

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ И МЕЛИОРАЦИИ

На правах рукописи

УДК 628.3+628.357.003.13

ШКИНЁВА АННА АРТУРОВНА

**Оценка экономической эффективности биологической
деминерализации коллекторно-дренажных вод (на примере
Бухарского оазиса)**

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание степени магистра по специальности 5А230102 – Экономика
(в водном хозяйстве)

Научный руководитель:

д.э.н., проф. Умурзаков У.П.

Ташкент – 2013

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Введение	3
Глава I	Анализ методов деминерализации коллекторно-дренажных вод и методические вопросы их экономической эффективности с целью применения в регионах с дефицитом водных ресурсов	
1.	Теоретические основы очистки коллекторно-дренажных вод биологическим методом	10
2.	Опыт зарубежных исследователей по применению биологических методов для очистки коллекторно-дренажных вод	14
3.	Опыт отечественных исследователей по применению биологических методов для очистки коллекторно-дренажных вод	22
4.	Методика оценки экономической эффективности биологической очистки коллекторно-дренажных вод	29
	Выводы по Главе I	36
Глава II	Современное состояние использования коллекторно-дренажных вод в Бухарском оазисе	
1.	Характеристика современного состояния природно-климатических условий Бухарского оазиса	37
2.	Современное состояние использования коллекторно-дренажных вод в Бухарском оазисе	49
3.	Лабораторные исследования свойств <i>Lemna minor</i> в условиях Бухарского оазиса	55
	Выводы по Главе II	61
Глава III	Оценка экономической эффективности проекта сооружения пруда-накопителя в Бухарском оазисе	
1.	Определение выгод и затрат по проекту сооружения пруда-накопителя	62

2.	Определение экономической эффективности, окупаемости и анализ рисков проекта	74
3.	Техника безопасности при строительстве и эксплуатации коллекторов и прудов-накопителей	77
4.	Совершенствование системы водного хозяйства в условиях мирового финансово-экономического кризиса	81
	Выводы по Главе III	83
	Заключение	84
	Список использованной литературы	87
	Приложения	97

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. Для Узбекистана, являющегося районом орошаемого земледелия, характерна проблема дефицита водных ресурсов. Кроме того в процессе сельскохозяйственной деятельности усиливаются процессы миграции минеральных и органических соединений, что приводит к повышению содержания солей, биогенов, пестицидов, тяжелых металлов и других загрязняющих веществ в коллекторно – дренажных стоках. Их сброс приводит к загрязнению поверхностных и подземных вод, а использование на орошение - к снижению плодородия почв, качества сельскохозяйственной продукции, урожайности и, в конечном итоге, дохода хозяйства. Для устранения проблемы дефицита воды, а также предотвращения негативного воздействия загрязненных вод на водные и земельные экосистемы, необходимо решение проблемы повышения качества и рационального использования коллекторно-дренажных вод (КДВ). Поэтому разработка методов, технических средств и технологий очистки, регулирования химического состава и внутрисистемного использования КДВ для нашей страны остаются довольно актуальными. Одним из решений может служить биологическая очистка.

Среди существующих методов очистки (механические, физико-химические и др.) биологические являются наиболее эффективными. Важную роль в этих методах играют высшие водные растения и водоросли. Автотрофные организмы в процессе фотосинтеза обогащают водную среду кислородом, тем самым ускоряются окислительные процессы и минерализация органических примесей. Многие водоросли и водные макрофиты способны питаться не только минеральными веществами, но и простыми органическими соединениями.

Один из возможных способов осуществления биологической очистки – создание прудов-накопителей, представляющих собой сооружения

различного типа, населенные растительностью (водоросли, высшие водные растения и т.д.). Так, например представители семейства *Lemnaceae* (рясковые) в природе бурно развиваются в эвтрофных, т.е. обогащенных питательными веществами (нитраты, аммиак, фосфаты) водоемах. Они устойчивы к экстремальным концентрациям веществ, содержащихся в водоемах-накопителях коммунальных, сельскохозяйственных и промышленных стоков. Благодаря интенсивному росту биомассы рясковые накапливают внутри клетки значительные количества таких веществ, очищая тем самым воду. В процессе исследований были выявлены такие преимущества ряски, как высокая эффективность очистки, способность снижать испарение с зеркала пруда, устойчивость к высоким концентрациям солей, возможность использования образующейся в процессе очистки биомассы водорослей в качестве удобрений и корма для скота и т.д. Именно перечисленными свойствами и характеристиками рясковых объясняется и исчерпывается научное значение и современное звучание (актуальность) выбора их в качестве объекта (темы) исследования. Следует также подчеркнуть, что в данном аспекте решения проблемы деминерализации КДВ тема не изучалась.

Предмет и объект исследования. Объект исследования – пруд-накопитель для очистки коллекторно-дренажных вод, растение-очиститель - *Lemna minor* (ряска малая). Предмет исследования – теоретические и практические вопросы определения экономической эффективности процессов очистки предложенным методом.

Цель и задачи исследований. Цель данной работы – оценка экономической эффективности деминерализации КДВ биологическим методом.

Для достижения поставленной цели планировалось выполнение следующих задач:

1. Проработать отечественные и зарубежные источники литературы по выбранной тематике;

2. Выполнить анализ современного состояния использования коллекторно-дренажных вод на объекте исследования;

3. Провести оценку экономической эффективности биологической деминерализации коллекторно-дренажных вод на объекте исследования;

4. Разработать рекомендации по использованию исследуемого метода.

Степень изученности проблемы. Изучаемая проблема рассмотрена в 34 работах зарубежных авторов и 15 работах отечественных специалистов.

Основные исследования отечественных ученых посвящены вопросам очистки промышленных и хозяйственно-бытовых стоков. Классификацию методов очистки сточных вод, а также самих сооружений для реализации биологического метода и их технические характеристики рассмотрены в работах Голченко М.Г. и сотр. (1988) и Таварткиладзе И.М. и др. (1988). Очистка различных по характеристикам КДВ биологическими методами – предмет работ Катанской В.М. (1960), Таубаева Т.Т. (1970, 1980), Юнусова И.И. (1983), Музафарова А.М. и др. (1984), Шоякубова Р.Ш. (1991), Хасанова А. (1995). Решением вопросов интенсификации и оптимизации процессов очистки сточных вод занимались Евилевич М.А. и др. (1979), Найденко В.В. и др. (1984) и Мочалов И.П. и др. (1986). НИР «Решение проблемы по оздоровлению и охране окружающей среды, очистка сточных вод и обеспечение экологической безопасности путем применения специальных штаммов микроводорослей и вермикултур в экологически бедственных районах Узбекистана» (2005), Итоги реализации проекта «Разработка технологий снижения засоленности коллекторно-дренажных вод для повторного использования в Республике Узбекистан» (гранта Республики Корея (2012)) и материалы проекта «Уменьшение минерализации КДВ посредством биологического метода и их широкое применение на орошение» (на примере Бухарского оазиса) суммируют результаты современных исследований возможности

использования биологических и различных физико-химических методов очистки сточных и КДВ.

Исследования по данной проблеме в странах СНГ интенсивно ведутся в Туркменистане и РФ. Опыт Туркменистана по сооружению «биолато» рассматривают Аталыев А. (2008) и Назармамедов О. (2008). Исследования российских ученых по созданию различных сооружений очистки отражены в трудах Бездниной С.Я. и др. (1993, 1996, 2001), Храброва М.Ю. и др. (1996), Журбы М.Г. и др. (1997), Конторовича И.И. (2009). Различные аспекты проблемы биологической очистки КДВ с помощью прудов-накопителей с участием ряски, высших водных растений и т.д. ведутся в основном в Египте, Иордании, США, Германии, Бангладеше (BUCKLEY J.; RUSTAGI, J.; LAUGHLIN, J. (1996), BARJENBRUCH, M. (2006), DE CARVALLO, R.; BROMILOW, R.; GREENWOOD, R. (2007), ELSAESSER, D.; HAUCK, E., SCHULZ, R. (2007), FLOWERS, T.; TROKE, P.; YEO, A. (2004), GOSSETT, D.; BANKS, S.; MILLHOLLON, E.; LUCAS, M. (1996), HERNANDEZ, J.; DEL RIO, L.; SEVILLA, F. (1994), HINKELMANN, R. (2005), IQBAL, S. (1999), JACQUOT, J. (2008), JORDAN, T.; WHIGHAM, D.; HOFMOCKEL, K.; PITTEK, M. (2000), JOURNEY, T.; SKILLIKORN, P.; SPIRA, B. (1991), KADLEC, R.; WALLACE, S. (2008), KESSLER, E.; JASSON, E. (1994), LASFAR, S.; MONETTE, F.; MILLETTE, L.; AZZOUZ, A. (2007), MOUSTAFA, M.; HAMRICK, J. (2000), OBEK, E.; HASAR, H. (2002), OMAR, M. (2010), ORON, G., WILDSCHUT, L.; PORATH, D. (1984), RAMEY, V.; SCHARDT, J. (2004), RAUEN, W.; LIN, B.; FALCONER, R.; TEIXEIRA, E. (2008), REINHARDT, M.; GACHTER, R.; WEHRLI, B.; MULLER.; B. (2000), ROUT, N.; SHAW, B. (2000), SHILTON, A.; HARRISON, J. (2003), SMITH, D.; MCKENZI, M.; BOWE, C.; MARTIN, D. (2004), STEIDL, J.; KALETTKA, T.; EHLERT, V.; QUAST, J.; AUGUSTIN, J. (2008)).

Методики оценки экономической эффективности биологической очистки КДВ проанализировал в работе М.Г. Голченко и др. (1988); опубликованы различные методики и инструкции: Инструкция (методика) по определению экономической эффективности капитальных вложений в орошение и осушение земель и обводнение пастбищ (1972) , Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений (1980) и Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды (1986). Биологическая деминерализация КДВ идентифицируется как природоохранное мероприятие и оценка его экономической эффективности производится с учетом экономических, экологических и социальных показателей. Также целесообразно применение методики FAO «Зависимость урожая от воды» (1972) по оценке прироста (потери) урожая в зависимости от изменения водообеспеченности территории. Принимая во внимание, что обсуждавшиеся выше материалы разрабатывались и применялись в последние 20 лет XX века, их использование возможно с учетом соответствующих дополнений.

Методология и методика исследования. В методологическом отношении диссертация основана на диалектическом подходе, раскрывающем возможности изучения вопросов оценки эффективности очистки КДВ в динамике, взаимосвязи и взаимообусловленности. Для изучения предмета исследования были использованы теоретические (изучение литературы), общелогические (анализ и синтез, обобщение, моделирование) методы, а также проведен проектный анализ предлагаемого варианта очистки КДВ.

Практическая и теоретическая значимость. Полученные данные по биологии ряски и использованию ее при биологической очистке КДВ позволили дать рекомендации для ее практического использования.

Результаты проведенных исследований позволили установить, что биологический метод деминерализации КДВ является не только эффективным, но и экологически безвредным методом очистки. Полученные в ходе исследований результаты дают основания рекомендовать данный метод для его дальнейшего практического применения.

Научная новизна. Исследования отечественных ученых в основном посвящены очистке городских, коммунально-бытовых и промышленных стоков. Вопросы очистки КДВ биологическим методом являются малоизученными. Впервые изучен метод биологической деминерализации КДВ посредством организации прудов-накопителей с использованием Ряски малой "*Lemna minor*" на примере Бухарского оазиса. Исследования осуществлены в рамках международного проекта при сотрудничестве с Институтом гидрологии и ландшафта г. Лейбниц (Германия).

Состав и структура работы. Диссертация изложена на 96 страницах печатного текста, включает 20 таблиц, 1 рисунок, 1 график, 2 схемы и 16 диаграмм. Она состоит из введения, 3 глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

Структура работы

Во введении обосновывается актуальность работы, определяются объект и предмет, цель и задачи исследования, указываются методологическая основа и база источников диссертации. Дается характеристика использованной литературы, определяются научная новизна, практическая значимость работы, приводится структура работы.

Первая глава «Анализ методов деминерализации коллекторно-дренажных вод и методические вопросы экономической эффективности с целью применения в регионах с дефицитом водных ресурсов» посвящена рассмотрению теоретических основ очистки КДВ биологическим методом, изучению опыта зарубежных и отечественных исследователей по

применению этого метода, а также изучению методик оценки экономической эффективности биологической очистки.

Вторая глава «Современное состояние использования коллекторно-дренажных вод в Бухарском оазисе» включает характеристику текущего состояния природно-климатических условий Бухарского оазиса и использования КДВ, а также содержит основные характеристики и результаты лабораторных исследований роста и развития *Lemna minor*.

Третья глава «Оценка экономической эффективности проекта сооружения пруда-накопителя в Бухарском оазисе» включает расчет стоимости сооружения и размер ежегодных эксплуатационных затрат, определение народнохозяйственной эффективности проекта, сельскохозяйственных и бюджет выгод от его осуществления, а также расчет показателей экономической эффективности проекта и анализ их чувствительности.

В Заключении подводятся общие итоги и формулируются основные выводы.

Автор выражает искреннюю благодарность за ценные замечания и консультации в процессе подготовки работы Хамидову А.М., директору ОАО «УЗСУВЛОЙИХА» Наджимову М.Ф., начальнику «Отдела перспективного проектирования» ООО «UzGIP» Рудневу С.М., начальнику отдела «Управления мелиорации земель» Министерства сельского и водного хозяйства Кучкарову К., главному специалисту «Управления баланса водных ресурсов и развития водосбережения» Министерства сельского и водного хозяйства Ишпулатову З., профессорам кафедры «Экология и управление водными ресурсами» ТИИМ Эгамбердиеву Н.Б. и Салохиддинову А.С., а также старшему преподавателю кафедры «Организация и технология гидромелиоративных работ» ТИИМ Фырлиной Г.Л.

Глава I. Анализ методов деминерализации коллекторно-дренажных вод и методические вопросы их экономической эффективности с целью применения в регионах дефицита водных ресурсов

1. Теоретические основы очистки коллекторно-дренажных вод биологическим методом

Очистке сточных вод биологическими методами и их применению для орошения посвящены многочисленные исследования как отечественных, так и зарубежных исследователей. Существуют различные определения «биологической очистки», но ее основной смысл основан на жизнедеятельности сообществ и/или чистой культуры микроорганизмов, обеспечивающих окислительные процессы и минерализацию органических веществ, содержащихся в сточных водах.

Изучение эффективности применения высших водных растений для снижения минерализации КДВ были начаты не многим более 2-х десятилетий назад [V.10].

Классификация сооружений биологической очистки

Сточные воды, которые можно определить как воды, образующиеся в результате хозяйственно-бытовой и другой деятельности человека, очищают с помощью трех основных методов: физических, химических и биологических. Биологический метод, основан на жизненном цикле микроорганизмов, в ходе которого обеспечивается окислительная деградация и минерализация органических веществ, содержащихся в сточных водах. Ее осуществляют как в естественных (на полях фильтрации, оросительных системах, в биологических прудах, БОКС - прудах), так и в искусственно созданных (биофильтры, аэротенки, вторичные отстойники) условиях [IV.1, V.10].

Рассмотрим существующие виды биологической очистки.

Биологические пруды. В конструктивном отношении биологические пруды представляют собой искусственные (реже естественные) относительно неглубокие котлованы. По своему назначению они бывают с естественной и искусственной аэрацией, контактные биологические пруды, пруды-накопители, проточные и серийные. Биологические пруды устраивают в слабо фильтрующих грунтах, обеспечивая ровное горизонтальное дно. Эффективность работы биологических прудов критически зависит от температуры окружающей среды (не ниже 6 °С) [IV.1, V.10].

БОКС – пруды. БОКС – пруды (биологические оксидационные контактные стабилизационные) разработаны с целью интенсификации процессов очистки и обезвреживания сточных вод [IV.1]. Такие пруды могут эффективно работать почти круглый год благодаря комплексному подбору микроводорослей [V.9].

Аэротенки - большая группа сооружений, принцип действия которых основан на минерализующей способности активного ила. Активным илом называют суспензию аэробных микроорганизмов. Для их нормальной жизнедеятельности в аэротенке необходимо поддерживать оптимальную концентрацию растворенного кислорода [IV.1, V.10].

Компактные установки с активным илом и смешанным биоценозом; в одной емкости протекает несколько процессов: аэрация, циркуляция и отстаивание активного ила. Процесс изъятия загрязнений осуществляется при интенсивном перемешивании очищаемой жидкости [V.10].

Биофильтры – это сооружения, очищающие воду в процессе фильтрации через загрузочный материал (носитель биоценоза). Загрязнения сорбируются биопленкой [IV.1, V.10].

Поля фильтрации (земельные участки) в основном состоят из трех ступеней, разделенных грунтовыми валиками 8-10 м ширины. Сточная

вода, проходя по всем трем ступеням, очищается благодаря отстаиванию и очищающей способности различных водных растений [IV.1].

Оросительные системы с использованием сточных вод (ОССВ) обеспечивают высокую степень очистки сточных вод, что исключает сброс загрязненных вод в водоемы. Кроме того, орошение сточными водами, обогащенными необходимыми питательными веществами, заменяющими удобрения, повышает плодородие почв, а, следовательно, и урожайность выращиваемых культур [IV.1].

Компактные установки с вертикальными биофильтрами просты, имеют гибкую схему очистки, хорошо себя зарекомендовали в работе с малыми расходами и пиковыми нагрузками по органике. Компоновку устройства осуществляют вертикально для обеспечения экономии площадей и стройматериалов [V.10].

Биодисковые фильтры (БДФ) предназначены для очистки малых количеств сточных вод с широким спектром загрязнений. Они представляют собой многосекционную емкость, наполненную вращающейся загрузкой. В этом сооружении возможно совмещение двух режимов удаления загрязнений – за счет сорбированной на загрузке и диспергированной биомассы, что увеличивает окислительную мощность аппарата [V.10].

Исследования, касающиеся вопроса интенсификации процессов очистки сточных вод биологическими методами (на примере активного ила), проводятся в основном в следующих направлениях [VI.10]:

1. Совершенствование массообменных характеристик процессов и структуры потока;
2. Применение комбинированных сооружений;
3. Использование закрепленных и специализированных биоценозов, чистых культур микроорганизмов и симбиотических илов, состоящих из бактерий и микроводорослей.

Перспективным приемом интенсификации процесса биологической очистки сточных вод является воздействие на активный ил ультразвуком, небольшими дозами озона и иммобилизованными ферментами.

Известен также метод химического мутагенеза, разработанный и предложенный Раппопортом И.А. и Васильевой С.В. Его применение при очистке промышленных сточных вод позволило повысить эффективность процесса до 10 раз [VI.10].

Разработана математическая модель процесса биоокисления с использованием обобщенного статистического подхода, основанного на моделировании общих кинетических закономерностей переноса веществ и окисления в системах с активным илом [IV.2].

Наиболее полно процессы очистки характеризуют экономические критерии оптимальности очистки сточных и природных вод, т.к. именно они позволяют осуществить комплексную их оценку; к ним относятся: норма прибыли, прибыль, норма рентабельности капиталовложений и годовые приведенные затраты. Экономический критерий оптимальности в общем случае выражается следующей функцией [IV.6]:

$$S = S(B, K, \mathcal{E}, \Phi), \quad (1.1)$$

где, S – экономический критерий оптимальности;

K – капитальные затраты;

\mathcal{E} – эксплуатационные затраты;

Φ – качественные показатели целевого продукта.

Рассматриваемые теоретические основы процесса очистки КДВ относятся к исследованиям прошлого столетия, в связи с чем переходим к изучению зарубежного опыта для более полного понимания вопроса с учетом современных тенденций. Особое внимание при этом будет уделено работам, рассматривающим очистку КДВ при дефиците водных ресурсов с разной степенью засоления в условиях жаркого климата.

2. Опыт зарубежных исследователей по применению биологических методов для очистки коллекторно-дренажных вод

В Туркменистане, как и в других государствах Центральной Азии, остро стоит проблема оптимизации режима водопотребления в орошаемом земледелии. На сегодняшний день предлагаются следующие подходы к максимальному сокращению объемов образуемых КДВ [VII.1]:

1. Использование КДВ в местах их формирования для полива солеустойчивых сельскохозяйственных культур, в том числе путем разбавления речной водой;

2. Использование КДВ в зоне магистральных отводящих трактов для орошения солеустойчивых сельскохозяйственных культур на легких пустынно - песчаных и аналогичных по составу почвах;

3. В качестве перспективного рассматривается вариант опреснения и повторного использования дренажно-сбросных вод на различные нужды, в том числе для орошения сельхозкультур.

Применение КДВ с минерализацией 3-4 г/л в различных районах Туркменистана позволило получать дополнительный урожай зеленой массы следующих сельскохозяйственных культур: кукурузы – 210-457 ц/га, джугары – 197-1700 ц/га, суданской травы – 207-707 ц/га, подсолнечника – 793 ц/га. Также получен урожай зерна риса в пределах 17-25 ц/га. Отдача 1 га при поливе КДВ всего лишь на 5-10% ниже урожая, полученных при поливах речной водой. Примером практических мер по сбору и размещению больших объемов КДВ служит проект создания Туркменского Озера Золотого века в Каракумах. Природной емкостью водохранилища было выбрано понижение ландшафта Карашор. Для очистки аккумулируемых в озере дренажных вод используется технология «биоплато», предусматривающая создание в руслах открытых коллекторов сообщества тростника, камыша, рогоза и других водных растений высших водных растений, их расчет и правила эксплуатации

[VII.1]. Средняя суточная нагрузка очищаемой дренажной воды на 1 м² зарослей рогоза составляет 0,66 м³/сут и тростника южного от 0,27-0,86 м³/сут [VII.3].

Применение такой технологии биоочистки позволит эффективно очищать воду от загрязнений, ее экологическая безвредность в сочетании с возможностью получения дополнительной выгоды в виде биомассы, пригодной для кормления сельскохозяйственных животных, образует ряд признаков экологической и экономической эффективности.

В России в настоящее время при эксплуатации оросительных систем большое внимание уделяется утилизации сбросных вод и дренажного стока. Целенаправленные исследования в направлении очистки вод биологическим методом привели к выработке двух основных решений, приемлемых для природно-климатических условий региона. Первое – очистка вод в специальных сооружениях с помощью культивируемых в них высших водных растений и второе – использование севооборотного орошаемого участка в качестве узла деминерализации.

Известен вариант биохимической очистки возвратных вод, названный «БИОКОМ». Система работает следующим образом: загрязненная вода направляется для очистки в блок предварительной химмелиорации, далее вода поступает в бетонный вододелитель со шлюзами-регуляторами, направляющими ее на соответствующую полосу блока биоочистки, после чего ее подвергают окончательной химмелиорации [VI.3].

Также известно устьевое водоохранное сооружение, работающее следующим образом: КДВ из коллектора проходят поочередно через сороудерживающую решетку, аванкамеру и блок физико-химического регулирования качества воды (последний выполняет роль отстойника). На входном водосливе-аэраторе происходит аэрирование переливающегося верхнего осветленного слоя воды. Благодаря культивированию в блоке биохимического регулирования качества воды фитоценозов (преимущественно тростника обыкновенного и рогоза узколистного)

осуществляются процессы деструкции, элиминации, накопления, сорбции, осаждения, ионного обмена, нитрификации, азотфикации, а также минерализации органического вещества, что снижает содержание в воде биогенных и других загрязняющих веществ до уровня предельно допустимых концентраций [VI.4].

Разработана система регулирования качества КДВ, позволяющая создать замкнутую систему водопользования в мелиорации, сэкономить водные ресурсы, получить экологически чистую сельскохозяйственную продукцию и предотвратить загрязнение водных экосистем [VI.5].

Разработан двухступенчатый способ биологической очистки воды от солей и природных органических веществ. Вода в проточном резервуаре контактирует с высшими водными растениями: тростником обыкновенным (*Phragmites communis Trin*), камышом озерным (*Scirpus lacustris L*), рогозом узколистным (*Typha angustifolia L*) в смеси с ирисом (*Iris pseudacorus*). Процент удаления солей в результате предложенной двухступенчатой очистки равен 57 [VI.6].

Для очистки дренажных вод от химических, физических и биологических загрязнений, а также для регулирования их качества в соответствии с требованиями потребителей предлагается модульное очистное сооружение, применение которого позволяет получить следующие результаты [VI.8]:

1. Повысить эффективность процесса очистки и расширить функциональные возможности сооружения за счет многовариантной комбинации применения во времени и в пространстве различных способов очистки воды;

2. Создать завершённый технологический процесс очистки воды за счет регенерации отработанных сорбционных фильтров, применения вспомогательных сооружений и средств, обеспечивающих разведение рассады, посадку, уход, скашивание высшей водной растительности с последующим складированием, сушкой и утилизацией растительных

остатков, контроля химического состава воды в процессе очистки, предотвращения подъема уровня грунтовых вод за пределами границ сооружения.

Применение одного из полей севооборотного орошаемого участка в качестве одной из ступеней узла деминерализации позволяет не только эффективно использовать оросительную воду, но и создать экологически чистую гидромелиоративную систему [VI.16].

По данным FAO [VI.21] в настоящее время объем водопотребления сельского хозяйства достигает 70% всех водных изъятий; этот показатель может достигать 90%. В этой связи зарубежные ученые исследуют возможности повторного использования КДВ как альтернативу пресной, используемой на орошение. Заболоченные места являются эффективным в стоимостном выражении методом обработки городских и хозяйственно-бытовых сточных вод с минимальными техническими, финансовыми и другими затратами и также могут быть использованы в сельском хозяйстве [VI.18]. Ряд исследователей сообщают, что заболоченные места или пруды-отстойники (водоемы задержки) – почти единственное эффективное средство для снижения концентрации взвешенных твердых частиц, органических веществ, азота, фосфора и других веществ, составляющих загрязнение в КДВ [VI.21, 29, 38, 41; V.15].

В Египте были проведены исследования по возможности применения *Letna minor* в прудах-отстойниках [V.16]. Ряска была отобрана из-за способности к быстрому росту, широкого распространения в мире (от тропиков до Арктики) и стабильности к экологическим изменениям [V.14]. В результате были получены следующие выводы:

1. Оптимальный рост ряски достигнут при концентрации соли от 0 до 1,6 г/л при температуре 25 °С; максимальный порог засоленности 3,1 г/л;
2. При более высоких температурах (35 °С) темпы роста ряски относительно высоки;

3. Ряска накапливает соли в своей ткани независимо от засоленности и температуры воздуха;

4. Динамика поглощения соли в естественных условиях кинетически описывается как реакция первого порядка и составляет от 0,5 - 12,2% в день и при температуре воды от 15-32 °С зависит от показателей биомассы ряски и засоленности воды;

5. Ряска в условиях различной засоленности и температуры способна аккумулировать в своей ткани Na^+ , Cl^- , N^{3-} , P^{4-} , NH_4 , и NO_3^- ;

6. Ряска, при образовании слоя клеток на всей поверхности зеркала водоема сохраняет до 25% воды, теряющейся при испарении;

7. Более высокая плотность покрова ряски предпочтительнее; так при 260 г/м² достигается более высокий уровень удаления солей и меньшее испарение воды по сравнению с 160 г/м².

Исследования многочисленных авторов доказали, что ряска эффективна для обработки сточных вод, в особенности для удаления питательных веществ (табл. 1).

Ряска способна эффективно поглощать пестициды в ходе 72-х-го эксперимента [VI.19] и извлекать нитраты и фосфаты из сельскохозяйственных стоков, а также снизить содержание многих других загрязнителей [VI.28]. Важное положительное свойство ряски – снижать потери воды при испарении в засушливых и полужасушливых зонах, изучили в ходе проведения сравнительного исследования относительной величины водных потерь при заселении водоема различными водными растениями (*Eichhornia crassipes* (водный гиацинт), *Typha latifolia* (рогоз), *Scirpus validus* (камыш), *Panicum rigidulum* (просо), *Juncus effuses* (тростник), *Alternanthera philoxeroides* (очереднопыльник филоксеровый), *Pontederia cordata* (понтедерия сердцелистная), *Lemna minor* (ряска малая), и *Spirodela polyrhiza* (гигантская ряска)), которым было установлено несомненное преимущество ряски [VI.35, 36]. При полном покрытии

ряской поверхности водоема водные потери на испарение снижаются на 1/3 по сравнению с открытым зеркалом [VI.36].

Таблица 1

Удаление ряской различных загрязнителей (по данным литературы)*

Литература (источник)	Водоросли	Параметры	Удаление (%)	Метод
1	2	3	4	5
BAL KRISHNA; CHONGRACK, (2008)	Разные	ХПК	84	Наружная система очистки сточных вод при температуре 30-36 °С
		БПК ₅	88	
		NH ₄	68	
		Общий азот	58	
		ОСВЧ ^{**}	87	
EL-KHEIR et al., (2007)	<i>Lemna gibba</i>	TSS	96.3	Естественные условия, в течение 8 дней при температуре 20.6-29.4°С
		БПК ₅	90.6	
		ХПК	89	
		NO ₃	100	
		NH ₄	82	
		PO ₄	64.4	
OZENGIN et al., (2007)	<i>Lemna minor</i>	ХПК	73-84	Лабораторные условия
		Общий азот	83-87	
		Общий фосфор	70-85	
		PO ₄	83-95	
EL-SHAFAI et al., (2007)	Разные	ХПК	93	Три пруда в натуральных условиях в течение теплого сезона
		БПК ₅	96	
		ОСВЧ	91	
		Общий фосфор	85	
		NH ₄	98	
RATTANAPHAN, (2007)	<i>Lemna perpusilla</i>	БПК ₅	25-50	Наружные пруды
		ОСВЧ	30-50	
		Общий фосфор	40-60	
		ХПК	30	

<i>Продолжение Таблицы 1</i>				
1	2	3	4	5
SWEIDAN, K.; FAYYAD, M. (2006)	Разные	Фенол	37	Пруды по очистке сточных вод в Иордании в весенний сезон
		Детергенты	52	
		ХПК	88.1	
UYSAL, Y.; BZEREN, O. (2004)	<i>Lemna minor</i>	БПК ₅	88.8	Лабораторные условия в течение 3 дней
		NH ₄	85.4	
		PO ₄	37.5	
		Cd	75-85	
KARA (2005)	<i>Lemna trisulka</i>	ХПК	92.2	Лабораторные условия в течение 3 дней
UYSAL, BZEREN, (2004)	<i>Lemna minor</i>	БПК ₅	94.7	Лабораторные условия в течение 6 дней
		NH ₄	75.3	
		PO ₄	50	
		Pb	76	
NICHOLAS et al., (2003)	<i>Lemna minor</i>	Ni	82	Лабораторные условия
		БПК ₅	90	
IQBAL (1999)	<i>Lemna gibba</i>	Питательные вещества	74	Лагуны сточных вод в Бангладеше
		Бактерии кишечной палочки	99.8	
		Общий азот	73-97	
KORNER and VERMAAT (1998)	Разные	Общий фосфор	63-99	Лабораторные условия в течение 3 дней

***Источник:** OMAR, M. (2010): *Improvement of Detention Ponds with Respect to Salinity. Dissertation. Technical University, Berlin. 140 p.*

****Общее содержание взвешенных частиц**

Многие исследования показали способность солеустойчивых растений накапливать соли в тело клетки [VI.23, 31, 40]. Они измеряли содержание солей на уровнях: клетки, ткани и целого растения. Другие исследователи сообщили об участии антиоксидантных ферментов растений в формировании солеустойчивости водного макрофита [VI.24, 25,

39]. В отличие от большинства растений, ряска способна выдерживать относительно высокие концентрации солей (примерно до 4000 мг/л) [VI.30]. При проведении лабораторных экспериментов по выращиванию ряски при различных концентрациях NaCl: 0, 2.5, 4.3, 7.2 и 12 г/л наблюдалось снижение роста ряски при концентрациях свыше 4.3 г/л [VI.17].

Минимальная температура воды, необходимая для роста ряски равна 7 °С, оптимальный диапазон для нормального роста и развития по данным автора от 25 до 31 °С [VI.27]. Другие исследователи оптимальной температурой считают диапазон от 20 до 30 °С [VI.34] или от 20 до 31 °С, а также обнаружили, что ряска растет при температуре от 5 до 35 °С [VI.32].

Оценка эффективности пруда-отстойника проводится по следующим показателям:

- удаление загрязнений,
- рост макрофитов,
- время пребывания воды в пруде для достижения заданных показателей очистки.

Одним из способов оптимизации работы прудов служат перегородки. Исследования относительно длины перегородок: 50, 70 и 90% ширины пруда показали, что перегородки размером 70% от ширины пруда обеспечивают оптимальную по сравнению с остальными вариантами очистку. Оптимальное количество перегородок 2-4 штуки [V.17].

Модели – самый эффективный и недорогой способ описать и оптимизировать такие пруды. Числовые модели позволяют описывать поток с транспортными процессами и предсказать последствия в изменяющихся условиях [VI.26]. Для моделирования процессов очистки конкретных КДВ разработаны различные модели Everglades Wetland Hydrodynamic Model (EWHM) [VI.33]; PHOENICS [V.18]; Computational Fluid Dynamics (CFD) [VI.37].

Рассмотрев зарубежный опыт, считаем целесообразным проанализировать работы отечественных ученых, т.к. во-первых, наиболее передовая форма хозяйствования нашей страны – фермерское хозяйство [П.2.], а во-вторых, динамика стока, состав загрязнителей и условия окружающей среды оказывают существенное влияние на параметры очистки КДВ и условия их последующего использования.

3. Опыт отечественных исследователей по применению биологических методов для очистки коллекторно-дренажных вод

Биологическая очистка загрязненных вод эффективна, когда созданы условия для протекания полного цикла круговорота веществ. В этом цикле, наряду с бактериальными организмами, важную роль играют водоросли и высшие водные растения, которые не только обогащают воду кислородом, но и способствуют осаждению и разложению отдельных органических веществ из состава загрязнителей, поглощают часть из них в процессе метаболизма и этим способствуют очищению водоемов. Установлено бактерицидное действие роголистника темно-зеленого, аира болотного, тростника обыкновенного и многих других водных растений [IV.11].

При оценке 10 видов водно-болотных растений, различающихся по поглотительной способности было установлено, что самой высокой поглотительной способностью обладает камыш озерный (*Scirpus lacustris* L.). Проходя через заросли жерухи, роголистника, урути, вероники вода оставляет много осадков. Установлено также, что сусак зонтичный (*Butomus umbellatus*), ежеголовник (*Sparganium polyedrum*) и ряска (*Lemna minor*, *L. gibba*, *Spirodela polyrrhiza*) являются интенсивными поглотителями анионов. Так, при выращивании ряски малой на среде Кнопа вода через 24 ч освобождалась от соединений фосфора на 80%, азота – на 65% [IV.11].

Водные растения, отмирая, приводят к вторичному загрязнению водной среды. Поэтому целесообразно процессами зарастания управлять, используя при этом очистительную способность каждого растения и на максимально возможном уровне устанавливать сроки уборки их до отмирания.

Следует подчеркнуть, что проведенные исследования показали, что очистка загрязненных вод в биологических прудах с применением гидромакрофитов эффективна и нетрудоемка. Этот способ очистки загрязненных стоков может оказаться особенно перспективным в условиях Республики, т.к. продолжительность теплого периода составляет 210-215 дней.

Изучение биологической продуктивности водно-болотных растений показало, что первое место занимает тростник обыкновенный, второе – рогоз. При этом установлено, что продуктивность водно-прибрежных растений в пресных проточных водоемах всегда выше, чем в бассейнах с непостоянным водным режимом [VI.7, IV.8]. Важную роль в накоплении растениями биомассы играет степень загрязненности воды. Высокий очистительный эффект тростника, рогоза узколистного, жерухи ключевой, рдеста малого и ряски малой был подтвержден и в опытах, проведенных в лабораторных условиях. Наибольший очистительный эффект достигается в варианте многоярусного совместного выращивания водных макрофитов.

Наблюдения показали, что в биологической очистке сточных вод эффективны также водоросли. Однако водоросли и высшие водно-болотные растения в биоценозах обычно являются конкурентами и поэтому их совместное выращивание нецелесообразно. Лучшие результаты можно достигнуть только в условиях отдельного способа их культивирования.

Образуемая в процессе очистки биомасса водно-болотных растений – отличный корм для растительноядной рыбы (белого амура, зеркального карпа и др.). Накопительные пруды с очищенными сточными водами

можно использовать для производства сотен тысяч тонн рыбной продукции не затрагивая дополнительные искусственные корма, а в другом варианте для откорма водных пушных зверей – ондатры и нутрии [IV.11].

Музафаров А.М. и др. в своей работе обобщили научные данные литературных источников и собственных исследований, в результате чего в одном источнике содержится весь спектр задач, решение которых необходимо при культивации культур микроводорослей в лабораторных и производственных условиях. Авторами разработаны методы культивирования микроводорослей (хлореллы, сценедесмуса и др.) на городских стоках, вытяжках отходов производства коконов, животноводческого комплекса и птицефабрик [IV.4].

Суммируя приведенный фактический материал можно утверждать, что производство микроводорослей является безотходным производством, предотвращающим загрязнение окружающей среды различными стоками и отходами.

Также отечественными учеными велись масштабные исследования по биологической очистке сточных вод на водных сооружениях Ташкентского оазиса и Ферганской долины (основные культуры исследований – хлорелла и сценедесмус), по результатам которых можно сделать следующие основные выводы [IV.9]:

1. Высокий эффект при очистке городских сточных вод и коммунально-бытовых стоков получен при сочетании микроводорослей с высшими водными растениями;
2. В процессе работы была показана важная роль бактерий и других микроорганизмов в нетто-результате цикла очистки;
3. Основное условие эффективности процесса очистки – подбор оптимального сочетания видов и штаммов микроводорослей;

4. Необходимое условие оптимизации нормального роста и развития микроводорослей – поддержание заданного парциального давления углекислого газа при перемешивании культуральной среды;

5. Крупные установки для культивирования водорослей – решение сразу двух задач: очистка воды и получение сопутствующей биомассы; авторами показано на практике, что при отнесении всех расходов на производство биомассы процесс очистки является беззатратным, что и определяет экономическую эффективность применения данного метода на практике;

6. Для предотвращения повторного загрязнения воды продуктами жизнедеятельности водорослей рекомендуется их отделение от культуральной среды;

7. Авторами также установлено важное преимущество биологического метода по сравнению с другими – не требуется дополнительная очистка в виде хлорирования очищаемых вод;

8. Даны рекомендации по плотности культур при культивации (0,5 – 1,5 г/л сухой биомассы);

9. Для обеспечения бесперебойного процесса очистки рекомендовано сочетание биологических прудов с прудами накопителями и земельными полями орошения.

В Институте микробиологии АН РУз велись разработки эффективной биотехнологии очистки сточных вод комплексов откорма сельскохозяйственных животных, птицефабрик и лубзаводов путем использования представителя высших водных растений - *Pistia stratiotes* L. – пистии телорезовидной. Цикл полной очистки сточных вод такого состава занимает от 6 до 9 суток. Последующие исследования установили возможность использования обезвреженной биомассы (путем термической обработки, при температуре 110 °С в течение 30 минут) пистии, выращенной на исследованных стоках, в рационе сельскохозяйственных животных и птиц в количестве 10% от концентрированного корма (в

качестве белково-витаминной и минеральной добавки). Установлено, что по содержанию отдельных питательных веществ пистия превосходит многие водные и наземные кормовые растения [V.13].

Попутно были разработаны способы массового культивирования пистии телорезовидной как с целью накопления посадочного материала в лабораторных условиях (круглогодично), так и в бассейнах под открытым небом (летом) на сточных водах птицефабрик. При проведении исследований рассматривались различные варианты выращивания пистии: неразбавленная сточная вода и разбавление чистой водой (1:1 и 1:3). Наиболее эффективный рост отмечен на сточной воде общего коллектора (100%); прирост сырой биомассы в этом варианте достигал 151,5% (303г). При культивировании пистии сточная вода птицефабрик обогащается кислородом, интенсифицируется степень ее очистки от органических, минеральных веществ и патогенных микроорганизмов. По результатам исследования разработан проект очистных сооружений нового типа с круглогодичным действием, позволяющим применять очищенную на нем воду для полива сельскохозяйственных культур, смыва птицеводческих помещений, выращивания товарной рыбы или в полном объеме возвращать ее в открытые водоемы. В климатических условиях Узбекистана биологический метод очистки сточных вод можно эффективно применять до 8-10 месяцев в году, доводя степень их очистки до 90-99% [V.12].

Также имеется опыт изучения отечественными учеными влияния микроводорослей на улучшение экологического состояния почвенных и водных ресурсов зоны Приаралья. Учитывая сложное экологическое состояние зоны, заключающееся не только в нехватке воды, но и в деградации почв и загрязненности коллекторно-дренажных вод, актуальным решением этих проблем, по мнению авторов, можно считать применение биологических способов очистки. Особый интерес здесь представляют протококковые и сине-зеленые водоросли, обладающие не

только высокой урожайностью, но и богатые белками, жирами, углеводами. В вопросе биологической очистки грунтовых и сточных вод авторами рекомендуется применение комбинированной схемы очистки (Схема 1) [VI.11].



Схема 1. Биологическая очистка грунтовых и сточных вод

Рекомендуется комбинированное применение камыша озерного, хлореллы и высших водорослей. По данным авторов камыш и хлорелла могут очистить коллекторную воду от различных ядохимикатов (включая фенол) за 5-12 дней. Химический состав воды также улучшается, исчезает неприятный запах, рН среды становится нейтральным, увеличивается количество растворенного в воде кислорода, БПК₅ снижается с 60,8 мг О₂/л до 13,6 мг О₂/л. Очищенную таким способом воду можно использовать на орошение; это позволяет добиться существенной экономии питьевой воды, расходуемой на полив и получить экологически чистые овоще-бахчевые и технические культуры. Были также проведены исследования относительно использования водорослей в качестве удобрений для

сельскохозяйственных культур. Применение суспензии хлореллы в сочетании с различными видами органических удобрений способствует большему накоплению гумуса в почве в сравнении с контролем или при внесении одних минеральных удобрений. Этот вид удобрений считается биологически безвредным и широко применяется в странах Евросоюза (Чехия, Словакия, Венгрия), в Японии и на Кубе. Опыты показали, что экономическая эффективность применения метода достигает 60 тыс. сум/га [VI.11].

В настоящее время в нашей стране зарубежный опыт прорабатывается в лабораторных условиях. В рамках совместного с Республикой Корея проекта «Разработка технологий снижения засоленности коллекторно-дренажных вод для повторного использования в Республике Узбекистан» [II.1] на общую сумму 650 тысяч долларов США, были осуществлены следующие мероприятия [VI.15]:

- обучение специалистов ТошИТИ «СУВГЕО»,
- поставка целевого оборудования,
- проведение лабораторных исследований.

По предложенной разработке схему очистки составляет сочетание биологических и физико-химических технологий. Биологическая очистка осуществляется высшей водной растительностью в прудах с естественной аэрацией. Она обеспечивает снижение концентрации взвешенных веществ (естественное осветление), а также биогенных элементов (азот и фосфор), хлорорганических соединений (пестицидов, гербицидов) и нефтепродуктов (сорбция на глинистых частицах, а также за счет деятельности перифитона). Для снижения солесодержания использовали метод гальванокоагуляции, основанный на гальваническом эффекте работы элемента «железо-кокс» в минерализованном растворе. Полученные в процессе реализации проекта результаты показывают, что эффективность очистки коллекторно-дренажных вод составляет около 50% от общего солесодержания. Предлагаемая технология позволяет снизить

засоленность коллекторно-дренажных вод, уменьшить вынос солей в окружающую среду, уменьшить расход природных вод на полив за счет использования очищенных коллекторно-дренажных вод [VI.15].

В рамках проекта «Уменьшение минерализации КДВ посредством биологического метода и их широкое применение на орошение» впервые изучен метод биологической деминерализации коллекторно-дренажных вод посредством организации биологических прудов с использованием ряски малой “*Lemna minor*” на примере Бухарского оазиса. Исследования осуществляются в рамках международного проекта при сотрудничестве с Институтом гидрологии и ландшафта г. Лейбниц (Германия) [VI.9].

4. Методика оценки экономической эффективности биологической очистки коллекторно-дренажных вод

Биологический метод деминерализации коллекторно-дренажных вод относится к природоохранным (средозащитным) мероприятиям, для реализации которых предусмотрен определенный размер капитальных вложений. Это условие определяет использование следующих методик при оценке его экономической эффективности [IV.1]:

1. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений;
2. Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в орошение и осушение земель и обводнение пастбищ;
3. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды.

Временная типовая методика позволяет оценить экономическую эффективность мероприятия с помощью показателей общего

экологического и общего социально-экономического результатов [V.3]. Экономическое обоснование затрат на проектирование, строительство и эксплуатацию природоохранного мероприятия осуществляется через определение основных и дополнительных показателей. Основным являются показатели абсолютной и сравнительной экономической эффективности природоохранных затрат, а также чистого экономического эффекта природоохранного мероприятия; дополнительными – показатели экологической и социальной эффективности.

1. **Общая (абсолютная) экономическая эффективность капитальных вложений** в средозащитные мероприятия определяется как частное от деления годового объема полного экономического эффекта за вычетом эксплуатационных расходов на содержание и обслуживание средозащитных объектов на величину капитальных вложений, обеспечивающих этот результат. Расчет проводится по формуле [V.3]:

$$\mathcal{E} = \frac{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \mathcal{E}_{ij}) - C}{K} \quad (4.1)$$

где, \mathcal{E}_{ij} - полный экономический эффект i -го года ($i=1,2,3\dots n$) от предотвращения (уменьшения) потерь на j -м объекте ($j=1,2,3\dots m$), находящемся в зоне улучшения состояния окружающей среды;

C – годовые эксплуатационные расходы на обслуживание и содержание основных фондов средозащитного назначения, вызвавших полный экономический эффект;

K – капитальные вложения в строительство этих фондов.

2. Для выбора наиболее эффективного природоохранного мероприятия определяется **показатель сравнительной экономической эффективности** – минимум совокупных эксплуатационных расходов и капитальных вложений, приведенных к годовой размерности с учетом фактора времени, определяющийся по формуле [V.3]:

$$Z = C + E_H * K, \quad (4.2)$$

где, E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений средозащитного назначения ($E_n=0,12$)

3. Величину **чистого экономического эффекта средозащитных мероприятий (R)** определяют сопоставлением достигаемого благодаря этим мероприятиям экономического результата (P) с затратами на них (З) [V.3]:

$$R = (P - З) \rightarrow \max \quad (4.3)$$

4. **Экономический результат (P)** одноцелевого средозащитного мероприятия выражается в величине предотвращенного им годового экономического ущерба от загрязнений среды (П), а для многоцелевых средозащитных мероприятий – в сумме указанной величины (П) и годового прироста дохода (дополнительного дохода) от улучшения производственных результатов деятельности предприятия или группы предприятий (ΔД), т.е. [V.3]:

$$P = П + \Delta Д, \quad (4.4)$$

5. **Величина предотвращенного экономического ущерба от загрязнения среды (П)** выражается разностью между расчетными величинами ущерба, который имел место до осуществления рассматриваемого мероприятия (Y_1), и остаточного ущерба после проведения этого мероприятия (Y_2) [V.3]:

$$П = Y_1 - Y_2, \quad (4.5)$$

6. **Экономическая оценка ущерба У** (тыс. сум/год) от сброса загрязняющих примесей в k -й водохозяйственный участок определяется по формуле [V.3]:

$$У = \gamma * \sigma_k M, \quad (4.6)$$

где, $У$ – оценка ущерба, тыс. сум/год

γ - множитель, числовое значение которого равно 400 сум/усл.т.

σ_k - константа, имеющая разное значение для различных водохозяйственных участков (безразмерная),

M – приведенная масса годового сброса примесей данным источником в k -й водохозяйственный участок (усл.т/год).

Значение величины M определяется по формуле [V.3]:

$$M = \sum_{i=1}^N A_i m_i, \quad (4.7)$$

где, $\sum A_i m_i$ - приведенная масса предотвращенного годового сброса загрязняющих веществ, г/м³;

i – номер сбрасываемой примеси;

N – общее число примесей, сбрасываемых оцениваемым источником;

m_i – масса предотвращенного годового сброса i -го загрязняющего вещества, т/год;

A_i – показатель относительной опасности сброса i -го загрязняющего вещества в водоемы, г/м³.

$$A_i = \frac{1(\text{г} / \text{м}^3)}{\text{ПДК}_{\text{р/ч}}(\text{г} / \text{м}^3)} \frac{\text{усл.т.}}{t} \quad (4.8)$$

где, $\text{ПДК}_{\text{р/ч}}$ – предельно допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества в воде водных источниках, используемых для хозяйственных, питьевых и других нужд.

7. Экологическая эффективность средозащитных мероприятий определяется путем отнесения величин экологических результатов к вызвавшим их затратам и выражается следующими отношениями:

а) отношение показателя снижения отрицательного воздействия хозяйственной и другой деятельности на окружающую среду к величине вызвавших его затрат [V.3]:

$$\mathcal{E}_B = \frac{\Delta B}{Z}, \quad (4.9)$$

где, ΔB – показатель снижения отрицательного воздействия на окружающую среду

б) отношение показателя улучшения состояния окружающей среды региона к величине вызвавших его затрат [V.3]:

$$\mathcal{E}_{\bar{B}} = \frac{\Delta \bar{B}}{3}, \quad (4.10)$$

где, $\Delta \bar{B}$ - показатель, характеризующий улучшение состояния окружающей среды в регионе

8. Социальная эффективность средозащитных затрат измеряется отношением натуральных показателей, выражающих социальный результат, к затратам, требующимся для его достижения.

Экономический ущерб, причиняемый народному хозяйству загрязнением окружающей среды (экономический ущерб от загрязнения окружающей среды) – это сумма затрат на предупреждение воздействия загрязненной среды на реципиентов (население, объекты ЖКХ, сельскохозяйственные угодья, животные и растения и т.д.) и затрат, вызываемых последствиями воздействия на них загрязненной среды.

Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений предусматривает коэффициент рентабельности капитальных вложений K_p и срок окупаемости $T_{ок}$ этих затрат в качестве показателей общей эффективности комплексного водоохранного и мелиоративного мероприятия [VII.4]:

$$K_p = \frac{(ЧП + \mathcal{E})}{K}, \quad (4.11)$$

$$T_{ок} = \frac{K}{(ЧП + \mathcal{E})}, \quad (4.12)$$

где, K – капитальные вложения на строительство всего комплекса сооружений, необходимых для подготовки и использования сточных вод, сум;

$ЧП$ – прирост годового объема чистой продукции в сельскохозяйственном производстве от осуществления мероприятия, сум;

\mathcal{E} – размер предотвращенного экономического ущерба в результате очистки сточных вод при орошении, сум.

Процесс полной очистки с использованием биологического метода, не является одномоментным, а протяжен во времени (т.е. эксплуатационные

расходы и капитальные вложения изменяются), поэтому приведенные затраты на начало расчётного периода определяются по формуле [VII.4]:

$$\sum_{t=1}^T = (K_n + K_{dt} - C_{it}) / (1 + E_n)^t \rightarrow \min \quad (4.13)$$

где: K_n — первоначальные капитальные вложения в средозащитные мероприятия;

K_{dt} — дополнительные капитальные вложения, необходимые для обеспечения нормальной работы средозащитных объектов в t -й год их эксплуатации ($t = 1, 2, 3 \dots T$);

C_{it} — текущие затраты t -го года на эксплуатацию и содержание основных фондов;

E_n — нормативный коэффициент приведения разновременных затрат.

Инструкция (методика) по определению экономической эффективности капитальных вложений в орошение и осушение земель, и обводнение пастбищ отражает принципиальные методические положения определения экономической эффективности мелиорации [V.4]. Эффект мелиорации определяется по эффекту сельскохозяйственного производства на мелиорированных землях: для народного хозяйства – по произведенному национальному доходу, т.е. с учетом доли налога с оборота, относимой на продукцию с мелиорированных земель; для сельскохозяйственных предприятий только по результатам хозяйственной деятельности.

Существует также методика расчётов потери (прибавки урожая) сельскохозяйственных культур в увязке с объёмом дополнительных водных ресурсов от проекта, уровнем покрытия дефицита в существующих условиях по культурам в зависимости от режима орошения, гидромодульного районирования (числа требуемых поливов по культурам), в том числе дополнительных существующих условий [VI.20, VII.5]. Согласно этой методике, прежде всего, оцениваются сельскохозяйственные выгоды, включающие:

1. Расчёт урожайности сельскохозяйственных культур по годам перспективы «без проекта» и «с проектом»;
2. Расчет стоимости сельскохозяйственной продукции «без проекта» и «с проектом»;
3. Калькуляция затрат на производство сельскохозяйственной продукции;
4. Расчёт прибыли хозяйств.

Бюджетные выгоды рассчитываются на основе определения поступлений в бюджет налогов и других платежей, а так же доходов от экспорта хлопка-волокна «без проекта» и «с проектом».

Оценка экономической эффективности проекта производится на основании расчётов основных показателей экономической эффективности проекта и анализе их финансовой чувствительности.

Принимая во внимание, что обсуждавшиеся выше материалы разрабатывались и применялись в последние 20 лет XX века, их использование возможно с учетом соответствующих дополнений.

С экономической точки зрения представляется целесообразным использование уже существующих водоемов (пруды, коллекторы, дренажные каналы). Инвентаризация химического состава КДВ послужит основой для выбора метода очистки, заселения водными микро- и макрофитами соответствующих участков (водоемов) линии очистки, организации скорости водного потока и контроля параметров процесса очистки.

Выводы по Главе I

В исследованиях отечественных ученых решаются вопросы очистки промышленных и хозяйственно-бытовых стоков (технико-экономические характеристики сооружений, способы оптимизации процессов очистки и т.д.). Очистка КДВ биологическими методами остается малоизученной. Однако в последние годы в Республике начата реализация проектов, имеющих целью повторное использование КДВ, таких как «Разработка технологий снижения засоленности коллекторно-дренажных вод для повторного использования в Республике Узбекистан» (совместно с Республикой Корея) и «Уменьшение минерализации КДВ посредством биологического метода и их широкое применение на орошение» (совместно с Германией).

За рубежом подобные исследования ведутся в основном в таких различных регионах РФ и Туркменистане, а также Иордании, Египте, США, Германии, Бангладеше. Опубликованные материалы представляют возможность сравнительного анализа эффективности использования биологических прудов для очистки и доочистки не только хозяйственно-бытовых и промышленных, но и сельскохозяйственных стоков, а также преимуществ применения *Lemna minor* для удаления различных загрязнений. Для обоснования рекомендаций по применению изучаемого метода на основе отечественного и зарубежного метода считаем целесообразным изучить природно-климатические условия объекта исследования и современное состояние использования КДВ.

Глава II. Современное состояние использования коллекторно-дренажных вод в Бухарском оазисе

1. Характеристика современного состояния природно-климатических условий Бухарского оазиса

Бухарская область расположена между двумя большими пустынями Центрально-Азиатский Кызылкум и Каракум и входит в зону субтропиков. С севера и северо-восточной стороны граничит с Навоийской областью, с востока – с Кашкадарьей и Туркменистаном. Бухарский оазис, начинаясь от Хазаринской теснины, занимает равнину, представляющую первую субаэральную дельту, делящуюся в продольном профиле на 3 части: конус выноса, центральную часть и периферию. Поверхность ее плоская, слабонаклонная на юго-запад. Бухарский оазис включает в себя 7 районов (рис.): Бухоро, Когон, Гиждувон, Шофиркон, Вобкент, Ромитан и Пешку общей площадью 176 тыс. га [V.1, VI.1, 2, 9].



Рисунок. Карта Бухарской области

По занимаемой площади Бухарская область находится на 5 месте в Республике и делится на 11 административных районов. Общая площадь области – 4,2 млн га, из них:

- орошаемая площадь – 0,27 млн. га;
- луга – 2,67 млн. га;
- залежи – 1,24 млн. га.

Климат в области континентальный, температура воздуха в течение года резко меняется, лето сухое и жаркое, зима – краткосрочная, число дней с минусовыми температурами и атмосферные осадки незначительные.

В связи с тем, что с первой половины марта температура не опускается ниже +5 °С, начинается развитие некоторых сельскохозяйственных культур (фруктовые деревья, зерновые, люцерна). Средняя температура весной +10 °С, что создает благоприятные условия для выращивания теплолюбивых и технических культур. По многолетним данным период без заморозков длится 209-214 дней в году, среднегодовая температура +15 °С. Самый жаркий месяц – июль, температура в этом месяце доходит до +44 до +45 °С. Самые холодные дни – в январе, средняя температура -1,5 – 0,4 °С. Иногда (1969, 1976, 1984, 2007 годы) промерзание глубоких слоев почвы ограничивает проведение агротехнических мероприятий [VI.1, 2, 9].

Среднемесячная температура вегетационного периода составляет +25 °С, относительная влажность воздуха – 51-53 %.

Высокая температура воздуха и сухость приводят к увеличенному испарению воды. В течение года испарение с поверхности воды больше 2000 мм. В 2011 г. этот показатель был равен 1700 мм.

Среднегодовые осадки в области в основном выпадают в зимне-весенние месяцы и не превышают 123-143 мм (60% осадков приходится на январь-апрель). Относительная влажность воздуха зимой бывает низкой, снежный покров держится на поверхности земли до 8-10 дней. В результате испарения в это время осадки увеличиваются в 2,5-4 раза. Таким образом, в рассматриваемых условиях земледелие возможно только с использованием орошения. В настоящее время сумма положительных

температур воздуха колеблется от 4700 до 4800 °С, хотя эффективная температура составляет 2600-2700 °С.

Характерная особенность области – ветра (гармсель), постоянно (348 дней в году) дующие главным образом в южном или юго-западном направлении. Их скорость может достигать 18-20 м/с (72 км/ч). Безветренных дней в году всего лишь 16-17. Сухие теплые ветра в основном веют в июне, июле и августе, именно во время сбора урожая.

Средние многолетние климатические показатели Бухарской области суммированы в Таблице 2.

Основной источник воды для Бухарской области – река Амударья, потребности в оросительной воде покрываются из I – II очереди Аму-Бухарского и Аму-Каракульского каналов. Кроме этого водохранилища Куйи-Мозор, Тадакул и Шуркул также являются источниками воды. В весенний период также используют воду реки Зарафшан.

Состав гидрографической сети области дополняют оросительные сооружения и дренажная сеть. Основными мелиоративными сооружениями Бухарского оазиса являются «Марказий-Бухара», «Шимолий», «Пареллед-Денгизкул».

Рассмотрим основные источники и количество забранной из них воды по Бухарскому оазису за 2009-2012 гг. (диаг. 1, прилож. 1) [VI.1, 2].

Диаграмма 1 позволяет заключить, что основным источником забора воды в оазисе служат реки, обеспечивающие 94,4% или 2706,15 млн. м³ воды. А самое малое количество воды забирают из вертикального дренажа – 26,61 млн. м³ воды или 0,93%.

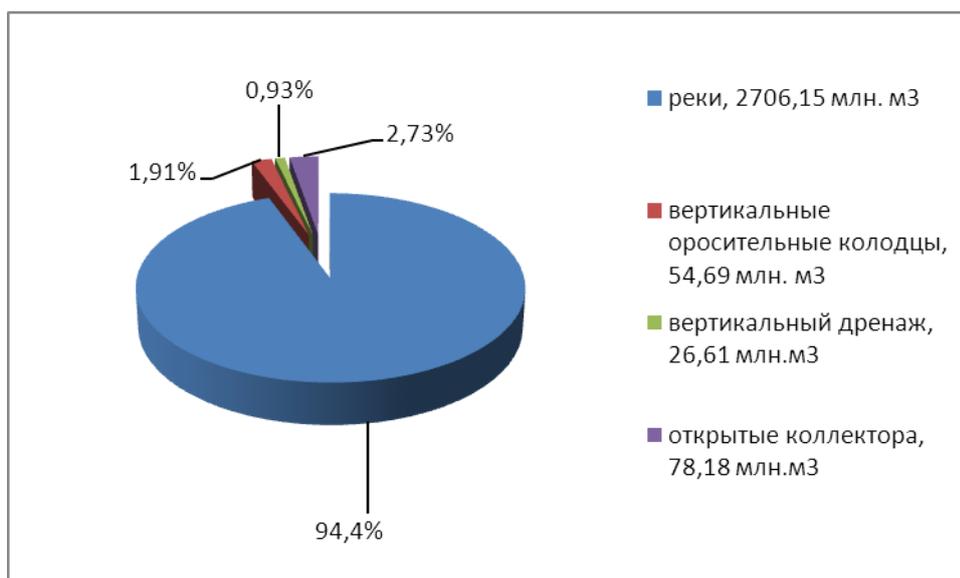
Таблица 2

Климатические показатели Бухарской области (среднее многолетнее)*

Показатели	Месяцы												Среднегодовое значение
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Температура воздуха (среднесуточная), °С	0,6	3	8,8	15,2	23,2	27,6	29,6	27,6	22	14,2	7,4	1,8	15,1
Температура воздуха (максимальная), °С	21	28	35	37	42	44	45	43	40	36	31	23	45
Относительная влажность воздуха, %	74	65	50	39	36	31	25	30	32	52	71	77	48,5
Дефицитная влажность, мм	2,1	3,1	7,5	16,2	22,5	30	33,9	30,2	20,6	10,2	2,9	1,4	15,05
Атмосферные осадки, мм	28	18	25	20	9	2	0	0	0	3	10	18	125

*По данным метеостанции «Бухара»

Диаграмма 1. Источники и количество забранной из них воды по Бухарскому оазису за 2009-2012 гг.



Грунтовые воды расположены близко (0,5-3,0 м); это приводит к постоянному увлажнению почвы и, как следствие, к засолению ее верхних слоев. Уровень засоления почвы меняется в течение года: весной понижается из-за дождей и мероприятий по промывке, летом повышается из-за испарения вследствие повышения температуры воздуха.

На орошаемых площадях среднегодовой уровень грунтовых вод составил 2,43-2,60 м; его значения по районам иллюстрирует Таблица 3 [VI.9].

Таблица 3

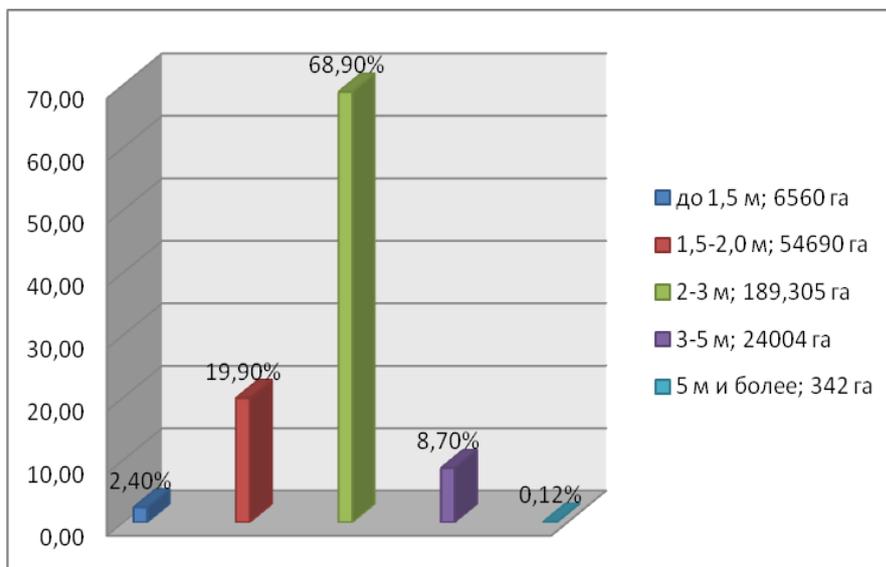
Среднегодовой уровень грунтовых вод по районам Бухарской области

Районы		Среднегодовой уровень грунтовых вод, м
1	2	3
Верхние	Гиждуван, Шофиркон, Вобкент, Пешку	2,65-2,80
Средние	Бухара, Ромитан, Когон	2,46-2,70
Нижние	Олой, Каракуль, Жондор	2,18-2,30

Самый высокий уровень грунтовых вод отмечается в августе, самый низкий – в декабре. Годовая амплитуда изменения составляет 0,04 м.

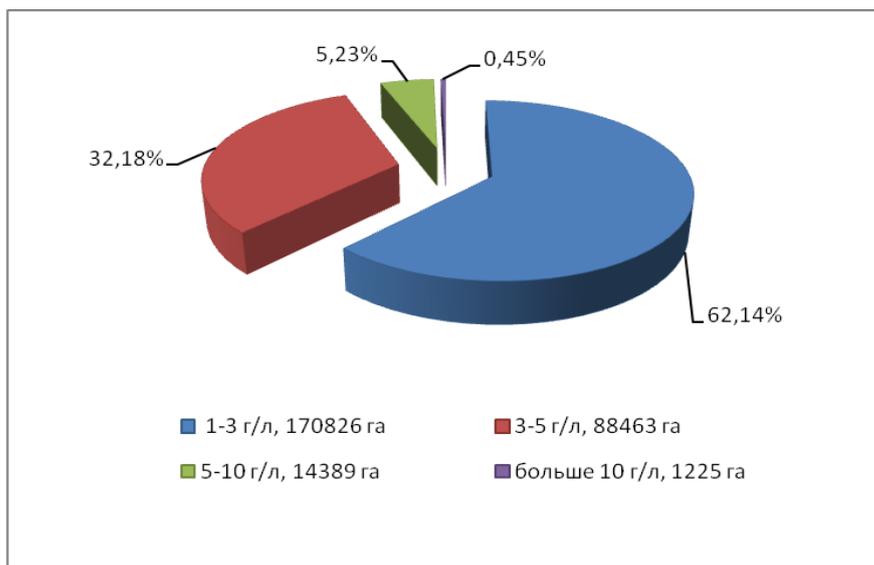
Разделение площадей Бухарской области по уровню грунтовых вод и степень их засоления в 2012 г. проанализированы в Диаграммах 2 и 3 [VI.9].

Диаграмма 2. Разделение орошаемых площадей Бухарской области по уровню грунтовых вод в 2012 г.



Из данных Диаграммы 2 видно, что в 2012 г. на основной части орошаемой площади уровень залегания грунтовых вод составлял 2-3 м. Меньше всего площадей – 0,12% характеризуются глубоким залеганием грунтовых вод (5 м и более).

Диаграмма 3. Засоление грунтовых вод на орошаемой площади Бухарской области в 2012 г.



Из данных, приведенных в Диаграмме 3 видно, что на большей части орошаемой площади (62,14%) грунтовые воды слабозасоленные. Сильно засоленные грунтовые воды расположены на территории 1225 га или 0,45% от орошаемой площади.

Проанализировать динамику расположения на орошаемой площади грунтовых вод, а также изменение их уровня за 5 лет позволяют данные Диаграмм 4 и 5 [VI.9].

Диаграмма 4. Динамика расположения грунтовых вод на орошаемой площади Бухарской области за 2008-2012 гг.

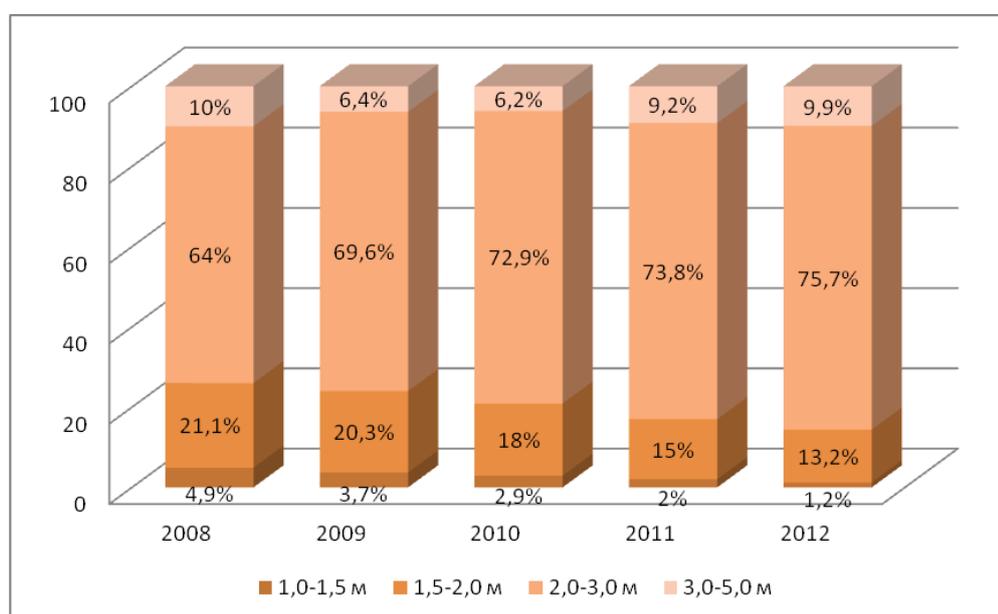
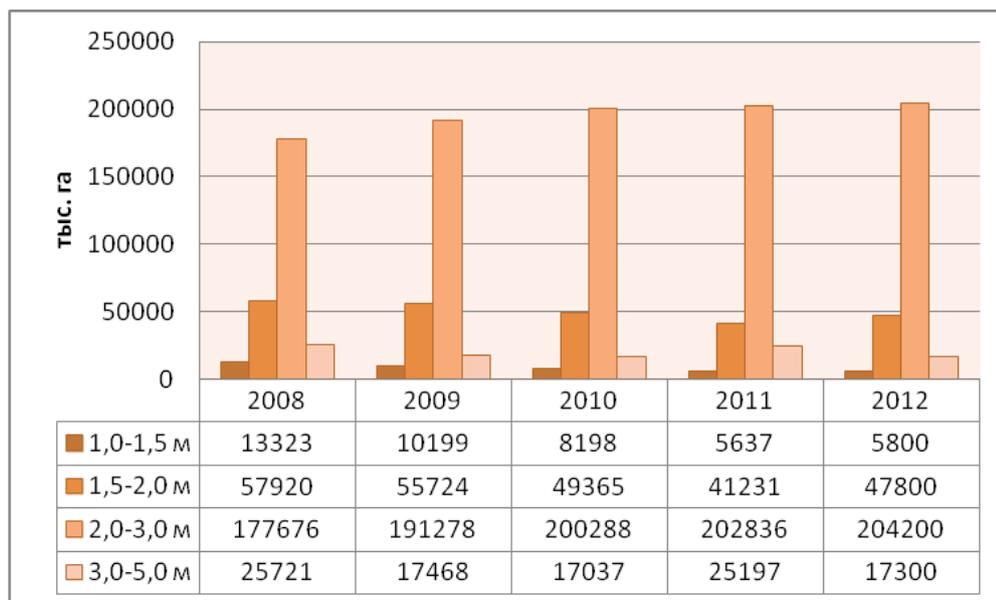


Диаграмма 4 позволяет заключить, что близко расположенные грунтовые воды (1,0-1,5 и 1,5-2,0 м) имеют тенденцию к уменьшению занимаемой площади, а воды, расположенные на глубине 2,0-3,0 м, наоборот, тенденцию к увеличению на протяжении анализируемых лет. Воды, залегающие на глубине 3,0-5,0 м, снижают занимаемую площадь к 2010 г., а затем восстанавливают ее почти до исходного уровня в 2008 г.

Диаграмма 5 характеризует динамику изменения уровня грунтовых вод и показывает, что близко расположенные грунтовые воды (1,0-1,5 и 1,5-2,0 м) имеют тенденцию к снижению занимаемой территории орошаемых площадей, а воды, расположенные на глубине 2,0-3,0 м, наоборот, тенденцию к ее увеличению. Только воды, расположенные на

глубине 3,0-5,0 м, изменяют занимаемую площадь на протяжении всех рассматриваемых лет: наблюдается ее снижение к 2010 г., затем восстановление почти до исходного уровня 2011 г. и далее снижение до среднего значения 2009 - 2010 гг.

Диаграмма 5. Динамика уровня грунтовых вод на орошаемых площадях Бухарской области за 2008-2012 гг.



В области орошаемая площадь составляет 274,9 тыс. га, а посевная – 246 тыс. га. Орошаемые земли расположены в Южном Кызылкуме и размещаются между берегами реки Зарафшан и долинами Бухара и Каракуль.

Орошаемые площади находятся в трех различающихся почвенных зонах.

Почвы пустынной зоны, состоящие из аллювиальных, такырных и пустынных почв, орошаются с древних времен. Механический состав почв – песчаные, супесчаные и суглинки. 36,2-74% орошаемых площадей Бухарской области состоят из средних суглинков, остальная часть – супеси и легкие суглинки. Территории с тяжелыми почвами по механическому составу составляют 8,0-28,8% и расположены в областях Когон и Вобкент,

остальные 3,0-12,25% - легкие суглинки, в основном расположены в областях Жондор и Шофиркон [VI.9].

Механический состав почв Бухарской области утяжеляется сверху вниз и коррелирует уровнем грунтовых вод. В Каракульском оазисе большую часть почв составляют легкие суглинки, 25% которых состоят из схожих по строению слоев, их глубина составляет 0-100, 0-150 см. Почвы серого оттенка состоят из одинаковых по строению слоев, а почвы, расположенные в пустынной зоне – из нескольких.

Постоянная увлажненность пастбищно-аллювиальных почв приводит к их засолению. С агрохимической точки зрения содержание гумуса в орошаемых землях очень низкое. В слое вспашки его содержание составляет 0,8-1,4%, азота - 0,06-0,12%, общего фосфора – 0,1-0,18%.

Орошаемые земли используют в основном для выращивания хлопка, пшеницы, фруктов и других культур. Несмотря на то, что потребность в сельскохозяйственной продукции растет, возможность увеличения посевных площадей области ограничена. Основная причина – высокая стоимость доставки воды из-за подачи ее насосами.

Все вышеуказанные климатические условия: сухое, жаркое лето, незначительные атмосферные осадки, близко расположенные грунтовые воды приводят к повторному засолению по причине увеличения испарения транспирируемой воды.

Перейдем к анализу засоления почв. Анализ мелиоративного состояния земель Бухарской области показывает, что из 274,9 тыс. га орошаемых земель 238,2 тыс. га или 86,6% орошаемых земель засолены в разной степени. На основе графического материала рассмотрим и проанализируем количество засоленных площадей Бухарского оазиса, динамику вносимых и удаляемых солей на орошаемой площади, изменение сильнозасоленных и незасоленных площадей области, а также динамику уровня засоления орошаемых площадей за несколько лет (график, диаг. 6,7,8 и 9, прилож. 2,3) [VI.1, 2, 9].

График. Динамика вносимых и удаляемых солей на орошаемой площади Бухарского оазиса за 2009-2012 гг.

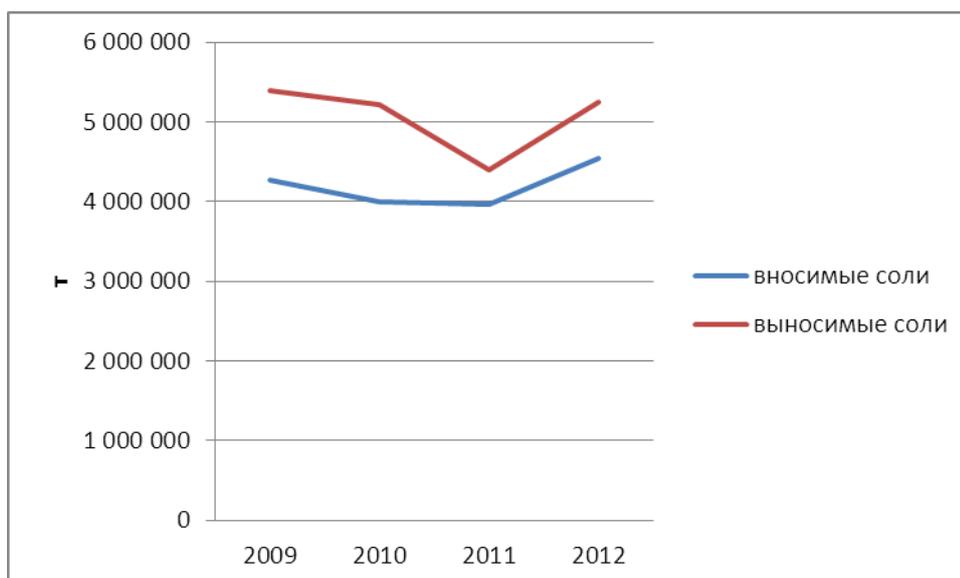


График показывает, что на протяжении анализируемых лет количество выносимых солей превышает количество вносимых. Однако эти показатели отличаются по районам оазиса (прилож. 2).

Диаграмма 6. Динамика уровня засоления орошаемых земель Бухарского оазиса за 2009-2012 гг.

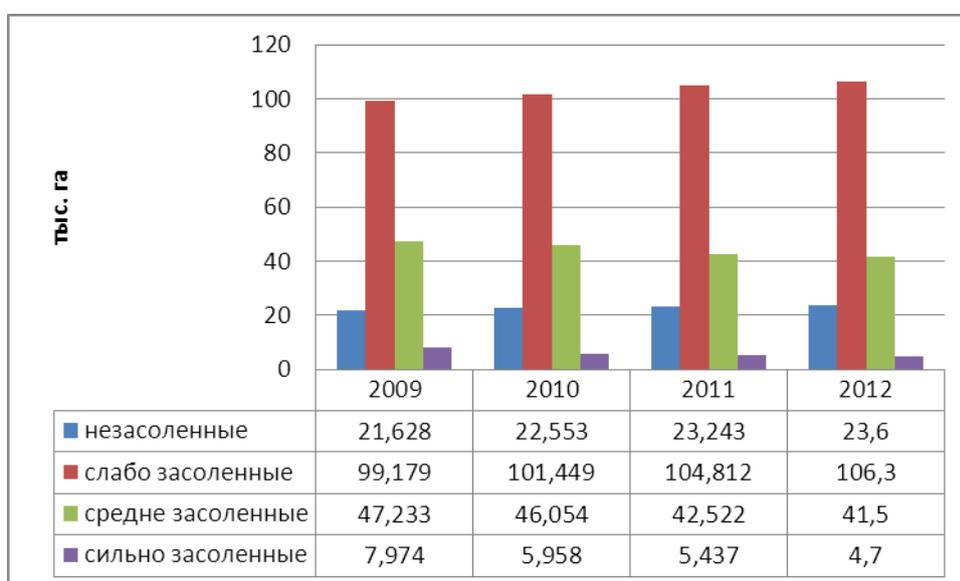


Диаграмма 6 позволяет сделать вывод, что на протяжении 4 последних лет наблюдается устойчивый рост незасоленных и слабо засоленных площадей и снижение размеров сильно и средне засоленных земель. Это говорит о рациональном ведении сельского хозяйства и

проведении необходимых для поддержания благоприятного мелиоративного состояния мероприятий.

Диаграмма 7. Динамика сильно засоленных площадей Бухарской области за 2007-2011 гг.

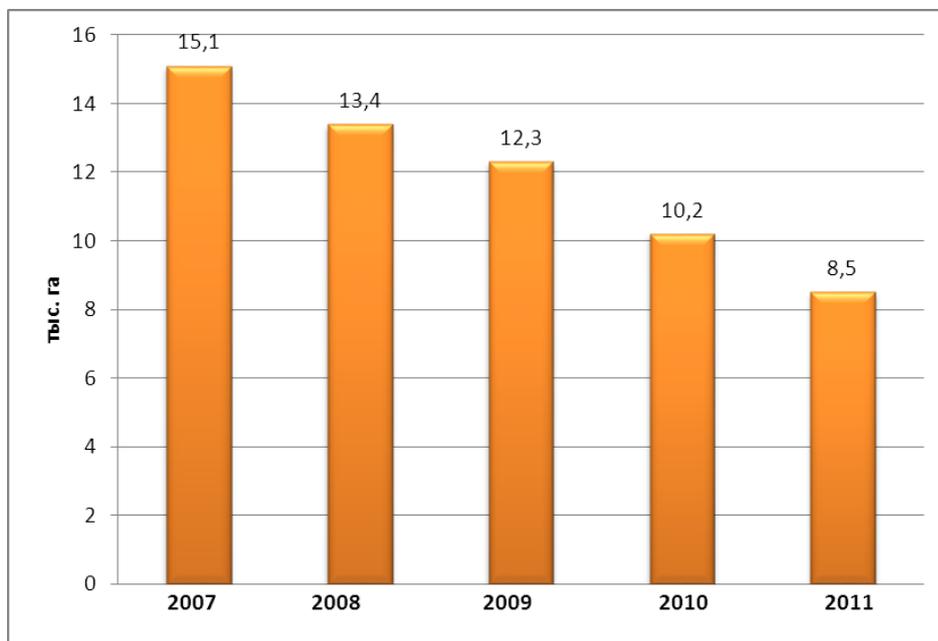
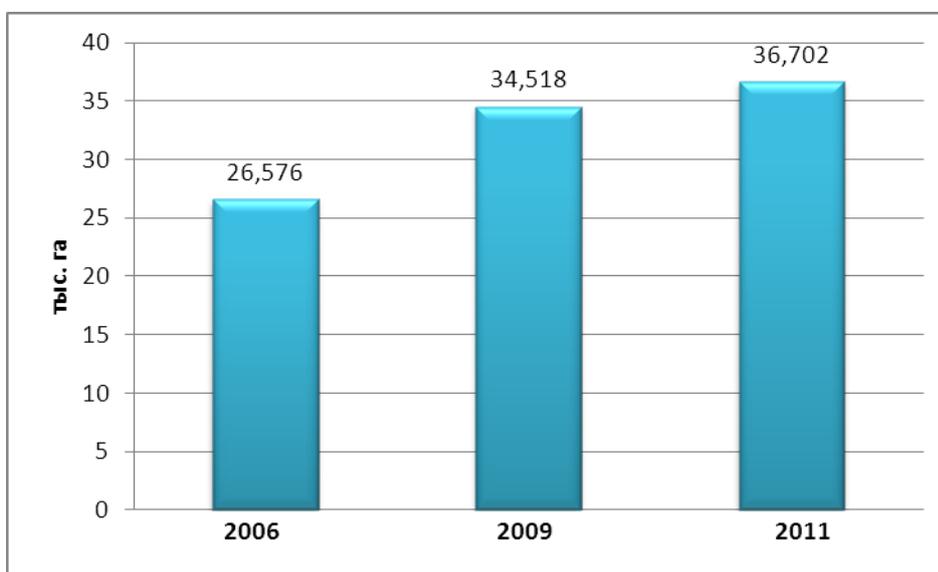


Диаграмма 8. Увеличение незасоленных площадей в Бухарской области за 2006, 2009 и 2011 гг.



Диаграммы 7 и 8 позволяют заключить, что благодаря проводимым в области мелиоративным мероприятиям площади сильно засоленных земель снижаются, а незасоленных увеличиваются на протяжении анализируемого отрезка времени.

По данным Аму-Бухарского БУИС орошаемая площадь области составляет 274903 га. 6876 га существующих земель отведены для мелиоративного строительства. Повторное восстановление пришедших в негодность земель предусмотрено финансировать из Республиканского Бюджета. Для поддержания оптимального мелиоративного состояния посевных площадей эксплуатируется коллекторно-дренажная сеть (КДС) общей длиной 7888,1 км, удельная длина на 1 га площади составляет 28,69 п/м. Согласно рекомендациям ОАО «Узсувлойдиха» этот показатель должен составлять 35-40 п/м, т.е. для Бухарской области этот показатель равен 74% от рекомендуемого [VI.9].

Для анализа мелиоративного состояния орошаемых площадей Бухарского оазиса рассмотрим его в динамике за 2009-2011 гг. (диаг. 9, прилож. 4) [VI.1, 2].

Диаграмма 9. Динамика мелиоративного состояния орошаемых земель за 2009-2012 гг.

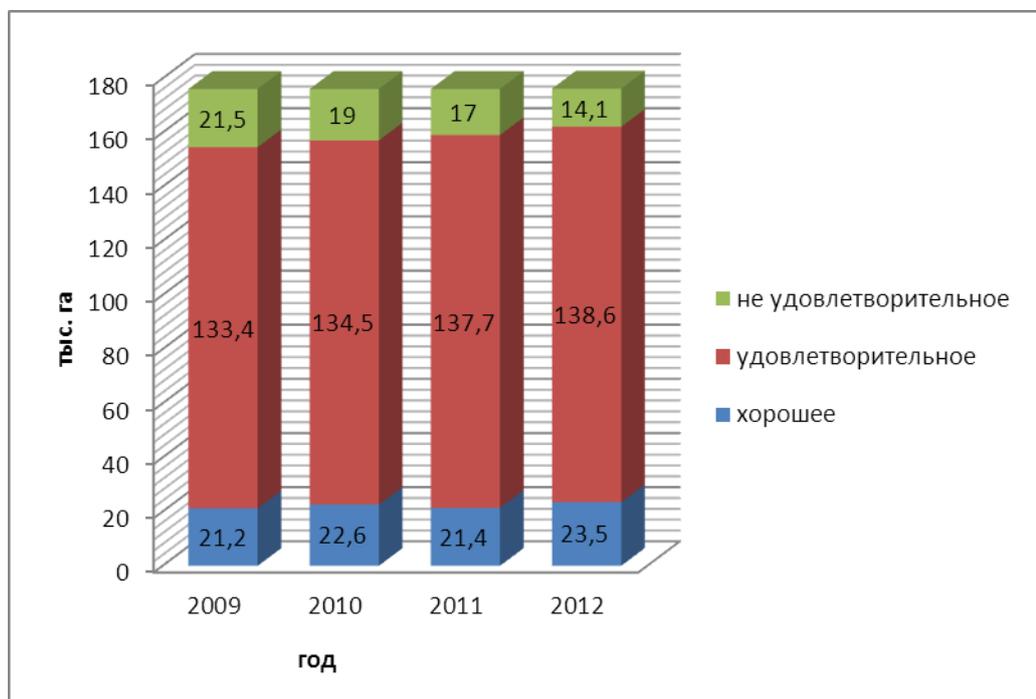


Диаграмма 9 свидетельствует, что, несмотря на комплекс климатических условий региона (сухое и жаркое лето, незначительные атмосферные осадки, близко расположенные грунтовые воды)

наблюдается увеличение площадей земель с удовлетворительным и хорошим мелиоративным состоянием.

2. Современное состояние использования КДВ в Бухарском оазисе

Общая длина мелиоративных сетей составляет 7888,1 км. Из них магистральные и межхозяйственные коллектора – 2834,8 км, АВП – 4052,2 км, закрытый дренаж – 1001,1 км. На землях с повышенным уровнем подземных напорных вод имеются 612 мелиоративных колодцев.

По состоянию на 2012 г. на 1 га орошаемой площади в оазисе приходится 22,3 п.м КДС, на землях, оснащенных дренажем – 28,0 п.м. Самая большая плотность КДС в районе Когон – 43,36 п.м/га. Относительно мало КДС в районах Гиждувон – 22,75 п.м/га и Вобкент – 17,07 п.м/га (табл. 4) [VI.1, 2, 9]

Эффективность эксплуатации КДС на орошаемых площадях Бухарского оазиса оценивали на основе анализа следующих показателей:

- общий сток коллекторов,
- сток с 1 га площади,
- модуль коллекторного течения.

Наблюдается превышение проектного стока КДС. Так, по области средний дренажный сток по отношению к забору воды в 1997 г. составлял 41%, в 1998 г. – 58%, 1999 и 2002 гг. – 53% или с каждого гектара земли сбрасывалось 6530-7680 м³ воды через КДС.

Превышение проектного количества стока коллекторов приводит к нарушению уклона по длине канала и принятого уклона поперечного сечения. Вследствие этого берега КДС размываются и покрываются различной растительностью, что в совокупности снижает эффективность их эксплуатации. Наиболее масштабные очистные и ремонтно-восстановительные работы требуются в районах Каракуль, Олой и Бухара.

Таблица 4

Оснащенность орошаемой площади Бухарского оазиса КДС за 2009-2012 гг.

№	Год	Орошаемая площадь, тыс. га	Площадь, оснащенная КДС, тыс. га	Из них:			Длина КДС, п.м.	
				Вертикаль- ный дренаж	Закрытый дренаж	Открытые коллек- тора	на орошаемую площадь	на площадь, оснащенную КДС
	2	3	4	5	6	7	8	9
Бухоро								
1	2009	30,511	28,37	6,41	1,5	20,46	26,79	28,81
	2010	30,511	28,37	6,41	1,5	20,46	26,79	28,81
	2011	30,511	28,42	6,46	1,5	20,46	26,79	28,76
	2012	30,32	28,5	6,46	1,58	20,46	26,98	28,7
Вобкент								
2	2009	21,536	14,64	8,5		6,14	11,64	17,12
	2010	21,536	14,64	8,5		6,14	11,64	17,12
	2011	21,536	14,92	8,6		6,32	11,9	17,18
	2012	21,54	14,8	8,6		6,2	11,73	17,07
Когон								
3	2009	18,575	17,3	7,65	2,3	7,35	36,58	40,1
	2010	18,575	17,3	7,65	2,3	7,35	37,96	40,76
	2011	18,575	17,47	7,65	2,3	7,52	39,95	42,48
	2012	18,85	17,51	7,65	2,3	7,56	40,29	43,36
Гиждувон								
4	2009	27,068	15,88	5,0		10,88	12,87	21,93
	2010	27,068	15,88	5,0		10,88	12,87	21,93
	2011	27,068	15,94	5,1		10,88	12,87	21,85

<i>Продолжение Таблицы 4</i>								
	2	3	4	5	6	7	8	9
	2012	27,07	15,96	5,06		10,9	13,31	22,57
Шофиркон								
5	2009	28,401	22,96	7,75	0,5	14,71	18,92	23,4
	2010	28,401	22,96	7,75	0,5	14,71	18,92	23,4
	2011	28,401	23,16	7,95	0,5	14,71	19,9	24,41
	2012	28,4	24,91	8,06	0,5	16,35	20,3	23,14
Пешку								
6	2009	22,665	13,8	3,2	1,0	9,6	19,04	30,86
	2010	22,665	13,8	3,2	1,0	9,6	19,04	31,28
	2011	22,665	14,35	3,75	1,0	9,6	19,04	30,08
	2012	22,76	14,79	3,75	1,44	9,6	19,06	29,33
Ромитан								
7	2009	27,258	22,7	2,4	1,8	18,5	27,19	32,62
	2010	27,258	22,83	2,53	1,8	18,5	27,19	32,65
	2011	27,258	22,83	2,53	1,8	18,5	27,33	32,63
	2012	27,24	22,39	2,53	2	17,86	27,91	32,51
Итого по Бухарскому оазису								
8	2009	176,0	135,7	40,9	7,1	87,6	21,9	27,8
	2010	176,0	135,8	41,0	7,1	87,6	22,1	28,0
	2011	176,0	137,1	42,0	7,1	88,0	22,5	28,2
	2012	176,2	138,9	42,1	7,8	88,9	22,8	28,1

По современному состоянию и рабочей активности КДС можно сделать следующие выводы:

1. Имеющаяся КДС оснащена в достаточной степени межхозяйственными и внутрихозяйственными сетями для сохранения благоприятного мелиоративного состояния орошаемых земель;

2. Все имеющиеся КДС в разной степени нуждаются в проведении очистных и ремонтно-восстановительных мероприятий. Эти мероприятия в первую очередь должны проводиться на землях с неблагоприятным мелиоративным состоянием;

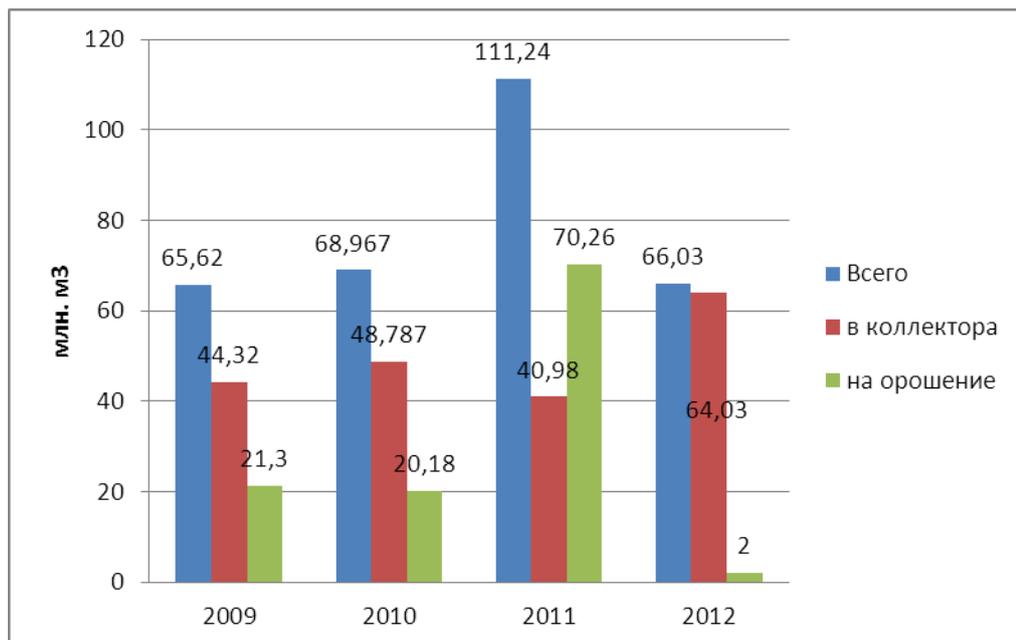
3. Из-за существенной разницы (40-53%) между забором воды на орошение, промывку солей и сбросом воды в КДС, а также существенного влияния КДС на глубину грунтовых вод, требуется провести научно-исследовательские работы для выявления причин такой разницы и выработки обоснованных мер по ее устранению.

По состоянию на 2012 год в пределах оазиса к системам вертикального дренажа (СВД) подвешены 42 тыс. га земель, общее количество колодцев равно 599 шт. Самое большое распространение они получили в Бухарском (128 шт.), Каганском (109 шт.), Шафирканском (107 шт) районах. Рассмотрим объем откачиваемых вод и их отведение за 2009-2012 гг. (диаг. 10; прилож. 5) [VI.1, 2].

Диаграмма 10 позволяет заключить, что объем вод, откачиваемых посредством СВД, увеличивается на протяжении рассматриваемых лет. Большая часть откачиваемых вод сбрасывается в коллектора – примерно 63%, остальная часть используется на орошение в смеси с поверхностной водой.

Минерализация воды (измеренная по плотному остатку) различна по годам и по районам Бухарского оазиса: по состоянию на 2012 г. самая высокая минерализация КДВ в районах Вобкент (4,45 г/л), Ромитан (3,39 г/л), Шифиркон (3,85 г/л), Гиждувон (3,72 г/л); самая низкая – в районе Бухоро (3,21 /л).

Диаграмма 10. Отведение вод через СВД за 2009-2012 гг.



Перейдем к анализу образующегося объема КДВ и его использованию (диаг. 11, 12; прилож. 6,7) [VI.1, 2].

Диаграмма 11. Объем образующихся КДВ по Бухарскому оазису за 2009-2012 гг.

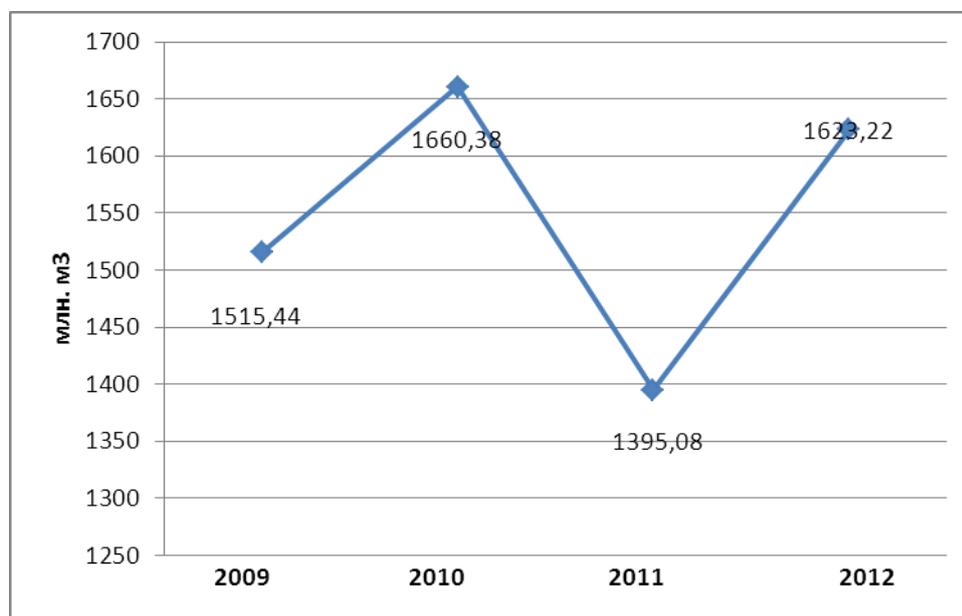
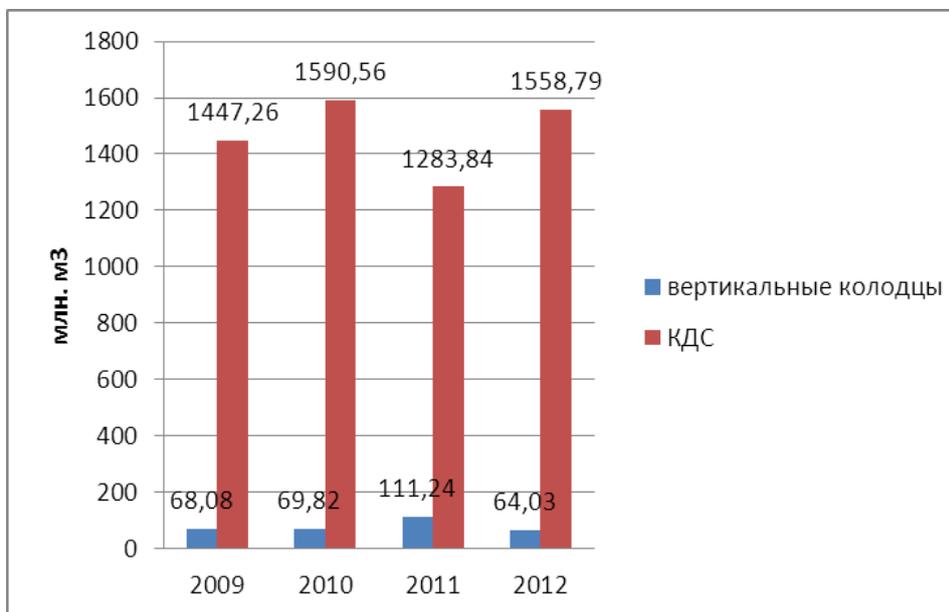


Диаграмма 11 позволяет заключить, что в 2011 г. происходит резкое снижение объема образующихся КДВ по сравнению с рассматриваемыми годами; а к 2012 г. объем КДВ становится равным значению 2010 г.

Диаграмма 12 свидетельствует о том, что основным источником водовыпуска КДВ является КДС, на ее долю приходится примерно 95% и только 5% КДВ отводится с помощью вертикальных колодцев.

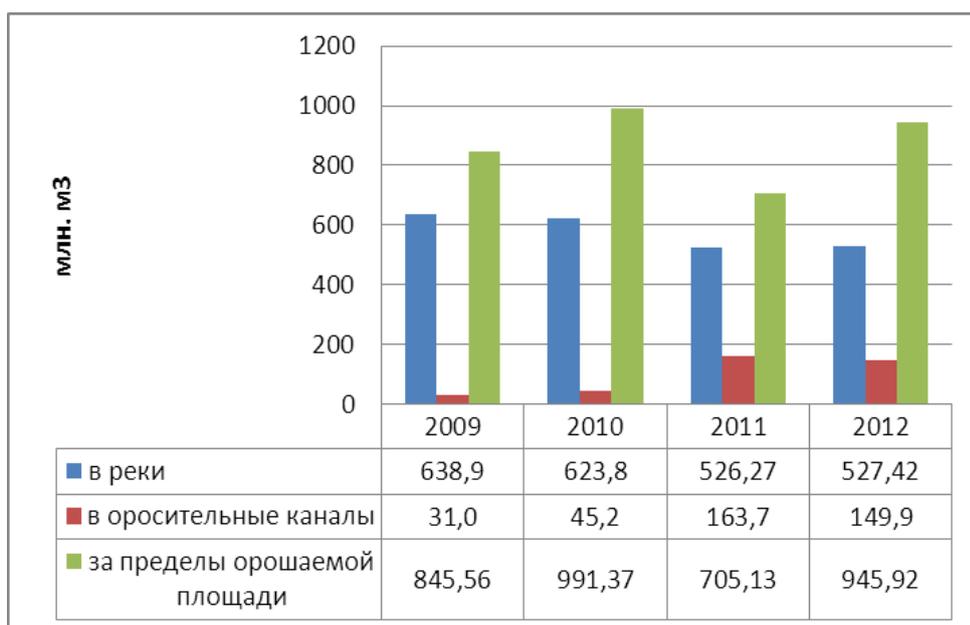
Диаграмма 12. Водовыпуск КДВ по Бухарскому оазису за 2009-2012 гг.



Средняя минерализация по Бухарскому оазису составляет 3 г/л.

Весь образующийся на сегодняшний день объем КДВ в основном используется для сброса (диаг. 13) [VI.1, 2].

Диаграмма 13. Распределение КДВ по Бухарскому оазису за 2009-2012 гг.



Согласно данным Диаграммы 13 основная масса образующихся КДВ сбрасывается за пределы орошаемых площадей; наименьшее количество - в оросительные каналы.

3. Лабораторные исследования свойств *Lemna minor* в условиях Бухарского оазиса

В рамках международного проекта «Уменьшение минерализации КДВ посредством биологического метода и их широкое применение на орошение» в августе 2012 года в Бухаре были проведены лабораторные исследования способности водного растения *Lemna minor* снижать минерализацию воды [VI.9].

Во время проведения эксперимента проводили следующие наблюдения и анализы:

1. В лабораторных условиях с помощью выращивания в 3 этапа в специальной лабораторной посуде определяли способность водного растения *Lemna minor* уменьшать минерализацию КДВ (табл. 5);

2. Количество солей (Cl, HCO₃, SO₄ и сухого остатка) определяли в лабораторных условиях гравиметрическим и кондуктометрическим методами в пробах воды, взятых через каждые 12 часов;

3. Были произведены фенологические наблюдения за ростом и развитием *Lemna minor* с помощью подсчета количества клеток и измерения занимаемой ими площади поверхности воды в различных вариантах и повторях каждые 12 часов.

Исследования проводились в августе 2012 г. Были выбраны коллекторы с минерализацией воды 3-5 и более 5 г/л. Образцы воды брали из коллекторов Чакмок Бухарской области, Баховуддин и Жанубий Когонской области, а также из Центрального Бухарского коллектора, в которых определяли исходное количество солей. Для проведения эксперимента с *Lemna minor* в воды, взятые из канала Шохруд (1,1 г/л,

Вариант-1), коллекторов Баховуддин (3-5 г/л, Вариант-2) и Жанубий (более 5 г/л, Вариант-3), была высажена *Ряска малая*. Рассмотрим начальное (первичное) состояние вод, взятых для анализа, в Таблице 6.

Таблица 5

Условия эксперимента

Вариант	Вид воды	Минерализация воды, г/л
1	2	3
1	Речная вода	до 1,0-1,2 г/л
2	Коллекторно-дренажная вода	3-5 г/л
3	Коллекторно-дренажная вода	более 5 г/л

Таблица 6

Первоначальное состояние вод

Номер варианта	Сухой остаток, г/л	Ион хлора, г/л	Ион сульфата, г/л	НСО₃, г/л
1	2	3	4	5
1	1,10	0,104	0,324	0,064
2	3,12	0,365	1,128	0,293
3	5,5	0,678	2,449	1,181

Из вод, взятых для эксперимента, каждые 12 часов бралась проба для лабораторных исследований. Анализы проводили в лаборатории Гидрологической мелиоративной экспедиции при Аму-Бухарском БУИС и в лаборатории комитета по Охране природы. Результаты лабораторных исследований приведены в Таблице 7.

Для более подробного и наглядного анализа приведенных в Таблице 7 данных, построим отдельные диаграммы для каждого варианта (диаг. 14-16). Диаграмма 14 позволяет заключить, что в Варианте-1 на протяжении 72 часов наблюдается снижение содержания ионов сульфата, сухого остатка и НСО₃, при этом увеличивается только содержание ионов хлора. Во втором варианте, как показывает Диаграмма 15, наблюдается снижение содержания НСО₃ и сухого остатка при увеличении содержания ионов

хлора и ионов сульфата. В третьем варианте, как видно из Диаграммы 16, документируется только снижение содержания HCO_3 , тогда как содержание ионов хлора, сульфата и сухого остатка увеличивается.

Таблица 7

Изменение минерализации КДВ под влиянием высаженной *Letna minor*

Срок	Cl, г/л	HCO_3 , г/л	SO_4 , г/л	Сухой остаток, г/л	Кoeffици- ент опресне- ния
1	2	3	4	5	6
Вариант-1					
Засев 30.08.2012	0,104	0,064	0,324	1,10	1,29
через 12 часов	0,102	0,062	0,320	1,05	
через 24 часа	0,106	0,059	0,315	1,0	
через 36 часов	0,109	0,057	0,308	0,95	
через 48 часов	0,113	0,055	0,296	0,90	
через 60 часов	0,117	0,053	0,291	0,86	
через 72 часа	0,118	0,053	0,287	0,85	
Вариант-2					
Засев 30.08.2012	0,365	0,293	1,128	3,12	1,56
через 12 часов	0,365	0,209	1,114	2,80	
через 24 часа	0,374	0,205	1,119	2,50	
через 36 часов	0,382	0,203	1,121	2,40	
через 48 часов	0,388	0,186	1,154	2,30	
через 60 часов	0,392	0,170	1,174	2,00	
через 72 часа	0,398	0,156	1,175	2,00	
Вариант-3					
Засев 30.08.2012	0,678	1,181	2,4495	5,50	0,82
через 12 часов	0,693	1,136	2,441	5,30	
через 24 часа	0,714	1,123	2,439	5,60	
через 36 часов	0,736	1,124	2,456	6,00	
через 48 часов	0,748	1,035	2,514	6,30	
через 60 часов	0,786	0,964	2,538	6,60	
через 72 часа	0,803	0,927	2,584	6,70	

Диаграмма 14. Изменение минерализации КДВ под влиянием высаженной *Lemna minor* (Вариант-1).

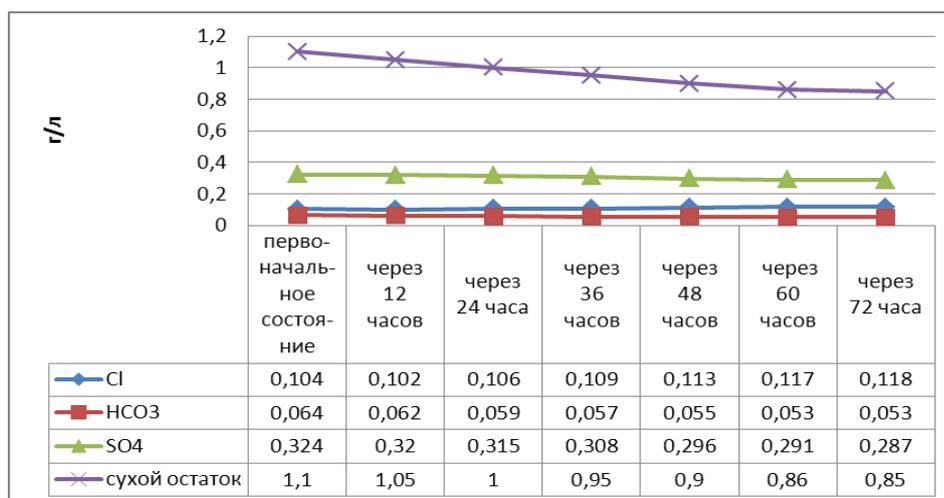


Диаграмма 15. Изменение минерализации КДВ под влиянием высаженной *Lemna minor* (Вариант-2).

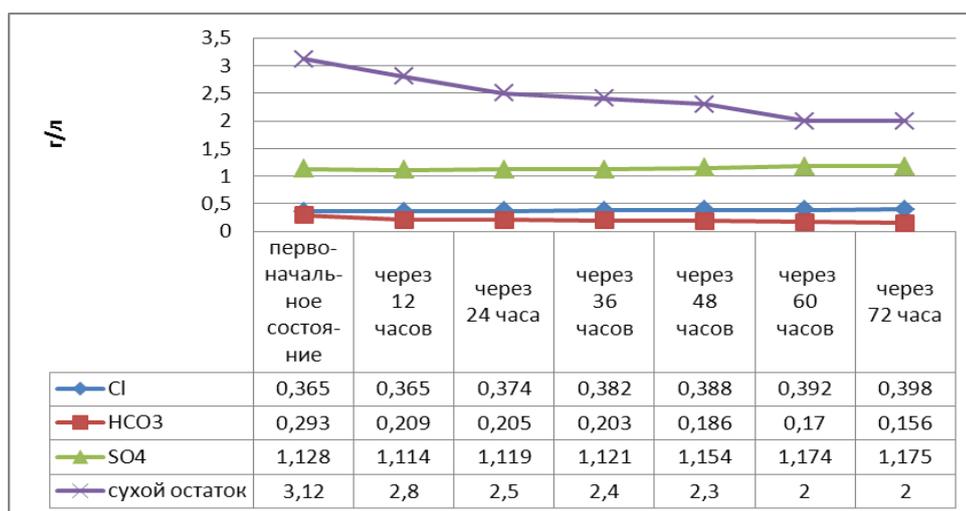
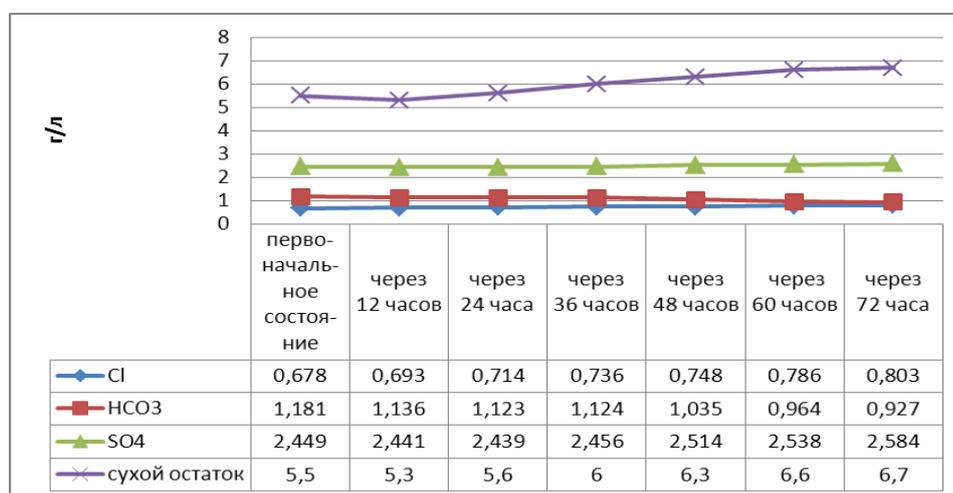


Диаграмма 16. Изменение минерализации КДВ под влиянием высаженной *Lemna minor* (Вариант-3).



Проанализируем рост и развитие *Lemna minor* (табл. 8).

Таблица 8

Рост и развитие *Lemna minor*

Время	Количество растений <i>Lemna minor</i> , шт		
	Вариант-1	Вариант-2	Вариант-3
1	2	3	4
через 12 часов	155	202	202
через 24 часа	124	140	93
через 36 часов	109	109	47
через 48 часов	78	93	
через 60 часов	62	78	
через 72 часа	47		
через 84 часа	16		

Таблица 8 позволяет заключить, что в Варианте-1 *Lemna minor* развивалась нормально, спустя 12 часов прибавилась на 155 шт, через следующие 12 часов на 124 шт и через третьи – на 109 шт. Затем темпы роста уменьшились. В Варианте-2 *Lemna minor* стремительно развивалась и в течение 60 часов заполнила всю тару. Ее увеличение составило 202, 140 и 109 шт соответственно. В Варианте-3 развитие *Lemna minor* было незначительным, спустя 36 часов остановившись в развитии, не смогла покрыть всю площадь тары и приобрела желтый цвет.

В Бухарском оазисе ежегодно на орошение используется 4,2 млрд. м³ воды, из которой около 1,8 млрд. м³ грунтовых вод сбрасывается через КДС. В условиях водного дефицита в области используется 206,43 млрд. м³ подземных вод, возможность их использования составляет 19%. Также в складывающихся условиях 61% грунтовых вод можно повторно использовать на орошение.

Результаты выращивания *Lemna minor* в лабораторных условиях были следующими:

1. Коэффициент опреснения по сухому остатку составил:
 - в пресной воде (Вариант-1) – 1,29;

- в воде с минерализацией 3-5 г/л (Вариант-2) – 1,56;
 - в воде с минерализацией более 5 г/л (Вариант-3) – 0,82.
2. Коэффициент опреснения по иону хлора составил:
- в пресной воде (Вариант-1) – 0,88;
 - в воде с минерализацией 3-5 г/л (Вариант-2) – 0,92;
 - в воде с минерализацией более 5 г/л (Вариант-3) – 0,84.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием *Lemma minor* показали, что в Варианте-1 за 84 часа количество растений достигло 591 шт, что покрыло площадь в 124 см², в Варианте-2 за 60 часов количество растений достигло 622 шт и покрыло площадь в 124 см², в Варианте-3 – 342 шт и 68 см² соответственно.

Выводы по Главе II

Общая характеристика и природно-климатические условия Бухарской области:

1. Площадь – 4 млн. 200 тыс. га, из них орошаемые земли – 274,9 тыс. га,
2. Бухарский оазис включает в себя 7 районов общей орошаемой площадью – 176,01 тыс. га,
3. Основной источник забора воды – реки (94,4 %),
4. 87 % (153,181 тыс. га) Бухарского оазиса засолены в разной степени,
5. Из-за высокого уровня грунтовых вод на орошаемых площадях минерализация выше, чем на остальной территории,
6. На 68,9% площади области грунтовые воды расположены ниже 2 м,
7. Минерализация подземных вод на 62,14% площади составляет 1-3 г/л,
8. Длина существующей мелиоративной сети области составляет 7888,1 км,
9. Количество колодцев СВД 599 шт, подвешенная площадь 42 тыс. га,
10. Несовершенство оросительной сети и большие потери на фильтрацию приводят к образованию внушительного объема КДВ (1,548 млн. м³), загрязненных инсектицидами и пестицидами,
11. Основной источник водовыпуска КДВ оазиса – КДС (94,4 %),
12. Сток не очищается и используется в основном на сброс:
 - В реки – 596,3 млн. м³,
 - В оросительные каналы – 80,0 млн. м³,
 - За пределы орошаемой территории – 874,4 млн. м³,
13. Среднее значение минерализации КДВ оазиса составляет 3 г/л.

Повышенная минерализация дренажных вод препятствует их применению на орошение без предварительной очистки. Лабораторные исследования, проведенные на территории Бухарского оазиса, показали способность *Letna minor* снижать минерализацию КДВ. В связи с чем, представляется целесообразным оценить экономическую эффективность очистки с помощью сооружения пруда-накопителя.

Глава III. Оценка экономической эффективности проекта сооружения пруда-накопителя в Бухарском оазисе

1. Определение выгод и затрат по проекту сооружения пруда-накопителя

Учитывая специфику рассматриваемой тематики, затрагивающей вопросы использования не только водных, но и земельных ресурсов, при сооружении и эксплуатации пруда-накопителя, требующих решения правовых вопросов руководствуемся основными законодательными актами: Законом РУз «О воде и водопользовании» (2013 г.) и Земельным Кодексом РУз (2011 г.) [I.1, 2].

Дефицит оросительной воды вообще и в вегетационный период в частности предопределяет недобор урожая сельскохозяйственных культур и потери объемов продукции с орошаемых земель. В целях предотвращения таких потерь проведем проектный анализ сооружения пруда-накопителя (растение-очиститель *Lemna minor*) на объекте исследования. Повторное использование очищенных КДВ позволит компенсировать дефицит оросительной воды. Исходя из рекомендаций по сооружению и эксплуатации прудов-накопителей, требований к условиям роста и развития *Lemna minor*, а также климатических условий Бухарского оазиса [IV.7, V.2, 6, VI.9, 13, 27, 32, 34] приняты следующие характеристики пруда-накопителя:

- длина – 22,36 м;
- ширина – 111,8 м;
- высота – 1,2 м;
- тип аэрации – естественный;
- продолжительность цикла очистки – 7 дней;
- период эксплуатации – 7 месяцев (15 марта – 16 октября);
- площадь отчуждения – 0,29 га.

Схема сооружения представлена в Приложении 8.

Перечень необходимых для сооружения пруда-накопителя мероприятий определен в соответствии с рекомендациями по технике и организации гидромелиоративных работ [IV.5, V.5, 7]. Расчет стоимости сооружения произведен с учетом современных цен по Бухарской области и приведен в Приложении 9. Сметная стоимость строительства определена в размере 28 539,162 тыс. сум.

Проектный пруд-накопитель с полным объемом 2638 м³ улучшит перспективу водоснабжения сельскохозяйственных водопотребителей Бухарского оазиса на площади 170,6 га. Проанализируем расходы, потребление и фактическую водообеспеченность подвешенной территории «без проекта» и «с проектом» (табл. 9).

Как видно из данных Таблицы 9, водообеспеченность подвешенной территории «без проекта» не превышает 72%, а его осуществление обеспечит ее повышение до 75%.

Народнохозяйственная эффективность проекта определяется балансом сельскохозяйственных выгод и потерь продукции сельхозкультур при существующей структуре использования орошаемых земель. Структура использования орошаемых земель Бухарского оазиса представлена в Таблице 10.

Как показывают данные Таблицы 10, приоритетными культурами на территории Бухарского оазиса являются пшеница и хлопчатник, занимающие 61999,7 и 74088,0 тыс. га соответственно.

Ведущие отрасли сельского хозяйства Бухарской области - хлопководство, каракулеводство и шелководство. В последние годы увеличились площади под хлопчатником за счет освоения новых земель и сокращения посевов зерновых культур. Область на протяжении десятков лет являлась центром производства фруктов. Ранняя и теплая весна благоприятствует выращиванию здесь косточковых (урюк, персик, алыча). В настоящее время увеличиваются посадки семечковых деревьев - яблонь

Таблица 9

Водообеспеченность подвешенной территории «без проекта» и «с проектом»

№	Ед. изм.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2009-2011														
Расходы*														
1	млн. м ³	0,111	0,047	0,134	0,127	0,132	0,255	0,331	0,329	0,095	0,144	0,077	0,161	1,949
Потребление**														
2	млн. м ³	0,000	0,238	0,321	0,144	0,169	0,302	0,449	0,381	0,107	0,157	0,090	0,064	2,421
Дефициты «без проекта»														
3	млн. м ³	0	0,190	0,186	0,016	0,037	0,047	0,117	0,051	0,012	0,012	0,013	0	0,682

<i>Продолжение Таблицы 9</i>														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	Дефициты «с проектом»													
	млн. м ³	0	0,190	0,181	0,005	0,026	0,037	0,106	0,040	0,001	0,006	0,013	0	0,6
5	Обеспеченность фактическая до проекта													
	%	100,0	19,9	42,0	88,8	78,4	84,5	73,9	86,6	88,9	92,2	86,0	100,0	71,85
6	Обеспеченность фактическая после проекта													
	%	100,0	19,9	43,7	96,4	84,9	87,9	76,4	89,6	99,0	96,0	86,0	100,0	75,1

* Данные получены на основе материалов гидрологической базы Минсельводхоза

** Рассчитано на основе водопотребности на орошение культур при существующей структуре посевов

и груш. Также созданы специализированные садоводческие и виноградарские хозяйства [VII.2].

Таблица 10

Структура использования орошаемых земель во всех категориях хозяйств, расположенных на территории Бухарского оазиса*

№	Культура	Площадь	
		га	%
1	2	3	4
1	Зерновые - всего	62 617,2	35,6
	в т.ч. пшеница	61 997,9	35,2
	кукуруза на зерно	381,7	0,2
	ячмень	237,6	0,1
2	Хлопчатник	74 088,0	42,1
3	Картофель	2 463,8	1,4
4	Овощи	5 377,1	3,1
5	Бахчевые	1 414,0	0,8
6	Кукуруза на зеленый корм	6 050,2	3,4
7	Однолетние травы	1 442,3	0,8
8	Многолетние травы	4 150,0	2,4
9	Сады	7 482,8	4,3
	в т.ч. плодоносящие	6 648,8	3,8
10	Виноградники	6 545,2	3,7
	в т.ч. плодоносящие	5 655,2	3,2
11	Тутовники	4 383,5	2,5
	Итого:	176 014,0	100,0

*Данные Таблицы получены на основе усредненных статистических данных за 2007-2010 гг. [VI.12, 14]

Сельскохозяйственные выгоды от реализации проекта

Первоначально оцениваем сельскохозяйственные выгоды, включающие:

1. Расчёты урожайности сельскохозяйственных культур по годам перспективы «без проекта» и «с проектом», исходя из средней урожайности за последние пять лет и с учётом водообеспеченности территории;

2. Расчёты стоимости сельскохозяйственной продукции «без проекта» и «с проектом» исходя из внутренних средних цен на сельхозпродукцию;

3. Калькуляцию затрат на производство сельскохозяйственной продукции, основанную на данных Минсельводхоза и технических картах;

4. Расчёты прибыли хозяйства.

Расчётная прибавка урожая от повышения водообеспеченности подвешенной территории за счёт осуществления проекта определена на основе нормативов прибавки урожая от водно-мелиоративных факторов [VII.8] и приведена в Таблице 11.

Таблица 11

Расчетная прибавка урожая от повышения водообеспеченности подвешенной территории

№ п/п	Культуры	Площадь, га	Расчётная прибавка урожая, ц/га
1	2	3	4
1	Пшеница	60,1	0,712
2	Кукуруза на зеленый корм	5,9	0,712
3	Кукуруза на зерно	0,4	7,829
4	Хлопчатник	71,8	0,534
5	Картофель	2,4	2,455
6	Овощи	5,2	4,235
7	Бахчевые	1,6	3,665
8	Однолетние травы	1,4	1,690
9	Многолетние травы	4,0	2,046
10	Сады	7,3	1,815
11	Виноградники	6,3	2,349
12	Тутовники	4,2	1,960
	Итого:	170,6	-

Из данных Таблицы 11 следует, что при существующей структуре посевов наибольшая прибавка урожая будет получена по таким культурам как кукуруза на зерно, овощи и бахча.

Рассмотрим площади, урожайность и валовой сбор продукции сельскохозяйственных культур «без проекта» и «с проектом» в условиях гарантированной подачи воды путём сооружения пруда-накопителя (табл. 12).

Таблица 12

**Площади, урожайность и валовой сбор продукции
сельскохозяйственных культур «без проекта» и «с проектом»**

№	Культуры	Площадь, га	«без проекта»		«с проектом»	
			Урожайность, ц/га*	Валовой сбор, т	Урожайность, ц/га	Валовой сбор, т
1	2	3	4	5	6	7
1	Пшеница	60,1	59,5	357,3	60,2	361,6
2	Кукуруза на зеленый корм	5,9	214	125,5	214,7	125,9
3	Кукуруза на зерно	0,4	53,5	2,0	61,3	2,26
4	Хлопчатник	71,8	30,1	216,4	30,7	220,2
5	Картофель	2,4	237,9	56,8	240,3	57,4
6	Овощи	5,2	247,3	128,9	251,5	131,1
7	Бахчевые	1,6	242,5	33,2	246,2	33,7
8	Однолетние травы	1,4	118,0	16,5	119,7	16,7
9	Многолетние травы	4,0	192,0	77,2	194,1	78,0
10	Сады	7,3	150,6	109,2	152,4	110,5
11	Виноградники	6,3	118,2	75,0	120,6	76,5
12	Тутовники	4,2	100,0	42,5	101,9	43,3
	Итого:	170,6	-	1240,6	-	1257,4

*Данные по урожайности сельскохозяйственных культур получены на основе усредненных статистических данных за 2007-2010 гг. [VI.12, 14].

Суммирование результатов расчетов, приведенных в Таблице 12, показывает, что общий прирост валовой продукции «с проектом» составил 16,8 т. Подробные расчеты по конкретным культурам представлены в Приложении 10.

Перейдем к анализу стоимости валовой продукции, затрат на её производство и прибыли по культурам «без проекта» и «с проектом» (табл. 13). Затраты по отдельным культурам на производство дополнительной продукции рассчитаны с использованием таких переменных величин, как уборка и транспортировка урожая, и другим, зависящим от объёма урожая на 1 га возделываемой площади (прилож. 11)

Как следует из данных Таблицы 13, дополнительная прибыль сельхоз предприятий от проекта по культурам составит 9682,4 тыс. сум. Развернутая форма расчетов по годам представлена в Приложении 12.

Бюджетные выгоды от реализации проекта

Бюджетные выгоды определяются из расчётов поступлений в бюджет налогов и других платежей «без проекта» и «с проектом».

Рассмотрим расчеты ожидаемых бюджетных выгод от проекта в виде дополнительных отчислений в бюджет налогов и других платежей предприятий перерабатывающей промышленности при переработке дополнительных объёмов сельскохозяйственной продукции (табл. 14).

Как видно из данных Таблицы 14, дополнительные поступления в бюджет «с проектом» составят 1284,9 тыс. сум.

Годовые эксплуатационные затраты по проекту

Эксплуатационные затраты по проекту (Э) включают следующие составляющие:

1. Расходы на заработную плату обслуживающего персонала и отчисления на социальное страхование ($Z_{ЗП}$);
2. Стоимость проведения анализов КДВ (вход-выход) (Z_A);
3. Затраты на текущий и капитальный ремонт сооружения ($Z_{ТР}$, $Z_{КР}$).

Таблица 13

**Стоимость валовой продукции, затраты на её производство и прибыль по культурам «без проекта»
и «с проектом», тыс. сум**

№	Культуры	«без проекта»			«с проектом»		
		Стоимость валовой продукции*	Затраты	Прибыль	Стоимость валовой продукции	Затраты	Прибыль
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Пшеница	170 844,6	142 804,1	28 040,6	172 889,3	143 887,7	29 001,6
2	Кукуруза на зеленый корм	16 025,2	13 255,4	2 769,8	16 078,5	13 290,5	2 788,0
3	Кукуруза на зерно	2 179,2	1 774,6	404,6	2 498,1	1 933,8	564,3
4	Хлопчатник	125 157,0	90 729,1	34 427,9	127 373,9	91 948,4	35 425,5
5	Картофель	42 431,2	38 842,8	3 588,5	42 869,2	39 096,8	3 772,4
6	Овощи	161 730,3	147 344,4	14 386,0	164 500,1	148 812,3	15 687,7
7	Бахчевые	30 692,5	20 670,4	10 022,0	31 153,6	20 890,5	10 330,4
8	Однолетние травы	2 317,0	1 718,4	598,6	2 350,2	1 738,1	612,0
9	Многолетние травы	21 208,6	16 671,4	4 537,1	21 434,6	16 827,6	4 607,0
10	Сады	360 520,4	239 651,8	120 868,6	364 996,0	241 446,6	123 538,6
11	Виноградники	257 418,6	112 375,6	145 043,0	262 532,0	114 490,6	148 041,5
	Итого:	1 190 524,6	825 838,0	364 686,6	1 208 675,5	834 363,0	374 369,0

*Расчитана согласно Приложения 12

Таблица 14

Бюджетные выгоды от реализации проекта

№	Продукция	Платеж за 1 т, тыс. сум*	"без проекта"		"с проектом"		Дополнительные поступления "с проектом", тыс. сум
			количество, т	платеж, тыс. сум	количество, т	платеж, тыс. сум	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Хлопок-сырец	67,19	216,4	14 537,9	220,2	14 794,7	256,8
2	Хлопковые семена**	317,72	125,5	39 874,5	127,7	40 579,9	705,4
3	Пшеница	30,35	357,3	10 844,8	361,6	10 974,3	129,6
4	Овощи, фрукты, виноград	38,30	377,4	14 453,9	382,4	14 646,9	193,0
	Итого:		1 076,6	79 711,1	1 091,9	80 995,9	1 284,9

*Использованы размеры платежа согласно Приложения 12

**Выход хлопковых семян от переработки хлопка-сырца составляет 58%

Предполагаем, что штат будет состоять из лаборанта и наблюдателя; при этом они могут осуществлять свою деятельность в 10 фермерских хозяйствах (при расчетах вводим поправочный коэффициент 0,1). Расчеты суммируем в Таблице 15.

Из данных Таблицы 15 следует, что годовой фонд заработной платы с начислениями на социальное страхование составит 601 143 тыс. сум. Расчеты стоимости проведения анализов воды иллюстрирует Таблица 16.

Таблица 16

Расчет стоимости проведения анализов КДВ*

№	Определяемые ингредиенты	Единица измерения	Метод определения	Стоимость определения, сум
1	2	3	4	5
За один пакет анализов				
1	Гидрокарбонаты	мг/л	обратное титрование	11 112
2	Натрий	мг/л	расчетный	10 115
3	Хлор активный	мг/л	титриметрический	18 409
4	Сульфаты	мг/л	фотометрический	20 766
5	Сухой остаток	мг/л	гравиметрический	10 391
	Итого:			70 793
За весь период эксплуатации				
				4 389 166

*Данные получены на основе расценок химических анализов природной и сточной воды Государственной специализированной инспекции аналитического контроля (ГосСИАК) при Госкомприроды РУз (прилож. 13).

Предполагаем ежегодное осуществление текущего ремонта и сумму средств, выделяемых на него, принимаем в размере 1% от сметной стоимости строительства. Капитальный ремонт предполагается проводить каждый шестой год на сумму в размере 2% от сметной стоимости строительства (табл. 17).

Таблица 15

Расчет затрат на оплату труда обслуживающего персонала*

№	Должность	Кол-во единиц, шт	Ставка	Разряд	Тарифный коэффициент	Месячный размер заработной платы, сум	Годовой фонд заработной платы, сум	
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Лаборант	1	1	5	3,612	28 748	229 983	
2	Наблюдатель	1	1	6	3,941	31 366	250 931	
	Итого:						480 915	
3	Отчисления работодателей							120 229
4	Годовой ФОТ							601 143

*Данные Таблицы получены на основании Указа Президента РУз №4482 от 09.11.2012г. [П.3]

**Определение размеров потребных сумм на осуществление
текущего и капитального ремонта**

№	Вид ремонта	Стоимость строительства, сум	% от сметной стоимости строительства	Потребная сумма, сум
1	2	3	4	5
1	Текущий	28 539 162	1	285 392
2	Капитальный		2	570 783
Итого:				856 175

Данные Таблицы 17 показывают, что на осуществление текущего ремонта требуется 285 392 сум, а капитального – 570 783 сум.

Таким образом, годовой размер эксплуатационных затрат складывается из отдельных элементов затрат и определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = \mathcal{Z}_{\text{ЭП}} + \mathcal{Z}_{\text{А}} + \mathcal{Z}_{\text{ТР}} + \mathcal{Z}_{\text{КР}}, \text{ сум}$$

Общая сумма эксплуатационных затрат 5846,5 тыс. сум.

**2. Определение экономической эффективности, окупаемости и
анализ рисков проекта**

Для расчета основных показателей экономической эффективности проекта сведем вышеприведенные расчетные данные в Таблицу 18.

Из данных Таблица 18 следует, что, несмотря на размеры потребных капвложений и ежегодных эксплуатационных затрат, срок окупаемости проекта равен 5,2 года за счет получения прибыли от приростной продукции и налогов от ее переработки.

Для анализа рисков, с которыми может столкнуться любой проект, проанализируем 3 сценария (табл. 19):

1. Сценарий 1: Уменьшение доходов на 10% по сравнению с базовым вариантом,

Таблица 18

Показатели экономической эффективности проекта, тыс. сум

№	Проектные годы	Годы	Капитальные вложения	Затраты на эксплуатацию	Налоги	Прибыль сельхозпредприят ий	Чистый доход
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	2013	28539,2	5846,5	1284,9	9682,4	-24703,3
2	2	2014		5846,5	1284,9	9682,4	5120,8
3	3	2015		5846,5	1284,9	9682,4	5120,8
4	4	2016		5846,5	1284,9	9682,4	5120,8
5	5	2017		5846,5	1284,9	9682,4	5120,8
6	6	2018		5846,5	1284,9	9682,4	5120,8
7	7	2019		5846,5	1284,9	9682,4	5120,8
8	8	2020		5846,5	1284,9	9682,4	5120,8
9	9	2021		5846,5	1284,9	9682,4	5120,8
10	10	2022		5846,5	1284,9	9682,4	5120,8
			Итого:	58465,0	12849,0	96824,0	21383,9

2. Сценарий 2: Увеличение расходов на 10% по сравнению с базовым вариантом,

3. Сценарий 3: Сценарий 1 и 2 одновременно.

Расчеты, результаты которых приведены в Таблице 19, показывают, что при трех рассматриваемых сценариях срок окупаемости проекта не превышает 10 лет: при первом сценарии он составит 7,9 года, при втором – 6,7 года и при третьем – 8,7 лет. Полученные показатели свидетельствуют об устойчивости предлагаемого проекта к возможным рискам.

Таблица 19

Анализ чувствительности показателей экономической эффективности проекта при различных сценариях, тыс. сум*

№	Проектные годы	Годы	Чистый доход		
			Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
1	2	3	4	5	6
1	1	2013	-24515,1	-24003	-25099,7
2	2	2014	4024,07	4536,1	3439,4
3	3	2015	4024,07	4536,1	3439,4
4	4	2016	4024,07	4536,1	3439,4
5	5	2017	4024,07	4536,1	3439,4
6	6	2018	4024,07	4536,1	3439,4
7	7	2019	4024,07	4536,1	3439,4
8	8	2020	4024,07	4536,1	3439,4
9	9	2021	4024,07	4536,1	3439,4
10	10	2022	4024,07	4536,1	3439,4
	Итого:		11701,5	16821,8	5854,6

*Подробные этапы расчета всех сценариев представлены в Приложениях 14-16.

Суммируем вышеприведенные расчеты для анализа основных технико-экономических показателей в Таблицу 20.

Как показывают данные Таблицы 20 удельные капитальные затраты на 1 м³ очищенных КДВ составят 368 сум, себестоимость 1 м³ очищенной воды 75,4 сум, а общая экономическая эффективность проекта равна 0,18.

Основные технико-экономические показатели проекта

№	Показатель	Единица измерения	Числовое значение
1	2	3	4
1	Капитальные вложения	сум	28 539 162
2	Эксплуатационные расходы	сум	5 846 484
3	Удельные капитальные затраты на 1 м ³ очищенных КДВ	сум/м ³	368
4	Сельскохозяйственные выгоды	сум	9 682 402
5	Бюджетные выгоды	сум	1 284 911
6	Себестоимость 1 м ³ очищенной воды	сум/м ³	75,4
7	Чистый доход	сум	5 120 800
8	Общая экономическая эффективность (базовый вариант)		0,18
9	Срок окупаемости (базовый вариант)	лет	5,2

При оценке экономической эффективности проекта не рассматривались альтернативные варианты использования пруда-накопителя, такие как его использование для разведения рыбы, пушных зверей, птицы или переработка образующегося объема биомассы ряски в качестве корма для сельскохозяйственных животных и птиц, т.к. это не является основной целью исследования.

3. Техника безопасности при строительстве и эксплуатации коллекторов и прудов-накопителей

Подобно другим видам деятельности строительные и эксплуатационные работы могут быть связаны с травматизмом. Основные причины, приводящие к возникновению травматизма, приведены на Схеме 2 [IV.3].

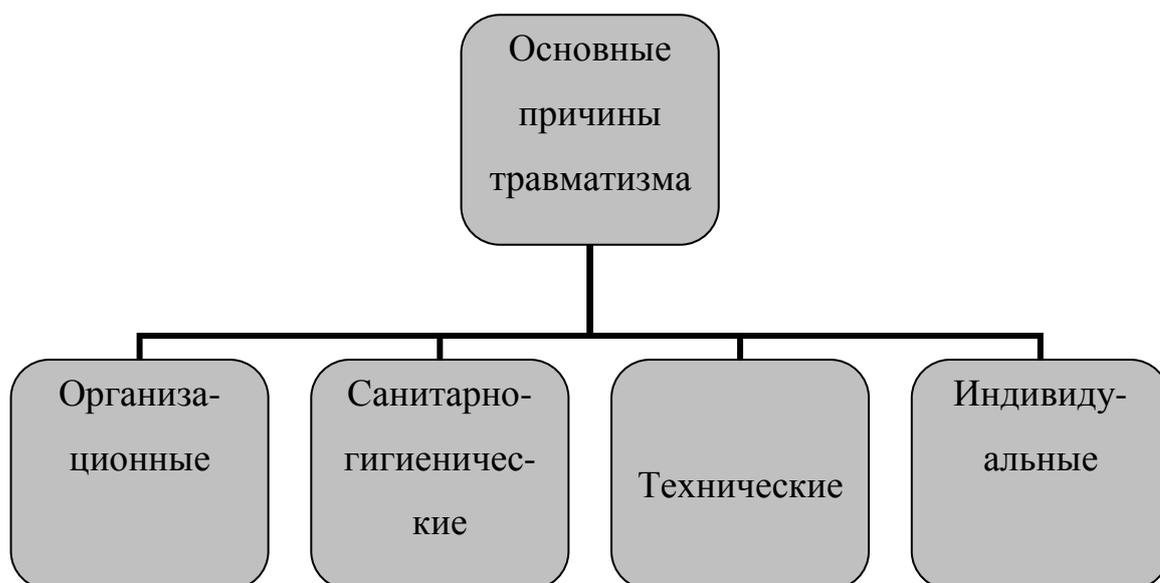


Схема 2. Основные причины травматизма

Для устранения вышеперечисленных причин необходимо выполнение мероприятий по охране труда, предусматривающих организацию, совершенствование техники безопасности, улучшение условий труда и контроль над состоянием охраны труда непосредственно на рабочем месте. Средства и необходимые материалы для проведения мероприятий по охране труда выделяются в установленном порядке. Расходование этих средств и материалов на другие цели не допускается.

Важнейшее условие правильной организации безопасности сельскохозяйственных работ – инструктаж работников фермерского хозяйства касаясь всех производимых операций (эксплуатация и ремонт техники, электробезопасность, борьба с пожарами и т.д.) [IV.3].

Строительство открытых каналов (коллекторов, биологических прудов, прудов-накопителей) ведется обычно различными землеройными машинами, способами гидромеханизации и взрывным способом. Наиболее часто строительство ведется землеройными машинами.

Для строительства открытых каналов в выемке, полувыемке - полунасыпи и насыпи обычно применяют одноковшовые экскаваторы и скреперы с различной емкостью ковша, а также бульдозеры на тракторах

разных классов по тяге и мощности. Скреперы и бульдозеры часто применяют при производстве ряда сопутствующих, подготовительных или вспомогательных работ.

Каналы коллекторно-сбросной сети имеют обычно небольшую ширину по дну (0,5-1 м) и большую глубину – 3,5 м и более. Основные механизмы при их строительстве – одноковшовые экскаваторы. Схемы разработки коллекторов учитывают их размеры, а также положение уровня грунтовых вод [V.11].

При производстве земляных работ возможны неожиданные и опасные смещения или обрушения массы грунта. Предотвратить и обеспечить устойчивость грунтовых масс можно двумя способами: образованием откосов или постановкой соответствующих креплений.

Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами. При установке экскаватора в забой, прежде всего, должно соблюдаться расстояние между крайним обрезом гусеницы ходовой части и бровкой откоса. В зависимости от свойств грунта и заложения откоса это расстояние определяется расчетом и указывается в технологических картах.

При перемещениях экскаваторов стрелу располагать строго по оси движения машины. При этом ковш должен находиться над поверхностью земли не меньше чем на 0,5-0,7 м. Запрещается перемещать экскаватор с ковшом, наполненным грунтом [V.11].

Экскаваторам и другим землеройным машинам запрещается производство работ под проводами действующих линий электропередач.

Выгружать грунт ковшом экскаватора в транспортные средства можно только при наличии над кабиной водителя защитного козырька, в случае его отсутствия водитель должен выйти из машины. В процессе разгрузки ковш не должен возвышаться над бортами самосвала более чем на 1-1,5 м.

Важным средством защиты для сельскохозяйственных работников является спецодежда. Одежда и обувь защищают тело от неблагоприятных воздействий внешней среды – низкой или высокой температуры воздуха,

солнечной радиации, осадков, механических повреждений кожного покрова, средств химизации, минеральных и органических удобрений, от пыли, грязи и микроорганизмов, укусов насекомых и т.д. С ее помощью вокруг тела человека создается микроклимат (пододежный и внутриобувной) [IV.10].

Основное условие безаварийной и безопасной работы землеройно-строительных и мелиоративных машин – их исправное техническое состояние.

В основу безопасного обслуживания таких машин положена система плано-предупредительного ремонта. По этой системе каждая машина, находящаяся в эксплуатации, в определенные сроки проходит различные виды осмотров и ремонтов.

К управлению машинами и механизмами допускаются лица, прошедшие специальную подготовку и имеющие права водителей. Лица, связанные с эксплуатацией землеройно-строительных и мелиоративных машин, должны ежегодно проходить инструктаж и проверочные испытания.

Осторожность и правила техники безопасности нужно соблюдать и при выполнении заправочно-смазочных работ. При заправке двигатель сельскохозяйственной машины (транспортного средства) должен быть заглушен и приняты меры, исключающие разлив топлива на платформу или кузов машины. Машины, заправляющиеся в полевых условиях, должны быть снабжены необходимым комплектом первичных средств пожаротушения [V.11].

Пожарная безопасность. Каждый водитель обязан знать правила пожарной безопасности, способы тушения пожара и соблюдать меры, предотвращающие возникновение пожаров [IV.10].

Контроль за состоянием охраны труда должен осуществляться ответственным лицом систематически. Повседневная работа по охране труда – гарантированная профилактика возможных случаев травматизма.

4. Совершенствование системы водного хозяйства в условиях мирового финансово-экономического кризиса

Мировой финансово-экономический кризис, разразившийся в 2008 году, основанный на провалах и несостоятельности ипотечного кредитования в США, приобрел мировые масштабы в большой мере из-за роли и значения экономики США в мировой экономической системе и затронул экономики практически всех стран мира [Ш.2].

Экономика Узбекистана, как части мирового сообщества, вполне закономерно ощутила на собственном развитии влияние последствий мирового финансово-экономического кризиса. Главой нашего государства было принято рациональное решение для смягчения его последствий – Антикризисная программа по предотвращению и нейтрализации последствий мирового финансово-экономического кризиса на 2009-2012 гг. Об эффективности, которой свидетельствуют результаты социально-экономического развития страны за обозначенный период. Так, в 2012 году отмечаются серьезные продвижения практически во всех отраслях аграрного сектора. Были получены высокие урожаи сельскохозяйственных культур [Ш.1]:

- хлопка-сырца – 3460,0 тыс. т,
- зерновых культур – 7500,0 тыс. т,
- картофеля – 2000,0 тыс. т,
- овощебахчевых – 9000,0 тыс. т.

Сегодня фермерское хозяйство – ведущее звено и основная форма организации сельскохозяйственного производства, объединяющая 66 тыс. фермерских хозяйств. На их долю приходится 85% всех пахотных земель, где производится основная часть сельскохозяйственной продукции.

Начиная с 2009 года, объявленного «Годом развития и благоустройства села», начата реализация программы, содержащей следующие основные направления [Ш.2]:

- дальнейшее совершенствование и укрепление законодательной базы;
- реализация комплекса мер по кардинальному повышению качества жизни на селе;
- реализация комплекса мер по ускоренному развитию на селе промышленного производства и строительства;
- реализация комплекса мер по улучшению мелиоративного состояния земель.

Изучаемый в данной диссертации метод биологической деминерализации КДВ, предусматривающий их сбор и очистку с целью последующего применения на орошение позволит повысить водообеспеченность подвешенной территории и предотвратить загрязнение водных и земельных экосистем. Другими словами позволит улучшить мелиоративное состояние земель на объекте исследования.

2013 год Главой нашего государства объявлен «Годом благополучия и процветания». На этот год поставлены следующие задачи [Ш.1]:

- повышение благосостояния и благополучия населения,
- устойчивое развитие экономики,
- дальнейший рост авторитета и позиций Узбекистана на международной арене,
- укрепление мира и стабильности в регионе.

На текущий год ставится задача обеспечить рост экономики страны на 8%, прежде всего за счет дальнейшего роста сельского хозяйства – на 6%. В сельском хозяйстве при стабильных объемах производства хлопка и зерна созданы все необходимые условия и предпосылки для ускоренного развития картофелеводства и овощеводства, виноградарства и животноводства.

Самого серьезного внимания требует дальнейшее расширение масштабов строительства индивидуальных домов в сельской местности по

типовым проектам как долгосрочной Государственной программы по качественному обустройству и улучшению жизни сельского населения, преследующая далеко идущие цели по кардинальному преобразованию уклада жизни и менталитета наших людей. В 2013 году предусмотрено увеличить строительство новых индивидуальных жилых домов в сельской местности с 8,5 до 10 тысяч. На эти цели в 2013 году предусматривается направить свыше 1,4 триллиона сум с ростом против прошлого года на 54% [III.1].

Выводы по Главе III

Реализация проекта позволит повысить урожайность культур (за счет повышения водообеспеченности территории), а, следовательно, и прибыли хозяйства.

Потребный объем капложений для сооружения пруда-накопителя равен 28 539,162 тыс. сум; годовой размер эксплуатационных затрат составит 5 846,5 тыс. сум; себестоимость 1 м³ очищенной воды равна 75,4 сум/м³. Срок окупаемости базового варианта составит 5,2 лет. Анализ проектных рисков показал, что проект устойчив к возможным рискам и является экономически эффективным.

На фоне улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель хозяйствами будут задействованы другие факторы повышения урожайности сельскохозяйственных культур на орошаемых землях. Укрепится становление фермерских и дехканских хозяйств в рыночных условиях. Кроме получения дополнительной прибыли хозяйств, проект позволит увеличить поступления в госбюджет налогов и других платежей.

Кроме того осуществление проекта обеспечивает улучшение экологической обстановки на орошаемых землях: централизованный сбор и очистка КДВ предотвращает загрязнение водных и земельных экосистем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное нами исследование затрагивает две из существующих на сегодняшний день в сфере водного и сельского хозяйства проблемы,:

1. Нарастающий дефицит водных ресурсов,
2. Образование внушительных объемов коллекторно-дренажных вод, сброс которых приводит к загрязнению поверхностных и подземных вод, а использование на орошение - к снижению плодородия почв, качества сельскохозяйственной продукции, урожайности и, в конечном итоге, дохода хозяйства.

Целесообразным решением вышеперечисленных проблем нам представляется биологическая очистка коллекторно-дренажных вод с целью их последующего использования на орошение с помощью организации прудов-накопителей, представляющих собой сооружения различного типа, населенные растительностью (водоросли, высшие водные растения и т.д.). Важную роль в этих методах играют высшие водные растения и водоросли. Так, например представители семейства *Lemnaceae* (рясковые) в природе бурно развиваются в эвтрофных, т.е. обогащенных питательными веществами (нитраты, аммиак, фосфаты) водоемах. Они устойчивы к экстремальным концентрациям веществ, содержащихся в водоемах-накопителях коммунальных, сельскохозяйственных и промышленных стоков. Благодаря интенсивному росту биомассы рясковые накапливают внутри клетки значительные количества таких веществ, очищая тем самым воду. В процессе исследований были выявлены такие преимущества ряски, как высокая эффективность очистки, способность снижать испарение с зеркала пруда, устойчивость к высоким концентрациям солей, возможность использования образующейся в процессе очистки биомассы водорослей в качестве удобрений и корма для скота и т.д. Именно перечисленными свойствами и характеристиками рясковых объясняется и исчерпывается научное значение и современное

звучание (актуальность) выбора их в качестве объекта (темы) исследования. Следует также подчеркнуть, что в данном аспекте решения проблемы деминерализации КДВ тема не изучалась.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. На примере Бухарского оазиса впервые проведена оценка экономической эффективности проекта сооружения пруда-накопителя для очистки КДВ биологическим методом с использованием *Lemna minor* (Ряска малая) в качестве растения-очистителя.

2. Обоснование рекомендаций по применению метода биологической очистки КДВ основывается на:

- данных по изучению природно-климатических условий Бухарского оазиса (географическое расположение, климат, гидрографические и почвенные условия, основные сельскохозяйственные культуры и соотношение площадей под их возделывание);
- современном состоянии образования и использования КДВ (оснащенность орошаемой площади КДС, работоспособность вертикального дренажа, источники водовыпуска КДВ, объемы (годовые и месячные), минерализация);
- параметрах очистки (температура, срок эксплуатации, длительность одного цикла очистки, размеры пруда, соотношение длины, ширины и глубины, тип аэрации, определение показателей загрязнения);
- экономических параметрах (размер потребных капиталовложений, народнохозяйственная эффективность проекта, сельскохозяйственные и бюджетные выгоды от проекта, годовые эксплуатационные затраты, экономическая эффективность проекта, окупаемость и анализ рисков).

3. На основании результатов проведенных исследований выбран проект пруда-накопителя объемом 2638 м³, который позволит повысить водообеспеченность подвешенной территории (170,6 га) на 3,2%. Потребный размер капитальных вложений на строительство равен

28539,162 тыс. сум; ежегодные эксплуатационные затраты составляют 5864,4 тыс. сум. Себестоимость очистки 1 м³ равна 75,4 сум. Длительность одного цикла очистки – 7 дней. Срок окупаемости базового варианта проекта составит 5,2 года. Анализ проектных рисков, рассматривающий три сценария (увеличение расходов на 10%, уменьшение доходов на 10%, увеличение расходов на 10% и уменьшение доходов на 10%), свидетельствует об устойчивости проекта и его экономической эффективности.

4. Таким образом, предлагаемый способ обеспечит сокращение дефицита водных ресурсов и повысит водообеспеченность территории за счет организации централизованного сбора и очистки КДВ и предотвратит загрязнение водных и земельных экосистем. Применение биологического способа очистки КДВ обеспечит создание новых рабочих мест в сельской местности и сократит использование питьевой воды (из поверхностных источников) в сельском хозяйстве. Проект, в связи с вышеизложенным, является экономически выгодными и экологически целесообразным.

Список использованной литературы

I Законы Республики Узбекистан

1. Закон РУз «О воде и водопользовании», 2013
2. Земельный Кодекс РУз, 2011

II Указы и Постановления Президента РУз и Постановления Кабинета Министров

1. Постановление Президента Республики Узбекистан от 8 февраля 2010 г. № ПП- 1280 «О мерах по реализации проекта "Разработка технологий снижения засоленности коллекторно-дренажных вод для повторного использования в Республике Узбекистан" с привлечением гранта правительства Республики Корея»
2. Указ Президента Республики Узбекистан № УП-4478 от 22 октября 2012 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию организации деятельности и развитию фермерства в Узбекистане»
3. Указ Президента Республики Узбекистан № УП-4482 от 9 ноября 2012 года «О повышении размеров заработной платы, пенсий, стипендий и социальных пособий»

III Работы Президента И.А. Каримова

1. Каримов И.А. Доклад Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на заседании Кабинета Министров, посвященном итогам социально-экономического развития страны в 2012 году и важнейшим приоритетным направлениям экономической программы на 2013 год
2. Каримов И.А. Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана. – Т.: «Узбекистан», 2009. 48 с.

IV Основная литература

1. Голченко М.Г., Желязко В.И. Орошение сточными водами: учебное пособие для слушателей учебных заведений по повышению квалификации агропромышленного комплекса. - М.: «Агропромиздат», 1988. 103 с.
2. Евилевич М.А., Брагинский Л.Н. Оптимизация биохимической очистки сточных вод. – Л.: «Стройиздат», Ленинградское отделение, 1979. 159 с.
3. Луцкий В.Г. Охрана труда при эксплуатации оросительных систем. - М.: «Агропромиздат», 1990. 61 с.
4. Музафаров А.М., Таубаев Т.Т. Культивирование и применение микроводорослей. – Т.: «Фан», 1984. 136 с.
5. Муратов А.Р., Фырлина Г.Л. Организация и технология гидромелиоративных работ: Учебное пособие. - Т.: Изд-во Национального общества философов Узбекистана, 2007. 154 с.
6. Найденко В.В., Кулакова А.П., Шеренков И.А. Оптимизация процессов очистки природных и сточных вод. Под редакцией В.В.Найденко. – М.: «Стройиздат», 1984. 151 с.
7. Соколов М.П. Очистка сточных вод: Учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 280201.65 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов». - Набережные Челны: «КамПИ», 2008. 213 с.
8. Таубаев Т.Т. Флора и растительность водоемов Средней Азии и их использование в народном хозяйстве. - Т.: «Фан», 1970. 141 с.
9. Таубаев Т.Т., Буриев С. Биологическая очистка сточных вод: (по материалам Ферганской долины и Ташкентского оазиса). Ответственный редактор А.М. Музафаров. – Т.: «Фан», 1980. 152 с.
10. Фурман И.В. Техника безопасности в мелиоративном строительстве. – М.: «Колос», 1979. 183 с.

11. Юнусов И.И. Флора и растительность биологических прудов и полей испарения сточных вод в Узбекистане - Т.: «Фан», 1983. 72 с.

V Дополнительная литература

1. Абдуллаев И.Х. Рациональное использование водных ресурсов в орошаемом земледелии (на примере Бухарского оазиса Республики Узбекистан) - автореф. дисс. канд. тех. наук. - ТИИМ, Т.: 2005. 25 с.

2. Альмуфейди А.А. Очистка сточных вод в биологических прудах Йемена - автореф. дисс. канд. тех. наук. - М.: 1999. 26 с.

3. Быстров. А.С., Варанкин В.В., Виленский М.А. и др. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. – М.: «Экономика», 1986. 96 с.

4. Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в орошение и осушение земель и обводнение пастбищ (Методика). - М.: «ВНИИГиМ», 1972. 36 с.

5. Ирмухамедова Л.Х., Фырлина Г.Л. Методические указания по выполнению курсового проекта «Организация и технология работ по строительству земляной плотины с бетонной облицовкой». - Т.: ТИИМ, 2006. 33 с.

6. Лихачев Н.И., Ларин И.И и др. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. – М.: «Стройиздат», 1981. 639 с.

7. Муратов А.Р., Фырлина Г.Л. Методические указания по выполнению расчетно-графического задания «Строительство каналов одноковшовыми экскаваторами» по дисциплине «Организация и технология гидромелиоративных работ». - Т.: ТИИМ, 2006. 33 с.

8. Нормативы прибавки урожая от водно-мелиоративных факторов и оценка других результативных составляющих реконструкции орошаемых земель. Узбекский Государственный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт мелиорации и водного хозяйства. – Т.: 2000. 40 с.
9. Рекомендации по устройству биологических оксидационных контактных стабилизационных (БОКС) прудов в небольших населенных пунктах/Всесоюзный НИИ по сельскохозяйственному использованию сточных вод. – М.: 1987. 33с.
10. Таварткиладзе И. М., Тарасюк Т. П., Доценко М. И. Очистные сооружения водоотведения: справочник - Киев: «Будивэльнык», 1988. 252 с.
11. Томин Е.Д. Справочник по механизации мелиоративных работ (в зоне орошаемого земледелия). Под ред. канд. техн. наук Е.Д. Томина. - М.: «Колос», 1974. 375 с.
12. Хасанов А. Биологическая очистка сточных вод птицефабрик. автореф. дисс. канд. биол. наук - Институт микробиологии. Т.: 1995. 25 с.
13. Шоякубов Р.Ш. Пистия телорезовидная: биология и использование. автореф. дисс. канд. биол. наук - Институт ботаники. Т.: 1991. 42 с.
14. ISO. (2001): Duckweed Growth Inhibition, Determination of Toxic Effect of Water Constituents and Wastewater to Duckweed (*Lemna minor*). ISO/WD 20079 DIN AK "Biotese", В 155с.
15. KADLEC, R.; WALLACE, S. (2008): Treatment Wetlands- 2nd Ed. ISBN 978 - 1 - 56670 - 526 - 4.
16. OMAR, M. (2010): Improvement of Detention Ponds with Respect to Salinity. Dissertation. Technical University, Berlin. 140 p.
17. SHILTON, A.; HARRISON, J. (2003): Guidelines for the Hydraulics Design of Waste Stabilization Ponds. ISBN 0 - 473 - 08735 - 9.

VI Периодические издания, статистические сборники, отчеты

1. Аму-Бухоро» ирригация тизимлари хавза бошкармаси кошидаги гидрогеология мелиоратив экспедициясининг техник хисоботи. Бухоро: 2011. 133 б.
2. Аму-Бухоро» ирригация тизимлари хавза бошкармаси кошидаги гидрогеология мелиоратив экспедициясининг техник хисоботи. Бухоро: 2013. 141 б.
3. Безднина С.Я., Куприянов О.И. Система «БИОКОМ» биохимической очистки возвратных вод: RU Патент №2001887 C1, МПК⁵ C02F 3/34.– Заявка №4941094/13; заявлено 23.04.1991; опубл. 30.01.1993.
4. Безднина С.Я.; Куприянов О.И. Устьевое водоохранное сооружение: RU Патент № 2060970 C1, МПК⁶ C02F 3/32. – Заявка № 93012936/26; заявлено 12.03.1993; опубл. 27.05.1996.
5. Безднина С.Я.; Овчинникова Е.В. Система регулирования качества коллекторно-дренажных вод: RU Патент № 2168470 C1, МПК⁶ C02F 3/32.– Заявка № 99104245/12; заявлено 03.03.1999; опубл. 10.06.2001.
6. Журба М.Г., Любина Т.Н. Способ биологической очистки воды от солей: RU Патент №2094392 C1, МПК⁶ C02F 3/32.– Заявка №5043833/25; заявлено 14.03.1992; опубл. 27.10.1997.
7. Катанская В.М. Материалы для изучения продуктивности зарослей водных растений дельты р. Аму-Дарьи. – Труды лаб. озеровед. АН СССР, т.10, М.: 1960. 354 с.
8. Конторович И.И. Сооружение для очистки и регулирования качества дренажных вод: RU Патент № 2358916 C1, МПК⁶ C02F 3/32. – Заявка № 2007143033/15; заявлено 20.11.2007; опубл. 20.06.2009.
9. ҚХА-7-060 - сонли «Коллектор -зовур сувлари минерализациясини биологик усулда камайтириш орқали улардан суғорма дехқончиликда кенг фойдаланиш (Бухоро воҳаси мисолида) - мавзусида илмий тадқиқот иши бўйича ҳисобот (Оралик). – Бухоро.: 2012. 52 б.

10. Мочалов И.П., Сомова Л.А., Коломейцева В.М. Применение мутагенеза для интенсификации биологической очистки сточных вод. Механическая и биологическая очистка сточных вод и обработка осадков предприятий агропромышленного комплекса: Сборник научных трудов/ВНИИ водоснабжения, канализации, гидротехнических сооружений и инженерной гидрогеологии; редколлегия: Швецов В.Н. (ответственный научный редактор) и др. – М.: ВНИИ ВОДГЕО, 1986. 136с. - 73-77 с.
11. Отчет о НИР по теме: «Решение проблемы по оздоровлению и охране окружающей среды, очистка сточных вод и обеспечение экологической безопасности путем применения специальных штаммов микроводорослей и вермикультур в экологически бедственных районах Узбекистана» (Приаральский район Каракалпакстана и другие районы РУз). - Т.: 2005. 97 с.
12. Сельское хозяйство Узбекистана. Статистический сборник. – Т.: 2011, 160 с.
13. СНиП 2.04.03.85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: 1986. 674 с.
14. Узбекистан в цифрах. Статистический сборник. Т.: 2011, 160 с.
15. Хабиров Р., Шпиз Л., Киршина Е., Жданова В., Шаповалова Л., Ижицкая М., Ким Ю. Итоги реализации проекта «Разработка технологий снижения засоленности коллекторно-дренажных вод для повторного использования в Республике Узбекистан» с привлечением гранта правительства Республики Корея // "Экология хабарномаси - Экологический вестник". – Т, 2011. - №10 (127). – 52-56 с.
16. Храбров М.Ю.; Шейнкин Г.Ю.; Шумаков Б.Б.; Губер К.В. Гидромелиоративная система: RU Патент № 2064030, МПК E02B 11/00. Заявка № 5049267/15; заявлено 23.06.1992; опубл. 20.07.1996.
17. BUCKLEY J.; RUSTAGI, J.; LAUGHLIN, J. (1996): Response of *Lemna minor* to Sodium Chloride and a Statistical Analysis of Continuous

Measurements for EC50 and 95% Confidence Limits Calculation. *Contam. Toxicol*, 57: 1003 - 1008.

18. BARJENBRUCH, M. (2006): Usage of Wastewater Lagoons - Operation, Dimensioning, Design. Proceedings of Workshop Water, Wastewater and Waste, Yarmouk University, Irbid – Jordan, 10 - 12.09. 2006.

19. DE CARVALLO, R.; BROMILOW, R.; GREENWOOD, R. (2007): Uptake of Pesticides from Water by Curly Waterweed *Lagarosiphon* and Lesser Duckweed *Lemna minor*. *Journal of Pest Management Science*, 63 (8): 789 - 797.

20. DOORENBOS, J. & KASSAM, A.H. (1979). Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33. Rome, FAO.

21. ELSAESSER, D.; HAUCK, E., SCHULZ, R. (2007): Mitigation of Pesticides Pollution in Vegetated Agricultural Surface Waters: The Role of Vegetation. 2nd International Symposium on Wetland Pollutant Dynamics and Control (WETPOL 2007), 140: 302 - 304.

22. FAO/RNE.; WHO/EMRO. (2003): Proceedings of the Expert Consultation for Launching the Regional Network on Wastewater Re-use in the Near East. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, Regional Office for the Eastern Mediterranean, Cairo.

23. FLOWERS, T.; TROKE, P.; YEO, A. (2004): The Mechanism of Salt Tolerance in Halophytes.

24. GOSSETT, D.; BANKS, S.; MILLHOLLON, E.; LUCAS, M. (1996): Antioxidant Response to NaCl Stress in a Control and NaCl-Tolerant Cotton Cell Line Growth in the Presence of Paraquat, Buthionine Sulfoximine, and Exogenous Glutathione. *Plant Physiology*, 112: 803 - 809.

25. HERNANDEZ, J.; DEL RIO, L.; SEVILLA, F. (1994): Salt Stress-induced Changes in Superoxide Dismutase Isozymes in Leaves and Mesophyll Protoplasts from *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *New Phytol*, 126: 37 - 44.

26. HINKELMANN, R. (2005): Efficient Numerical Methods and Information-Processing Techniques for Modelling Hydro- and Environmental

Systems. Lecture Notes in Applied and Computational Mechanics, Vol. 21, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

27. IQBAL, S. (1999): SANDEC Report No. 6/99: Duckweed Aquaculture, Potentials, Possibilities and Limitations for Combined Wastewater Treatment and Animal Feed Production in Developing Countries. Dept. of Water & Sanitation in Developing Countries, SANDEC, Swiss Federal Institute for Environmental Science & Technology, EAWAG.

28. JACQUOT, J. (2008): Article: Duckweed: The Pollution Cleaning, Climate Change Fighting Super Food, Los Angeles, 07.09.08.

29. JORDAN, T.; WHIGHAM, D.; HOFMOCKEL, K.; PITTEK, M. (2000). Nutrient and Sediment Removal by a Restored Wetland Receiving Agricultural Runoff. *Journal of Environment Quality*, 32: 1534 - 1547.

30. JOURNEY, T.; SKILLIKORN, P.; SPIRA, B. (1991): Duckweed Aquaculture: A New Farming System for Developing Countries. Emena Tec. Department, World Bank: 125.

31. KESSLER, E.; JASSON, E. (1994): Wetlands and Lakes as Nitrogen Traps. *Special Issue of Ambio*, 23: 319 - 386.

32. LASFAR, S.; MONETTE, F.; MILLETTE, L.; AZZOUZ, A. (2007): A New Approach to Evaluate the Effects of Temperature, Photoperiod and Phosphorusnitrogen Concentrations on Duckweed Growth under Controlled Eutrophication: *Journal of Water Resources*, 41 (11): 2333 - 2340.

33. MOUSTAFA, M.; HAMRICK, J. (2000): Calibration of the Wetland Hydrodynamic Model to the Everglades Nutrient Removal Project. *Journal of Water Quality and Ecosystem Modelling*, 1: 141 - 167.

34. OBEK, E.; HASAR, H. (2002): Role of Duckweed (*Lemna minor*) Harvesting in Biological Phosphate Removal from Secondary Treatment Effluents. *Fresenius Environmental Bulletin (FEB)*, 11 (1): 27 - 29.

35. ORON, G., WILDSCHUT, L.; PORATH, D. (1984): Wastewater Recycling by Duckweed for Protein Production and Effluent Renovation. *Water and Science Technology*, 17: 803 - 817.

36. RAMEY, V.; SCHARDT, J. (2004): Plant Management in Florida Waters, Center for Aquatic and Invasive Plants, University of Florida, IFAS, Gainesville, and Department of Environmental Protection, Bureau of Invasive Plant Management, Tallahassee.
37. RAUEN, W.; LIN, B.; FALCONER, R.; TEIXEIRA, E. (2008): CFD and Experimental Model Studies for Water Disinfection Tanks with Low Reynolds Number Flows. *Journal of Chemical Engineering*, 137: 550 - 560.
38. REINHARDT, M.; GACHTER, R.; WEHRLI, B.; MULLER, B. (2000): Phosphorus Retention in Small Constructed Wetlands Treating Agricultural Drainage Water. *Journal of Environment Quality*, 34: 1251 - 1259.
39. ROUT, N.; SHAW, B. (2000): Salt Tolerance in Aquatic Macrophytes: Possible Involvement of the Antioxidative Enzymes. *Journal of Plant Science*, 160: 415 - 423.
40. SMITH, D.; MCKENZI, M.; BOWE, C.; MARTIN, D. (2004): Uptake of Phosphorus and Nitrate using Laboratory Cultures of *Lemna minor* L. *Journal of Florida Scientist*, 67 (2): 105 - 117.
41. STEIDL, J.; KALETTKA, T.; EHLERT, V.; QUAST, J.; AUGUSTIN, J. (2008): Mitigation of Pressures on Water Bodies by Nutrient Retention from Agricultural Drainage Effluents Using Purification Ponds. The 10th International Drainage Workshop of ICID Working Group on Drainage Helsinki, Finland/ Tallinn, Estonia, July 6 - 11 th 2008. ISBN 978 - 951 - 22 - 9469, 5: 187 - 194.

VII Интернет-сайты

1. http://www.cawater-info.net/5wwf/bishkek08/pdf/atalyev_ru.pdf
Аталыев А. Устойчивое управление дренажными водами на трансграничном уровне – 5 Всемирный водный форум, Стамбул (Турция). 2009
2. <http://www.breegs.uz/page/buharskaya-oblast>
Бухарская область

3. http://www.icwc-aral.uz/15years/pdf/nazarmamedov_ru.pdf

Назармамедов О. Технология биоинженерной очистки дренажных вод Туркменистана от ядохимикатов – Мероприятия по случаю 15-летней годовщины МКВК, Алматы (Казахстан), 2007

4. <http://www.niec.ru/Met/met010.htm>

Хачатуров Т.С., Красовский В.П., Лойтер М.Н. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений (1980г). - М.: Изд-во «Экономическая газета» № 2 и № 3, 1981.

5. <http://www.fao.org/nr/water/docs/AquaCropChapter1.pdf>,

<http://www.fao.org/nr/water/aquacrop.html>

FAO crop-model to simulate yield response to water