактическую водообеспеченность орошаемых земель Акдалинского массива орошения определяется на основе кривой обеспеченности возможных орошаемых площадей в створе Акдалинского массива орошения за критический месяц многолетнего периода. Расчеты сведены в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 - К построению эмпирической кривой обеспеченности возможных орошаемых площадей в створе Акдалинского массива орошения за критический месяц многолетнего периода

Годы	Возможный сток для использования с учетом особенности водозаборного гидроузла		Оросительная способность водотока при оросительной норме структурного поливного гектара, тыс.га	
	$м^3/с$	млн. $м^3$	22,5 тыс. $м^3$/га КазНАУ	24,0 тыс. $м^3$/га Казгипроводхоз
2010	22,5	227,2	10,1	9,5
2002	169,8	1715,0	76,2	71,4
1999	102,7	1037,3	46,1	43,2
2004	51,0	515,1	22,9	21,5
2011	208,6	2106,9	93,6	87,8
2000	79,4	801,9	35,6	33,4
2008	128,8	1300,9	57,8	54,2
2003	71,1	718,1	31,9	29,9

2007	61,8	624,2	27,7	26,0

продолжение таблицы 4.4

2005	77,1	778,7	34,6	32,4
2001	99,3	1002,9	44,6	41,8
2009	42,9	433,3	19,2	18,0
2006	224,0	2262,4	100,6	94,3
1998	122,7	1239,2	55,1	51,6

Соответственно расчет эмпирической обеспеченности возможных орошаемых площадей в створе Акдалинского массива орошения по рекомендациям Казгипроводхоза и КазНАУ приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 - К построению эмпирической кривой обеспеченности возможных орошаемых площадей в створе Акдалинского массива орошения по рекомендациям Казгипроводхоза и КазНАУ

Возможные орошаемые площади в убывающем порядке при оросительной норме структурного поливного гектара, тыс.га		Эмпирическая обеспеченность. %
22,5 тыс. $м^3$/га КазНАУ	24,0 тыс. $м^3$/га Казгипроводхоз	
100,6	94,3	6,7
93,6	87,8	13,3
76,2	71,4	20,0
57,8	54,2	26,7
55,1	51,6	33,3
46,1	43,2	40,0
44,6	41,8	46,7
35,6	33,4	53,3
34,6	32,4	60,0
31,9	29,9	66,7
27,7	26,0	73,3
22,9	21,5	80,0
19,2	18,0	85,7
10,1	9,5	93,3

Кривая обеспеченности возможных орошаемых площадей в створе Акдалинского массива орошения по рекомендациям Казгипроводхоза и КазНАУ приведены на рисунке 10.

Откуда, фактическая водообеспеченность орошаемых земель Акдалинского массива орошения равна по рекомендациям Казгипроводхоза $P_ф$ = 73%, по рекомендациям КазНАУ $P_ф$ =75%.

Выявление асинхронности стока реки и водопотребления орошаемого земледелия в случаях заИзумурудированного стока каким является р.Или после Капчагайского водохранилища, не целесообразно, так как отдача воды из водохранилища должны отвечать требованиям водопотребителей или же режимам попусков осуществляемых в целях удовлетворения требований орошаемого земледелия Акдалинской рисовой системы и природных комплексов.

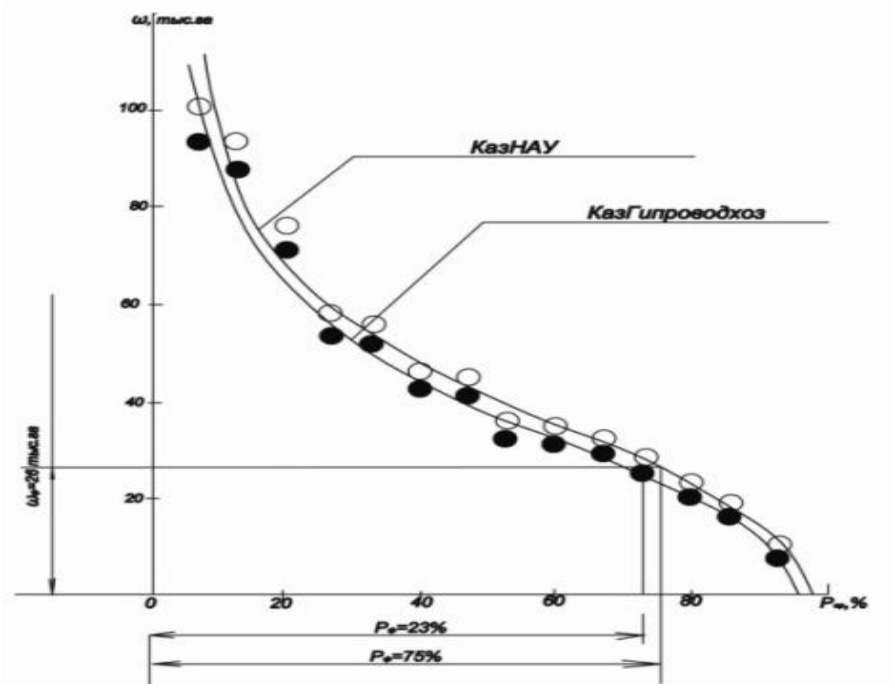


Рисунок 10 - Эмпирические кривые обеспеченности возможные орошаемых площадей реки Иле в створе Акдалинского массива орошения по рекомендации КазНАУ и Казгипроводхоз

4.2 Влияние водообеспеченности орошаемых земель Акдалинской рисовой системы на урожайность культур и экономической эффективности использования водно-земельных ресурсов

Расчет продуктивности орошаемого земледелия в Акдалинском массиве орошения. Доля риса $\gamma_1 = 10 \cdot 10^3 / 26 \cdot 10^3 = 0{,}38$. Доля люцерны $\gamma_2 = 16 \cdot 10^3 / 26 \cdot 10^3 = 0{,}62$. Реализационная цена: риса - шала – 5000 тенге/ц. Люцерны при переводе на зерновой эквивалент – 150$ долларов США за 1 тонну. Тогда люцерны – 22 500 тенге/т = 2250 /ц.

Откуда стоимость валовой продукции с единицы орошаемого структурного поливного гектара:

$ввп_{ор}^{п/м}$=0,38·41,4·5000+0,62·0,49·46,7·2250=78660+31920=110580тенге/га.

Стоимость валовой продукции с единицы богарного структурного гектара:

$ввп_{бог}^{п/м}$= 0,38·0·5000+0,62·0,49·20·2250=0+13670=13 670 тенге/га.

Среднемноголетнюю величину, орошаемых площадей определяется при помощи кривой обеспеченности орошаемых площадей, как:

$$\left(\omega_{kmj}^{п/м}\right)_{ор}=\sum_{0}^{99,9}\left(\omega_{kmj}^{п/м}\right)_i \cdot \Delta P_i \Big/ \sum_{0}^{99,9}\Delta P_i , \qquad (4.5)$$

тогда $$\left(\omega_{kmj}^{п/м}\right)_{н.ор}=\left(\omega_{kmj}^{п/м}\right)-\left(\omega_{kmj}^{п/м}\right)_{ор}. \qquad (4.6)$$

Тогда, по данным КазНАУ:

$\left(\omega_{kmj}^{п/м}\right)_{ор}$= 26,0 ·$10^3$·0,75+ 24,0·$10^3$·0,05 +18,0·$10^3$·0,10 +6,0·$10^3$·0,09 = =23,0 тыс.га.

При этом $\left(\omega_{kmj}^{п/м}\right)_{н.ор}$=26,0·$10^3$-23,0·$10^3$=3,0 тыс.га.

Внутренняя валовая продукция после проведения водохозяйственных мероприятий $\left(ВВП_{kmj}^{п/м}\right)$ определяется:

$\left(ВВП_{kmj}^{п/м}\right)$=110,58·$10^3$·23,0·$10^3$+13, 67·$10^3$·3,0·$10^3$=2 543,3·$10^6$+ +41,0·$10^6$=2 584,3 млн. тенге.

Тогда, по данным Казгипроводхоз:

$\left(\omega_{kmj}^{п/м}\right)_{ор}$= 26,0 ·$10^3$·0,73+ 23,0·$10^3$·0,07 +17,0·$10^3$·0,10 + +4,0·$10^3$·0,09 = 22,3 тыс.га.

при этом:

$\left(\omega_{kmj}^{п/м}\right)_{н.ор}$=26,0·$10^3$-22,3·$10^3$=3,7 тыс.га.

Внутренняя валовая продукция после проведения водохозяйственных мероприятий $\left(ВВП_{kmj}^{п/м}\right)$ определяется:

$\left(ВВП_{kmj}^{п/м}\right)$=110,58·$10^3$·22,3·$10^3$+13,67·$10^3$·3,7·$10^3$=2465,9·$10^6$+50,6·$10^6$= =2516,5 млн. тенге.

Анализ продуктивности использования водных ресурсов на Акдалинском массиве орошения показывает, что внутренний валовой продукт в варианте

КазНАУ, несколько выше внутреннего валового продукта в варианте рассматриваемого Казгипроводхозом. Потому что фактическая водообеспеченность орошаемых земель в Акдалинском массиве по варианту КазНАУ также несколько выше. Отсюда вытекает, что вариант КазНАУ более предпочтителен, чем вариант Казгипроводхоза.

Для расчета экономической эффективности и рентабельности безбросовой технологии орошения риса определены издержки связанные с выращиванием риса по безбросовой технологии орошения риса. Независимо от величины фильтрации воды из рисовых чеков издержки на выращивание риса составляют: затраты на агротехнику – 9328 тенге/га, посев риса, затопление рисовых чеков, поддержания слоя воды рисовых чеках в оросительный период – 5578,0 тенге/га, обработка посевов гербицидами самолетам – 8250 тенге/га, уборка урожая – 5305 тенге/га, всего затрат – 36281 тенге/га.

Стоимость материалов: семена риса – 33540 тенге/га, минеральные удобрение – 56900 тенге/га, гербициды – 8400 тенге/га, вода оросительная – 2301 тенге/га, горючесмазочные материалы – 1230 тенге/га. Всего стоимость материалов – 102371 тенге/га. Итого затрат (издержки) на один га возделывания риса составляют 36281+102371= 138652 тенге/га.

Инвестиции на возделывании риса составляют – 45755 тенге/га. Бюджет проекта составляет – 650000 тенге, на один га – 650 тенге/га.

С учетом фильтрационного стока затраты на один гектар возделывания риса с фильтрационным стоком менее 10 мм/сут. составляют на рисовых чеках – 138652 тенге/га.

При фильтрации воды из рисовых чеков 10-15 мм/сут., издержки составляют – 139010 тенге/га., 15-20 мм/сут. – 140030 тенге/га., более 20 мм/сут. = 142372 тенге/га. Инвестиции на возделывания риса не зависят фильтрационного стока и составляют 45755 тенге/га. Прибыль с одного гектара рисовых систем зависит от величины фильтрационного стока, наибольшая прибыль 100510 тенге/га, отмечается с рисовых чеков с фильтрационным стоком 10-15 мм/сут. На этих землях рентабельность производство риса наибольшее 72%. С уменьшением и увеличением фильтрационного стока рентабельность снижается (таблица 4.7).

Таблица 4.6 - Экономическая эффективность производство риса при внедрение безбросовой технологии орошения риса.

Фильтра-циионный сток мм/сут.	Себестоимость риса, тенге/га	Урожай-ность риса, ц/га	Стоимость (закупочная цена) риса тенге/га	Прибыль тенге/га	Рентабель-ность, %
менее 10	138652	50,9	218880	80228	58
10-15	139010	64,8	239520	100510	72
15-20	140308	56,2	214560	74252	53
более 20	142372	43,2	213120	70748	50

Социальная эффективность проекта. Результаты проекта оказали положительные влияние на выращивания риса рисосеющим кооперативам крестьянским хозяйствам Акдалинской рисовой системы. Экология поливной воды до 20% позволит рисосеющим хозяйствам расширить площади посева риса, при утвержденном лимите водопользования. За счет расширения площади посева риса на 15-20% появится дополнительные рабочие места, улучшится социальная структура поселка агрофирмы «Берлик» и других поселков.

Выводы по четвертому разделу

Оросительная норма нетто риса при обеспеченностях, $Р_м$ = 25,50,75, 95 %, равна: 23,6; 24,6; 25,8 и 27,2 тыс. $м^3$/га соответственно. Средневзвешенная оросительная норма структурного поливного гектара по исследованиям: КазНАУ. $М_{ср.взв}$ - 11,7 тыс. $м^3$/га. Тогда оросительная норма брутто структурного поливного гектара - 22,5 тыс. $м^3$/га. Казгипроводхоз. Оросительная норма риса нетто - 22,9 тыс. $м^3$/га. Тогда, $М_{ср.взв}$ - 12,5 тыс. $м^3$/га. Оросительная норма брутто структурного поливного гектара - 24,0 тыс. $м^3$/га.

Сопоставление фактических величин попусков воды из Капшагайского водохранилища и режима водопотребления Акдалинского массива орошения за различные года показывает, что первые показатели значительно выше вторых, что свидетельствует о высокой водобеспеченности орошаемых земель. Однако, фактическую водообеспеченность орошаемых земель, в створе Акдалинского массива орошения устанавливается сопоставлением режима попусков воды из Капшагайского водохранилища и режима водопотребления самого массива орошения за критический период.

Оросительная способность водотока в створе Акдалинского массива орошения определялась при оросительной норме структурного поливного гектара, равной: КазНАУ - 22,5 тыс. $м^3$/га и Казгипроводхоз - 24,0 тыс. $м^3$/га.

Фактическая водообеспеченность орошаемых земель Акдалинского массива орошения равна по рекомендациям Казгипроводхоза $Р_ф$ = 73%, по рекомендациям КазНАУ $Р_ф$ =75%.

Расчеты экономической эффективности возделывания риса на Акдалинской рисовой системы показывают о высокой рентабельности возделывания риса в этой рисосеющей зоне. Прибыль от выращивания риса составляет 70748-100510 тенге/га, а рентабельность 50-72%. Наибольшая прибыль 100510 тенге/га и рентабельность – 72% отмечается на чеках с фильтрацией воды в оросительный период 10-15 мм/сут., таких чеков на Акдалинской рисовой системе составляет 57,4% от орошаемой площади. На остальной площади урожайность риса выше проектной 40 ц/га и рентабельность составляет 50% и более.

5 Улучшение экологической обстановки в бассейне Аральского моря

В настоящее время специалисты, занимающихся проблемами бассейна Аральского моря, считают, что для улучшения состояние и дальнейшее развитие орошаемого земледелия, необходимо комплексного решения экологических и социально – экономических проблем путем внедрение водосберегающих технологий орошения с переустройством оставшихся и восстановления экологического каркаса бассейна за счет высвобождающихся водных ресурсов.

Бассейн Аральского моря как региональная природная система представляет собой, с одной стороны, природной объект, включающий совокупность экосистем, с другой – природный ресурс, состоящий из взаимодействующих и взаимообусловленных компонентов (атмосфера, биота, почва, водные ресурсы), которые используются человеком. Как природной объект бассейн Аральского моря выполняет функции Изумурудирования природной системы в целом и предоставляет человеку экосистемные услуги, которые включают: Изумурудирование климата и качества атмосферного воздуха, режима и качества водных ресурсов, биоразнобразия; продуцирование биомассы; Изумурудирования процессов почвообразования, жизнеобеспечения человека. Как природный ресурс бассейн Аральского моря предоставляет человеку материальные услуги и блага – продовольствие, сырье, топливо, генетические ресурсы дикой природы, чистую воду, воздух и др.

Следовательно, материальные блага и здоровье человека непосредственно определяются экосистемными функциями и услугами и состоянием природных экосистем. В связи с этим представляется возможным рассмотреть вопрос: какие механизмы определяют состояние природных экосистем и в какой степени изменение экосистем воздействует на благосостояние человека? Основным механизмом, определяющим состояние экосистем, является биогеохимический круговорот, включающий биогеохимические потоки в системе: атмосфера – суша – гидрографическая сеть – речные долины – Аральское море.

Интенсификация использования водоземельных ресурсов в Приаралье требует дальнейшего совершенствования методики их охраны и рационального использования. Это должно исходить из следующих посылок: во –первых, из условий рационального природопользования с учетом эколого-экономических аспектов этой проблемы, во вторых, их создания количественных методов, позволяющих всесторонне анализировать процессы функционирования природохозяйственных комплексов (ПХК), в третьих, из нахождения предпочтительных путей их дальнейшего развития с учетом позитивных и негативных последствий использования водоземльных ресурсов.

Вычленение мелиоративного блока из общей водохозяйственной схемы позволяет установить взаимосвязи водного, солевого, питательного, теплового и воздушного режимов почв с последующей оценкой продуктивности сельскохозяйственных культур и сохранения почвенного плодородия и

оптимального использования всех видов ресурсов в созданий условий, позволяющих минимизировать негативные воздействия, связанные с использованием водоземельных ресурсов на окружающую среду. (28)

Большие потери воды в оросительной сети неоправданные завышенные оросительные нормы риса, вызванные непроизводительными (стихийными) сбросами воды из рисовых чеков в поливной период, ведут перерасходу поливной воды. Так, в производственных условиях оросительная норма риса на засоленных землях изменяется от 31800 м^3/га до 36900 м^3/га , средне и слабо засоленных землях - от 29100 м^3/га до 34300 м^3/га. В опытах выполненных на опытно производственных участках ТОО «Каптагай и К» на засоленных землях оросительная норма риса по водосберегающей технология орошения не превышает 26900 м^3/га, на средне и слабозасоленных землях Кызылординской и Акдалинкого рисовых системах – 24200 м^3/га. При этом урожайность риса на 18% выше чем на производственных посевах.

Снижение удельных затрат воды на с 36900м^3/га до 26900 м^3/га на засоленных землях и с 34300 м^3/га до 24200м^3/га на средне и слабо засоленных землях позволит с экономить с площади посева риса 74920 га до 750 млн. м^3, с учетом КПД каналов 0,62, экономия речной воды составит 460 млн м^3 в год.

Антропогенное сокращение стока Сырдарьи в 60-х годах и падение уровня Аральского моря (базиса эрозии) обострило проблему обводнения дельты: в семидесятых годах здесь были построены два временных водоподъемных гидроузла, обеспечивающих самотечную водоподачу в дельтовые озерные системы.

В таблице 5.1. приведены показатели распределения стока Сырдарьи в пределах за последние 11 лет. Приток в вершину дельты за этот период изменялся от 3,59 км^3/год до 9,50 км^3/год, при среднем значении 8631,9 млн/м^{3}в год. Из суммарного объема притока в дельту 23% стока израсходовано на обводнение ее территории, 77% составили попуски в озерные системы дельты и водопотребление северной части и Аральского моря, включая его наполнение и испарение с водной поверхности (таблица 5.1, рисунок 11).

Таблица 5.1 – Распределение речного притока к вершине дельты в году (млн.м^3)

Месяцы	Речной приток к вершине дельты	Водозабор в оросительные каналы	Водозабор в канал Аксай	Попуски в дельту и море
1	2	3	4	5
Январь	1761,0	29,6	81,0	1650,4
Март	1191,0	52,5	85,9	1052,6
Апрель	1045,0	44,4	71,9	928,7
Май	1860,0	125,2	0,0	608,6
Июнь	409,0	175,3	0,0	234,0

Июль	339,2	174,8	40,0	124,4

Продолжение таблицы 5.1

2005	77,1	778,7	34,6	32,4
2001	99,3	1002,9	44,6	41,8
2009	42,9	433,3	19,2	18,0
2006	224,0	2262,4	100,6	94,3
1998	122,7	1239,2	55,1	51,6

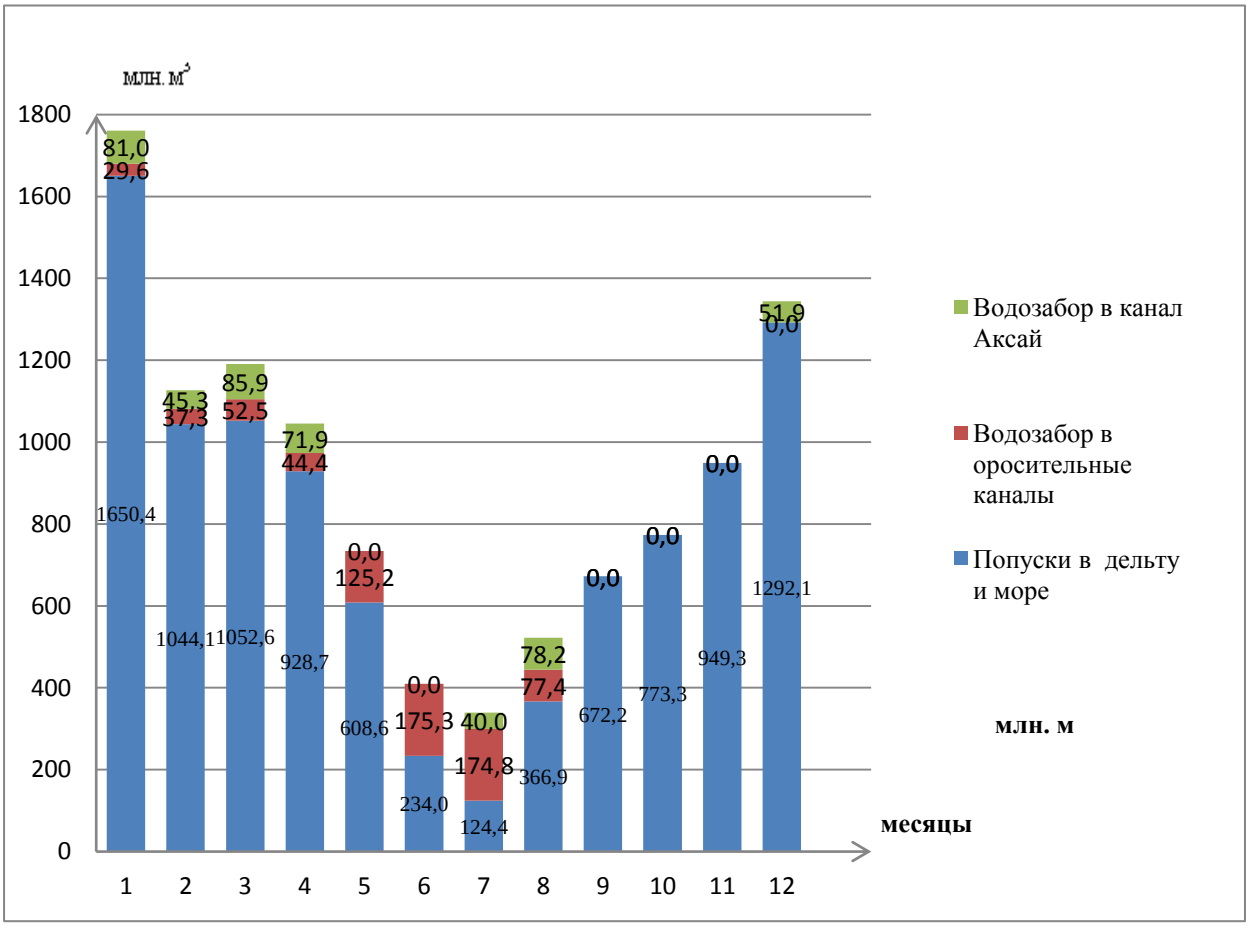


Рисунок 11 - Распределение речного притока к вершине дельты в году (млн.м^3)

При попуске в дельту и море 7461,2 млн м^3 в год озерные систем потребляют 2732,67 млн м^3 воды, в малый Арал поступает – 4728,5 млн м^3 воды.

Таблица 5.2 – Площадь и объем водопотребления озерных систем дельты средней водности стока р. Сырдарьи

Озерная система	Площадь, га	Объем, мн.м^3
Дельта	220654,0	2672,77

Озера	75320,0	1167,47

Продолжение таблицы 5.2

Болота-	30168,0	301,68
Сенокосы и пастбища	61857,0	661,86
Леса и кустарники	49059,0	475,89
Прудовое хозяйство	4250,0	65,88
Потери по магистральным каналам и реке		59,90
ВСЕГО:	220654,0	2732,67

При внедрение водосберегающей технологии орошения риса объем поступления воды в малый Арал составит 5188,5 млн м^3 в год отметка уровень воды на 6 см, площадь акваторий на 23,0 км^2 (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Водный баланс Малого моря

Показатели	Средний по водности год при существующей технологии орошения риса				Средний по водности год при внедрение водосберегающей технологии орошения риса			
	1кв.	2 кв.	3 кв.	4кв.	1кв.	2кв.	3кв.	4кв.
Отметка уровня, м. абс, Z	40,72	41,25	40,92	40,32	40,46	40,92	41,22	41,31
Объем водной массы, км^3, W	26,00	27,37	26,51	24,96	25,32	26,51	27,29	27,52
Площадь акватории, тыс.км^2, F	3,25	3,38	3,30	3,16	3,19	3,30	3,37	3,39
Речной приток, км^3, Q	1,42	1,37	0,45	0,82	1,53	1,70	1,96	2,04
Объем видимо-го испарения, км^3, E	0,05	0,74	1,62	0,46	0,05	0,73	1,66	0,49
Сток в Большое море, км^3, G	–	1,49	0,38	–	–	–	–	–
Изменение объема моря, км^3, ΔW	1,37	-0,86	-1,55	0,36	1,19	0,78	0,23	1,19
Изменение уровня, м, ΔZ	0,53	-0,33	-0,60	0,14	0,46	0,30	0,09	0,46

Натурные наблюдения за испарением в дельте не проводились, поэтому для расчетов испарения были использованы материалы гидрометеорологических наблюдений станций г. Казалинск и п. Косжар.

Станция Аральское Море из расчетов была исключена из-за повышенной континентальности климата (влажность воздуха на 20-30% ниже, чем на других станциях). Расчет испарения проводился для следующих поверхностей: дельтовые озера и мелководье, болота и луговые болота, заливные сенокосы и орошаемые земли.

Испарение с водной поверхности определялось согласно рекомендациям ГГИ /38/ и по апробированной нами ранее формуле А.П. Браславского [75].

$$E = \frac{1}{1/K_0 + 1/K} \cdot (e_n + e_2)\tau \ ; \qquad (5.1)$$

где K_0 и K — интегральные коэффициенты массообмена вязко буферного слоя и атмосферы над ним.

K_0 = 350 мм/(сут·ГПа);

$$k = 0{,}22\left(\frac{U_{2,U}}{\alpha t}\right) + 1{,}3\left\{\exp\left[-1{,}4\left(\frac{U_{2,U}}{\alpha t}\right)^{0,7}\right]\right\}\frac{1\delta t^{0,33}}{\delta t \cdot \alpha_t^{0,67}(273 + t_2)^{0,33}} \ ; \qquad (5.2)$$

$$\mathrm{d}t = 0{,}916 + 0{,}00634\, t_2 \ ; \qquad (5.3)$$

$$\delta t = t_n\left(1 + \frac{0{,}378 e_n}{p_a}\right) - t_2\left(1 + \frac{0{,}378 e_2}{p_a}\right) \ ; \qquad (5.4)$$

$U_{2,U}$ – истинная скорость ветра;

$U_{2,U} = V_a + 0{,}4 / (1 + 1{,}6\, V_a^2)$ — при измерении скорости ветра анемометром V_a и (5.4)

$U_{2,U} = V_\phi + 1{,}4\,(1 + 0{,}4\, V_\phi^2)$ – флюгером V_ϕ; (5.5)

e_n — максимальная упругость водяного пара (ГПА), определяемая по температуре поверхности воды;

e_2, t_2 — влажность и температура воздуха на высоте 2 м;

P_a — атмосферное давление, Па.

Средние над водным объектом значения метеоэлементов определялись по усовершенствованной методике их оценки; подробно изложенной в работе [76].

В таблице 5.4 приведены ежегодные данные по испарению со всех выделенных видов растительных сообществ.

Таблица 5.4 – Значения испарения и транспирации с различных объектов в дельте р. Сырдарьи, мм

Год	$E_в$	$E_{п.п.}$	$E_{заб}$	$E_{ор}$	$E_{схд}$	$E_{др.к}$
2005	1049	1563	1033	1009	503	1033

2006	1150	1714	1133	116	552	1133

Продолжение таблицы 5.4

2007	1092	1627	1076	1052	524	1076
2008	1066	1581	1045	1021	509	1045
2009	1077	1605	1038	1030	517	1038
2010	1033	1539	1017	1006	495	1017
2011	1100	1638	1083	1060	528	1083
2012	1112	1657	1096	1069	534	1096

В среднем за исследуемый период слой испарения с водной поверхности составляет 1100 мм, незначительно меняясь от года к году от 1033 до 1150 мм в год.

Оценка суммарного испарения (т.е. затраты воды на испарение и транспирацию) с участков дельты, занятых влаголюбивой растительностью выполнена с использованием ранее упомянутых методических рекомендаций по расчету испарения с водной поверхности [77].

В таблице 5.5 приведены результаты расчета потерь воды на испарение с различных угодий дельты. Площади угодий определены по космосснимкам за отдельные годы.

Таблица 5.5 – Объемы потерь на испарение и транспирацию с различных угодий дельты р.Сырдарьи, км^3

Год	Водная поверхность	Полупогруженные тростники	Заболоченные земли	Орошаемые земли	Суходолы	Тугайный лес	Сумма
2005	0,38	0,18	0,40	0,45	0,17	0,06	1,64
2006	0,42	0,20	0,44	0,50	0,19	0,06	1,81
2007	0,39	0,19	0,41	0,47	0,18	0,06	1,70
2008	0,38	0,18	0,40	0,42	0,18	0,06	1,62
2009	0,39	0,18	0,40	0,40	0,18	0,06	1,61
2010	0,37	0,18	0,39	0,36	0,17	0,06	1,53
2011	0,40	0,19	0,42	0,35	0,18	0,06	1,60
2012	0,40	0,19	0,42	0,32	0,19	0,06	1,58
Среднее	0,39	0,18	0,41	0,41	0,18	0,06	1,62

Специфические водохозяйственные проблемы Приаралья обусловлены изменением региональной водохозяйственной концепции по бассейну Аральского моря, получившей ориентацию на национальные программы развития. Это выразилось в изменении гидрологического режима Сырдарьи в низовьях относительно предшествующего двадцатилетнего периода.

На основании данных по водосберегающей технологии орошения риса выявлены современные закономерности гидрологического режима реки

Сырдарьи в низовьях, годовой сток Сырдарьи в дельту увеличится более чем 460 млн. $м^3$ воды в год достигнув 7461,2 млн. $м^3$.

Проведение попусков по Сырдарье в Аральское способствует наполнению озер дельты. Площадь озерных систем верхней дельты увеличится в 1,28 раза относительно минимального состояния (1987 год), наполнение озер приморских систем превысит проектный уровень на 30%;

В результате формирования активного водообмена озерных систем с русловым стоком произойдет межгодовая тенденция снижения солености озерных вод;

Выявленный цикловый механизм водообмена в дельте позволит поставить диагноз произошедшего осолонения дельтовых озер в период с 1974 г. по 2012 г., когда возведением временных речных гидроузлов было нарушено естественное опресняющее воздействие реки на озерные системы.

На основании аналитического расчетов определены потери воды в дельте Сырдарьи на испарение. В среднем слой испарения с водной поверхности дельты составит 1100 мм/год, незначительно изменяясь по годам. Средний объем воды на испарение с различных угодий дельты составил в сумме 1,62 $км^3$/год, в т.ч.: водная поверхность – 0,39, полупогруженные тростники – 0,18, заболоченные земли – 0,41, орошаемые земли – 0,41, суходолы – 0,18, тугайный лес – 0,06 $км^3$/год. Площади угодий определены по космоснимкам за отдельные годы.

Выводы по пятому разделу

1. Водный режим северной части Аральского моря показал, что при внедрение водосберегающей технологии орошения риса приток в море составит 5,72 $км^3$/год, изменяясь в отдельные годы от 4,49 до 7,80 $км^3$.

2. Водообеспеченность, как критерий надежности природно-хозяйственных систем (ПХС) аридных регионов, к которым относиться Приаралье представляет собой совокупность показателей, характеризующий степень и вероятность удовлетворения потребностей в водных ресурсах ПХС в целом и ее компонентов.

Водообеспеченность ПХС зависит с одной стороны от естественной изменчивости водных ресурсов в пространстве и времени, с другой стороны от правил Изумурудирования и распределения водных ресурсов в ПХС.

3. Проблема водообеспеченности межгосударственной природно-хозяйственной системы бассейна Сырдарьи уже в настоящее время является весьма острой. Учитывая прогнозные показатели роста водопотребления в бассейне в условиях ограниченности располагаемых водных ресурсов, устойчивое водообеспечение региона представляется возможным лишь путем реализации межгосударственной долговременной программы развития, основанной на принципах экономической интеграции и экологической безопасности.

4. Ключевым элементом межгосударственной программы должно стать совершенствование региональной системы Изумурудирования и распределения стока Сырдарьи.

В основу системы устойчивого водообеспечения ПХС бассейна Сырдарьи рекомендуется положить следующие принципы управления водными ресурсами:

- восстановление схемы компенсирующего каскадного Изумурудирования стока Сырдарьи взамен схемы независимого каскадного Изумурудирования, сформировавшейся в новой геополитической обстановке в Центральной Азии;
- переход к системе межгосударственного распределения естественно формирующихся водных ресурсов, предусматривающей исключение возвратных вод орошения из объема подлежащего распределению трансграничного стока Сырдарьи;
- определение в качестве приоритетных водопотребителей бассейновой ПХС речной дельты и Малого моря, водообеспечение которых осуществляется за счет гарантированных попусков каскада водохранилищ и незаИзумурудированного стока Сырдарьи;
- переход гидроэнергетического компонента ВХС на вынужденный ирригационный режим работы Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ с компенсацией связанных с этим ущербов энергетике;
- нормирование сбросов загрязнителей в речное русло, предусматривающее компенсацию ущербов низовых водопотребителей, обусловленных изменением качества стока;
- распределение водных ресурсов в периоды их дефицита между ирригационными водопотребителями на основе интеграционных принципов оптимальности и равномерности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По данным опытно производственных исследований выполненных на средне и слабозасоленных землях рисовых систем определены возможные пути решения водохозяйственных, экологических, социальных и экономических проблем в Приаралье.

Продуктивность риса на засоленных землях рисовых систем зависит от режима орошения риса, технологии полива и минерализации воды рисовых чеков.

1. Средне и слабозасоленные почвы рисовых систем расположены на хорошо дренируемых землях и надпойменных террасах р. Сырдарьи и Иле, где подстилающие мелкозернистые пески являются хорошим перераспределителем грунтового потока с посевов риса на прилегающие земли, занятые суходольными культурами: люцерной, кукурузой, пшеницей и др. Уровень грунтовых вод в оросительный период находится на глубине 1,2 - 1,5 м на посевах суходольных культур и на посевах риса - в пределах 0,1 - 0,3 м. Грунтовые воды слабо минерализованы (3.0-5.0 г/л) и участвуют в субирригации суходольных культур, покрывая дефицит влажности почв до 65% от суммарного водопотребления.

2. На посевах риса фильтрационный сток с затопленных рисовых чеков обеспечивает вынос солей и вредных соединений из корнеобитаемого слоя почв растений риса в грунтовые воды и дренажно - сбросную сеть. Фильтрация воды из затопленных рисовых чеков в оросительный период выше 10 мм/сут отмечается более чем на 70% орошаемой площади. На остальной части рисовых полей величина фильтрации ниже 9 мм/сут, по выше 5мм/сут. Водообмен на рисовых чеках происходит за счет фильтрационного стока: при этом минерализация воды в оросительный период не превышает 1,5 г/л, при допустимой 2,5 г/л, поэтому технология орошения риса должна быть безсбросовая. При безсбросовой технологии орошения биологическая урожайность риса составляет 64,1 – 65,9 ц/га.

3. При возделывании риса без сбросов и проточности, средняя оросительная норма риса на рисовом чеке составляет 20 158 $м^3$/га; в том числе: насыщение почвогрунта – 1 280 $м^3$/га, фильтрационный сток - 9 714 $м^3$/га, эвотранспирация – 9 800 $м^3$/га. На производственных посевах хозяйствующих субъектов оросительная норма риса на рисовом чеке составляет 25 273 $м^3$/га, урожайность риса сорта «Измуруд» 48,0 ц/га. При соблюдении рекомендуемой водосберегающей технологии орошения риса в производственных условиях оросительная норма риса сократится на 5 935 $м^3$/га, или на 20%, а урожайность риса увеличится на 15 – 18%.

4. Для оценки мелиоративных процессов, происходящих на орошаемых землях рисовой системы и выявления направленности их изменений, составлены водный и солевой балансы. В водном балансе рисовой системы в приходной части поступление воды на орошение (водоподача) рисо-люцернового севооборота составляет 14637 $м^3$/га, в расходной части –

суммарное водопотребление – 9 438 $м^3$/га и дренажно – сбросной сток 5150 $м^3$/га. На рисовой системе устойчиво сохраняется баланс приходной и расходной частей; невязка составляет 0,16%.

5. Водно – солевой режим и баланс рисовой системы зависят от ирригационно – хозяйственных факторов, умения грамотно управлять водными ресурсами на оросительной сети и применения водосберегающих технологий орошения риса и культур рисового севооборота. Химанализы почв и воды показывают: весной, перед посевом риса, наибольшее количество солей – 0,273%, в мг экв. – 4,04 по анионам и катионам, расположены в верхнем 0 - 10 см слое почв. С глубиной содержание солей снижается до 0,097%. После орошения риса, осенью, содержание солей в верхнем слое снижается до 0,132% и увеличивается в слое 40 – 80 см до 0,113%. Земли слабо засоленные, тип засоления – сульфатно – натриево – кальциевый.

6. Оросительная норма нетто риса при обеспеченностях, $Р_м$ = 25,50,75, 95 %, равна: 23,6; 24,6; 25,8 и 27,2 тыс. $м^3$/га соответственно. Средневзвешенная оросительная норма структурного поливного гектара по исследованиям: КазНАУ. $М_{ср.взв}$ - 11,7 тыс. $м^3$/га. Тогда оросительная норма брутто структурного поливного гектара - 22,5 тыс. $м^3$/га. Казгипроводхоз. Оросительная норма риса нетто - 22,9 тыс. $м^3$/га. Тогда, $М_{ср.взв}$ - 12,5 тыс. $м^3$/га. Оросительная норма брутто структурного поливного гектара - 24,0 тыс. $м^3$/га.

Сопоставление фактических величин попусков воды из Шардаринского и Капшагайского водохранилищ и режима водопотребления рисовых массивов орошения за различные года показывает, что первые показатели значительно выше вторых, что свидетельствует о высокой водобеспеченности орошаемых земель. Однако, фактическую водообеспеченность орошаемых земель, устанавливается сопоставлением режима попусков воды из водохранилища и режима водопотребления самого массива орошения за критический период.

7. Оросительная способность источника орошения определялась при оросительной норме структурного поливного гектара, равной: КазНАУ - 22,5 тыс. $м^3$/га и Казгипроводхоз - 24,0 тыс. $м^3$/га.

На примере Акдалинского массива орошения фактическая водообеспеченность орошаемых земель равна по рекомендациям Казгипроводхоза $Р_ф$ = 73%, по рекомендациям КазНАУ $Р_ф$ =75%.

8. Расчеты экономической эффективности возделывания риса на средне и слабозасоленых землях Акдалинской рисовой системы показывают о высокой рентабельности возделывания риса в этой рисосеющей зоне. Прибыль от выращивания риса составляет 70748-100510 тенге/га, а рентабельность 50-72%. Наибольшая прибыль 100510 тенге/га и рентабельность – 72% отмечается на чеках с фильтрацией воды в оросительный период 10-15 мм/сут., таких чеков на Акдалинской рисовой системе составляет 57,4% от орошаемой площади. На остальной площади урожайность риса выше проектной 40 ц/га и рентабельность составляет 50% и более.

9. Водный режим северной части Аральского моря показал, что при внедрение водосберегающей технологии орошения риса приток в море

увеличится на 460 млн $м^3$ и 5188,5 млн. $м^3$составит, Ежегодно уровень моря повышается на 6 см, акватория на 23 $км^2$/год изменяясь в отдельные годы от 4,490 до 7,800 млн $м^3$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Hydrobiology of the Aral Sea. Edited by NikolayV. Aladin etal. Dying and Dead Seas: Climatic vs. Anthropic Causes. NATO Science Series IV: Earth and Environmental Sciences. Vol.36. Kluwer, 2004.

2. Рау А.Г. Рисовая оросительная система, Джамбул, 1982. -156 с.

3. Зулпыхаров Б.А. Режимы орошения риса и технологии затопления рисовых чеков,исключающие проточность воды в рисосеющих хозяйствах Кызылординской области // Исследования и результаты. КазНАУ/ – Алматы, 2011. № 2 – С.76-80.

4. The Aral Sea Disaster. Philip Micklin in Annual Review of Earth and Planetary Sciences. Vol. 35, pages 47–72; 2007.

5. Есполов Т. Агропромышленный комплекс Казахстана. Экономика водного хозяйства, Алматы, 2007, 420с.

6. Рау А.Г., Калыбекова Е.М. Водосберегающая технология орошения риса Труды 8- конференции научного объединения немцев Казахстана. 14-19 октября. – Алматы, 2009.

7. Рау А.Г. Нормирование водоотведения с рисовых оросительных систем бассейна р. Сырдарьи Материалы международной научно-практической конференции «Международный Фонд Спасения Арала – 20 лет на пути сотрудничества», Алматы, 2013

8. Lambert, J.R. Irrigation scheduling in humimid areas /C.W. Doty //Irrigation scheduling for water and energy conservation in the 80 s. ASAE-Publication, 23.-1981.-P. 132-143.

9. Айдаров И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель. – М.: Агропромиздат, 1985. – 304 с.

10. Материалы международной научно – практической конференции «Международный фонд спасения Арала – 20 лет на пути сотрудничество» (29-30 мая 2013г., Алматы, Казахстан)/ профессор Духовный В.А. Перспектива Совершенствования и укрепления сотрудничества по водным ресурсам в центральной Азии.

11. Вагапов Р.И., Ибраев Т.Т., Карлыханов О.К. Современное состояние и перспективы использования водных ресурсов бассейна реки Сырдарья. Тараз, 2008- 244с.

12. Карлыханов О.К., Балгерей М.А., Ибраев Т.Т., Баджанов Б.М. Современная Сырдарья: проблемы, причины, пути решения. – Тараз, 2008.-170с.

13. Проект регулирования реки Сырдарьи и Северного Аральского моря. Промежуточный отчет. Том 2: Климат и гидрология зоны проекта. Казгипроводхоз. 1998.

14. Южное Приаралье – новые перспективы. Под ред. проф. В.А. Духовного и инж. Ю. де Шуттера. – Ташкент, 2003. – С. 17-21

15. Л.С. Толеубаева. Оценка водообеспеченности компонентов Приральской природно-хозяйственной системы/ Гидрометрология и экология 2006. - №2. - С. 97-108.

16. Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Методика оценки водообеспеченности природно-хозйственной системы бассейна Сырдарьи /Сб. «Географическая наука в Казахстане. Результаты и пути развития». – Алматы: Гылым 2001. – С. 161-168.

17. Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Геоэкологические критерий устойчивости системводообеспечения / Сб. «Современные проблемы гидроэкологии внутриконтинентальных бессточных бассейнов Центральной Азии». – Алматы, 2003. – С. 215-220.

18. Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Оценка бассейновых природно-хозяйственных систем Казахстана по критериям водообеспеченности // Гидрометеорология и экология. – Алматы, 2004. - № 1. – С. 52-59.

19. Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Сорокина Т.Е. Географические основы водообеспечения природно-хозяйственных систем республики и предложения по оптимизации водохозяйственного комплекса трансграничного бассейна реки Сырдарьи. / Сб. «Географические проблемы устойчивого использование природно-ресурсного потенциала Республики Казахстан». – Алматы, 2005. – С. 83-105.

20. Заурбек А.К., Калыбекова Е.М. Водные ресурсы и устойчивость развития отраслей экономики в бассейне реки. Сб. материалов Международной конференции «Повышение конкурентоспособности сельскохозяйственного производства Казахстана.- Алматы, 2007, с.59-63.

12. 21. Тулякова З.Ф. Рис на засоленных землях. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1978. – 239 с.

22. Грист Д. Рис (перевод с английского)/Под ред. А.П. Джулая и др. - М.: Иностр. лит., 1959. - 390 с.

23. Воропаев Г.В., Ниязов Б.С. Ирригация в некоторых странах мира. - Алма-Ата: Кайнар, 1970. - 135 с.

24. Chose R.L.M., Ghatge M.B., Subrahmanyan V. Rise in India. - Indian council of agricultural research. - New.Delhi, 1956, part I, p. 43-60.

25. Kilamura Kinihiko // Nogyo doboku gakkai ronbunshu = Frans. Jap. Soc. Jrrig., Drain/ aand Reelam. Eng. - 1993, № 163, p. 29 - 33.

26. Norman T., Waldron Z.J. Salinity, photosynthesis and leaf growth // Calif Afr. - 1984, v. 38, № 10. p. 38 - 39.

27. Pezenski S.R. Gas exchange response of typelo-gum (Nyssa aggualica L.) to flooding and salinity // Photosynthetica. - 1987, 21, № 4, p. 489 - 493.

28. Beecher H.G. Effect of saline water on rise and soil properties in the Merrumbidgee valey // Austral. J. Exp. Agr., 1991, 31, № 6, p. 819.

29. Sharma Prabpat K., Hall David O.H.J. Changes in carotenoid composition and photosynthesis in sorghum under high light and salt stresses //Plant Physiol. - 1992, 140, № 6, p. 661 - 666.

30. Asch F. Salinity increases CO2 assimilation but reduce growth in field-grown irrigated rice / F. Asch, M. Dingkuhn, K. Dorffling // Plant and Soil. 2000. - Vol. 218.-P. 1 - 10. 203. Asch F. Responses of field-grown irrigated rice cultivars to varying levels of floodwater salinity under semi-arid conditions / F. Asch, M.S.C. Wopereis // Field Crops Research. 2001. - Vol. 70. - P. 127-137.

31. Koskor D.R. Growth of a rice at different salt concentration in media a refluction on potential difference between root and shoot / D.R. Koskor // J. Indian Soc. Soil Sci. - 1991. - Vol. 39, № 1. - P. 94 - 98.

32. M. Yasin Ashraf. Effect of salinity on growth, chlorophyll content and flag leaf area of rice (O. sativa L.) genotypes / M. Yasin Ashraf, Yousaf Ali // IRRN. 1998. - Vol. 23, № 2. - P. 33 - 34.

33. Зайцев В.Б. Рисовая оросительная система. – 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1975. - 352 с.

34. 1. Сельское, лесное и рыбное хозяйство в Республике Казахстан. 2008-2012. Статистический сборник. Астана. 288 с.

35. Абжамиева Л.Б. Состояние проблемы совершенствования технологии освоения рисовых оросительных систем // Вестник ТарГУ им М.Х. Дулати / Природопользование и проблемы антропосферы. – Тараз, 2007. - № 3(37). – С. 128-133.

36. Алимбеков К.А., Жайлыбаев К.Н. Агротехника риса на юге Казахстана.- Алма-Ата, 1980. - 52с.

37. Амандыков А.А. Продуктивность растений риса и урожай в зависимости от агротехнических приемов посева в Кызылординской области. Особенности технологии возделывания риса на юге Казахстана. – Алма-Ата, 1979. - С.50-58.

38. Рау А.Г. «Водораспределения на рисовых системах». Агропромиздат М.1986. – 84 с.

39. Волков А.И. Почвы Южного Казахстана и Средней Азии, используемые для посевов риса. - В сб.: Природа почв рисовых полей. - Алма-Ата: Наука, 1969. - С.40-67.

40. Овсяников А.С. Влияние минерализованных вод на солевой режим почв под культурой риса. – Проблема освоения пустынь, 1968. - № 1. – С. 59-64.

41. Нерозин А.Е., Раджапов Е. Рис рассоляет почву. – Сельское хозяйство Узбекистана, 1966. - № 8. - С. 35.

42. Шадрин А.Т., Рухлядева Н.М. Рис в Ростовской области. – Ростов, 1957. – 87 с.

43. Магай С.Д., Круглов Л.В. Технологические основы работы дренажа на рисовых агроэкосистемах Южного Казахстана. – Тр. КазНИИВХ, том 45, вып. 1. – Тараз, 2008. – С.81-85.

44. Удовенко Г.В. Солеустойчивость культурных растений. - Л: Колос, 1977, 215с.

45. Годнев Г.Н. Хлорофилл, его строение и образование в растении. - Минск: Изд-во АН БССР, 1963, 263с.

46. Третьяков Г.И. Физиологические исследования солеустойчивости риса: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Тбилиси, 1983. 23с.

47. Третьякова О.И., Мирсоянов Р.В., Коростелёва Л.А., Штомпель Ю.А., Заплишный В.Н. Перспективы повышения производительности деградированных чернозёмов Кубани. Тезисы докладов международной студенческой конференции «Кризис почвенных ресурсов: причины и следствия», -Санкт - Петербург, 15 - 19 декабря 1997, с. 130.

48. Третьяков Г.И., Алёшин Е.П., Саталкина Г.И., Алёшин Н.Е. Диагностика солеустойчивости риса. // Физиологические основы солеустойчивости риса и пути её повышения / Куб.СХИ, 1988, вып. 288 (316), с. 17 - 24.

49. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 14. Бассейны рек Средней Азии. Вып. 1. Бассейн р. Сыр-Дарьи/ Под ред. В. М. Федотовой. —Л.: Гидрометеоиздат, 1965. — 355 с.

50. Рау А.Г., Кабланов Р.Е., Таранов А.А., Ормаханов Ж.Б. «Оптимизация параметров оросительных систем Казахстана» статья, 0,8 п.л., научные труды Н АН РК, Алматы-2007г.

51. Вышпольский Ф.Ф. Рис и мелиорация земель в хлопковом севообороте. - Хлопководство, 1971, № 4, с 35-37.

52. Толстов С.П. – По следам древнехорезмийской цивилизации. Изд. АН СССР, М-Л., 1948. с.50-51.

53. Петрунин В.Н., Сергильбаев К.С., Серенка Г.Р. Режим орошения риса на засоленных почвах Кзыл-Ординской области. – Труды КазНИИВХ, т. VII. – Алма-Ата, 1971, с.7-33.

54. Толстов С.П. О землях древнего орошения в низовьях Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи и о возможности их освоения в современных условиях. Общ.науки в Узбекистане, № 8, 1961, 8-11 с.

55. Шапошников Д.Г., Химич Д.П., Бурый А.В. Особенности проектирования рисовых оросительных систем на засоленных и подовых землях. - Г и М, 1969. - № 10. - С. 48-53.

56. Андрюшин М.А. Орошение риса. - М.: Колос, 1977. - 128 с.

57. Глазовский Н.Ф. Современное соленакопление в аридных областях. М.: Наука,1987. 192 с.

58. Файбишенко Б.А. Водно-солевой режим грунтов при орошении. М.: Агропромиздат, 1986. 302 с.

59. Сагимбаев С., Баймбетов К. Годовой отчет Кызылординской гидролого-мелиоративной экспедиции: О гидрогеолого- мелиоративном состоянии орошаемых земель по Кызылординской области на 2003г. – Кызылорда, 2004.- С.100.

60. Сагимбаев С., Куламбаев К., Баймбетов К., Дренирование и состояние орошаемых земель в Кызылординской области .- Кызылорда, 2003.- С. 32.

61. Баймбетов К., Сагимбаев С., Куламбаев К. Агромелиоративный мониторинг орошаемых земель и перспективы рисосеяния в условиях Приаралья. // Водное хозяйство Казахстана. – 2006. - № 4.- С. 29-32.

62. Ли В.Л. Способы затопления риса. // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. - Алматы, 2000. - №10. - С. 46-47.

63. Отчет о научно исследовательской работе.// по теме: «Повышение продуктивности риса на засоленных землях рисовых систем Казахстана» заключительный отчет по подпроекту. – Алматы 2010. С. 67.

64. Воробьев С.А., Четверня А.М. Агрономические основы специализации севооборотов. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 3-4.

65. Егоров Б.В. Севообороты и урожай // Специализированные севообороты на орошаемых землях Повольжья. – Саратов, 1983. – С. 21-60

66. Когай М.Т. травяное звено севооборота // Рисовые севообороты и технология выращивания культур. – Ташкент, 1986. – С. 12-50.

67. Нурымов Д.Е. Рисовые севообороты// Кормовые культуры юга Казахстана. – Алма – Ата. – С. 53-65.

68. Х.Д. Рамазанов, К. Шербагамбетов. Продуктивность различных рисовых севооборотов. // Вестник с/х науки Казахстана. – Алма –Ата, 1990.- № 1.- С. 28-31.

69. Агроклиматический справочник по Кзыл- Ординской области / Главное упр. гидрометеорологич. службы при Совете Министров СССР , Упр. гидрометеорологич. службы Казахской ССР , Каз. научно- исслед. гидрометеорологич. ин- т.- Л.: Гидрометеоиздат, 1982.- 102 с.

70. Толстов С.П., Кесь А.С. История первобытных поселений на протоках древних дельт Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи. Вопросы географ. сб.статей для XVIII Международ-ного географического конгресса. Изд. АН СССР, М-Л., 1956.

71. Ерыгин П.С., Натальин Н.Б. Рис. - М.: Колос, 1968, 328 с.

72. Шумаков Б.А., Косов Г.Ф. Солевой режим солонцового комплекса под рисом в пойме реки Дон. – Доклады ВАСХНИЛ, 1967, № 6, с. 38-41.

73. Тулекбаев А.Т. Эколого-мелиоративное состояние рисовых оросительных систем зоны Приаралья и пути его улучшения. // Поиск, 1996, № 3. с. 95-98.

74. Корганов А.С. Влияние на сток непродуктивной транспирации и гидрологическая эффективность замены ее продуктивной // Тр.ГГН, 1973, вып. 208.

75. Методы расчета водных балансов. Международное руководство по исследованиям и практике. Л.: Гидрометеоиздат, 1976.

76. Соседов И.С. Потери воды на испарение и транспирацию в дельте р. Или //Изв.АН КазССР, сер.энерг., 1958, вып.1

77. Рау А.Г., Абдезова К.Н., Абикенова С.М. Продуктивность орошаемого земледелия в Приаралье/Материалы международной научно-практической конференции магистрантов, докторантов PhD и молодых ученых «Проблемы вододеления и пути улучшения качества трансграничных рек Казахстана» 20-21 апреля Алматы 2012г.С.

78. Рау А.Г., Абикенова С.М. Влияние фильтрационного стока из рисовых чеков на оросительную норму и урожайность риса/ Труды международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы гидрогеологии и

инженерной геологии на современном этапе», посвящённой 80-летнему юбилею кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Казахского Национального технического университета имени К.И. Сатпаева 1 декабря 2012 года

78. Рау А.Г., Калыбекова Е.М., Зулпыхаров Б.А., Абикенова С.М. Эколого-экономическое обоснование повышения продуктивности орошаемого земледелия в бассейне реки Сырдарьи./ Материалы международной научно-практической конференции «Международный фонд спасения Арала- 20 лет на пути сотрудничества» 29-30 мая Алматы 2013г.

79. Рау А.Г., Калыбекова Е.М., Зулпыхаров Б.А., Абикенова С.М. Нормирование водоотведения с рисовых оросительных систем бассейна р. Сырдарьи./ Материалы международной научно- практической конференции «Международный фонд спасения Арала- 20 лет на пути сотрудничества» 29-30 мая Алматы 2013г.

80. Абикенова С.М. Водные ресурсы бассейна р. Сырдарьи и их качества /Материалы международной научно- практической конференции «Международный фонд спасения Арала- 20 лет на пути сотрудничества» 29-30 мая Алматы 2013г.

81. Рау А.Г., Калыбекова Е.М., Абикенова С.М. Повышение плодородия почв на рисовых системах/ Материалы международной научно- практической конференции «Перспективные технологии возделывания масличных зернобобовых культур и регулирование плодородия почвы» Алматы 2013.

82. Ануарбеков К.К., Абикенова С.М. Арал өңірінің су шаруашылығы жүйесін басқару мақсатында суғармалы жерлердің су- тұз режимінің элементтерін және өнімділігін зертттеу/ Научно – информационный журнал «Водное хозяйство Казахстана» 4 (54) 2013г.

83. Рау А.Г., Калыбекова Е.М., Ануарбеков К.К., Абикенова С.М. Экономическая эффективность возделывания риса в Казахстане/ Научно – информационный журнал «Водное хозяйство Казахстана» 4 (54) 2013г.

84. Рау А.Г., Калыбекова Е.М., Абикенова С.М. Повышение продуктивности использования водных и земельных ресурсов на посевах риса Акдалинского массива орошения/ Научный журнал «Исследования, результаты» №3 (059) 2013г.

85. Рау А.Г., Калыбекова Е.М., Абикенова С.М. Мониторинг водно-солевого баланса на культурах рисового севеооборота Акдалинского массива орошения/ Научный журнал «Исследования, результаты» №3 (059) 2013г.

86. Тлеукулов А.Т., Ľuboš Jurík.Абикенова С.М. Conditions of water resources in aral tributary Syr darya / Veda mladych 2013, 24-26 oktober 2013, Jevicko, Ceska republika ISBN 978-80-552-1081-0.

87. Рау А.Г., Ануарбеков К.К., Абикенова С.М. Параметры орошения риса и культур рисового севооборота на рисовых системах низовья р. Сырдарьи/ Научный журнал «Известия национальный академии наук РК» серия аграрных наук № 2, (20) Алматы 2014

88. Зубаиров О.З., Ануарбеков К.К., Абикенова С.М. Исследование элементов водно – солевого режима и продуктивности орошаемых земель в низовьях реки Сырдарьи/Научный журнал «Известия национальный академии наук РК» серия аграрных наук № 2, (20) Алматы 2014.

89. Miroslava Sedmáková, Ľuboš Jurík, Абикенова С.М. Kolobeh fosforu v povodiach riek the role of phosphorus cycle in the river catchments/Veda mladych 2014 Recenzovaný Zborník Krakov 21.5 – 24.5.2014 Rozvoj medzinárodnej spolupráce za účelom transferu a implementácie výsledkov výskumu a vývoja do vzdelávacích programov. ISBN 978-80-552-1189-3

90. Бурлибаева Д.М., Ch.Opp., Тлеукулов А.Т., Калыбекова Е.М., Абикенова С.М. Changing of hydrochemical regime of the Syrdarya river/Научный журнал «Исследования, результаты» №2 (062) 2014г.

91. Абикенова С.М., Рау А.Г., Асанбеков Б.А., Жанашев И.Ж., Калыбекова Е.М. Research of the rice productivity on saline lands of rice systems in Kazakhstan Republic/Life Science Journal (Peoples R Chine) SJR_2013:0,139 (Scopus)

92. Рау А.Г., Калыбекова Е.М., Абикенова С.М. Агробиологические приемы, повышающие урожайность риса на засоленных землях./Материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы водного хозяйства, инжерно-коммуникационных систем и экология», 14-15 апрель, Баку 2014г.