

Министерство сельского хозяйства РФ
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный
аграрный университет»

Е. В. Кузнецов, А. Е. Хаджиди

**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ
МЕЛИОРАТИВНЫЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
АГРОЛАНДШАФТОВ**

Монография

Краснодар
2014

УДК 631.6
К-891

Рецензенты:

С. М. Григоров — д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой
«Мелиорация земель и природообустройство»
Волгоградского ГАУ;

С. А. Владимиров — канд. с.-х. наук, профессор Кубанского ГАУ

Кузнецов Е. В., Хаджиди А. Е.

К-891 Сельскохозяйственный мелиоративный комплекс для устойчивого развития агроландшафтов: монография / Е. В. Кузнецов, А. Е. Хаджиди. — Краснодар: изд-во ЭДВИ, 2014. — 200 с.

ISBN 978-5-901957-97-4

Для сохранения агроресурсного потенциала агроландшафтов разработан сельскохозяйственный мелиоративный комплекс, который обеспечивает охрану сельскохозяйственных земель от техногенного воздействия агропромышленного комплекса, повышает качество природной среды путем применения адаптированных технологий. В систему сельскохозяйственного мелиоративного комплекса входят технологии полной утилизации отходов перерабатывающих предприятий АПК, направленные на охрану агроландшафтов и водных объектов от загрязнений.

Эффективность сельскохозяйственного мелиоративного комплекса при защите агроландшафтов от подтопления и переувлажнения обеспечивается применением адаптированной земельно-охранной системы.

ISBN 978-5-901957-97-4

© Кузнецов Е. В.,
Хаджиди А. Е., 2014

ВВЕДЕНИЕ

Основными ресурсами территорий РФ в удовлетворении населения продуктами питания являются климатические, земельные и водные ресурсы, которые постоянно находятся в динамике сельскохозяйственного производства. Ресурсы истощимы, нуждаются в охране от технологических воздействий, которые обуславливают их постепенную деградацию. В сельскохозяйственном производстве, помимо эффективных способов интенсивного возделывания культур, требуется разработка новых технологий охраны ресурсов, которые были бы адаптированными к условиям изменяющейся природной среды, направленными на сохранение и восстановление агроресурсного потенциала агроландшафтов.

Устойчивое развитие агроландшафтов в современных условиях ведения сельского хозяйства не может эффективно выполняться без комплексных мероприятий охраны земель. Как показали исследования в области мелиорации и охраны земель, применение отдельных видов мероприятий не всегда эффективно решает задачи повышения агроресурсного потенциала агроландшафтов (АРП). Для устойчивого развития агроландшафтов необходимо создание системы охраны сельскохозяйственных земель, которая обеспечит получение высокой конкурентной урожайности сельскохозяйственных культур. К такой системе относится сельскохозяйственный мелиоративный комплекс.

Сельскохозяйственный мелиоративный комплекс — система природоохранных мероприятий, направленных на восстановление, охрану агроресурсного потенциала агроландшафтов и сохранение почвенной среды от загрязнений с помощью ресурсосберегающих и адаптированных технологий, для получения высоких и конкурентных урожаев сельскохозяйственных культур.

Сельскохозяйственный мелиоративный комплекс (СМК) с позиции климатической доктрины Российской Федерации создавался и внедрялся в производство, как одно из важнейших условий достижения высоких показателей в сельскохозяйственном производстве, в соответствии с основными положениями Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы.

В состав структуры СМК входят адаптированные земельно-охранные системы (АЗОС), которые обеспечивают охрану земельных и водных ресурсов от техногенных загрязнений. АЗОС применяются для охраны агроландшафтов от подтопления и переувлажнения в бассейнах рек, где сосредоточены плодородные земли. ЗОС адаптированы к любым условиям изменения природной или техногенной среды. Для выполнения мероприятий по охране земель и водных ресурсов в составе АЗОС имеются ресурсные модели «агроландшафт — технология», которые изменяют, восстанавливают агроландшафты путем использования адаптированных технологий.

В агропромышленном комплексе имеется проблема загрязнения окружающей среды от отходов предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции. Отходы, в виде производственных стоков попадая на агроландшафты, вызывают деградацию земель, загрязняют грунтовые воды и водные объекты. Воздушная среда поражается вредными выбросами химических веществ. Для решения данной проблемы возникает необходимость в разработке адаптированных ресурсосберегающих технологий утилизации отходов сельскохозяйственного производства. Технологии должны отвечать требованиям охраны земельных и водных ресурсов, условиям адаптации к изменяющейся среде, повышать агроресурсный потенциал и мелиоративное состояние

агроландшафта и в конечном итоге обеспечивать высокие и конкурентные урожаи сельскохозяйственных культур.

Система СМК позволяет создавать технологический замкнутый цикл, на основе которого создаются инновационные, адаптированные, ресурсосберегающие технологии для круглогодичной и полной утилизации отходов, охраны ландшафтов и водных объектов от загрязнений. В составе СМК лежат инновационные схемы и процессы утилизации отходов, позволяющие производить круглогодичную утилизацию жидких и твердых отходов от предприятий, участвующих в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции. Для этого разработаны и внедрены комплексные локальные очистные сооружения для консервных заводов и спиртзаводов, которые, используя биологический метод очистки производственных стоков, обеспечивают нормативные условия полной утилизации отходов переработки сырья.

Контроль над адаптированными технологиями выполняется с помощью «модели риска», которая позволяет выполнять оценку агроресурсного потенциала до и после применения технологий, оценить мелиоративное состояние агроландшафта, установить, в каком экологическом состоянии находится данная территория.

Перспективным способом утилизации отходов предприятий АПК являются сельскохозяйственные поля орошения (ЗПО). Для круглогодичной безотходной утилизации жидких отходов сельскохозяйственного производства и охраны окружающей среды возникает необходимость в дальнейшей модернизации и более широком внедрении ЗПО.

1 ПРОБЛЕМА ОХРАНЫ АГРОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА АГРОЛАНДШАФТОВ

1.1 Проблема устойчивого развития агроландшафтов

В современных условиях интенсивное развитие сельского хозяйства не может эффективно выполняться без комплексных мероприятий по охране сельскохозяйственных земель от различных видов деградаций: подтопления, переувлажнения и иссушения, засоления, осолонцевания, загрязнения агроландшафтов и др. Под воздействием негативных факторов происходит снижение агроресурсного потенциала, падение плодородия почвы и, как следствие, уменьшение урожайности сельскохозяйственных культур [62, 126, 273, 277, 295, 284].

Агроресурсный потенциал (АРП) агроландшафтов включает земельные, водные и климатические ресурсы, которые находятся в динамике сельскохозяйственного производства, испытывают постоянное воздействие природных и техногенных факторов. Агроресурсный потенциал определяет уровень развития современного сельского хозяйства.

Хозяйственная деятельность АПК, в частности получение конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции, ее переработка и утилизация продуктов отхода, в различной степени влияет на устойчивое развитие агроландшафтов. При возделывании сельскохозяйственных культур и переходе от традиционных к современным адаптированным технологиям возникает потребность в мелиорации сельскохозяйственных земель. Например, в Краснодарском крае в результате хозяйственной деятельности около 30 % сельскохозяйственных угодий находятся

в состоянии подтопления и переувлажнения, из севооборота ежегодно по этой причине выводится около 200 тыс. га пахотных земель [76, 93, 100, 217, 236]. Изменение водного и теплового режимов территорий увязывается с изменением климата не только на территории Краснодарского края [50], но и с глобальным потеплением климата на планете. На Кубани произошло перераспределение среднегодовой суммы осадков: большая часть стала выпадать в осенне-зимний период, когда испаряемость с поверхности территории уменьшается, а поверхностный и подземный сток увеличивается [50, 70]. И, как следствие, подтопление и переувлажнение территорий. В летний период наблюдается иссушение почвогрунтов из-за повышения солнечной радиации, понижения уровня грунтовых вод, особенно — на степных территориях юга России. Ресурсные изменения агроландшафта и водных объектов можно рассматривать, как *постепенное преобразование климатического ресурса территорий.*

На состояние АРП агроландшафтов и водных объектов оказывает влияние не только подтопление и иссушение, но и загрязнение производственными сточными водами различных предприятий агропромышленного комплекса, обмеление степных рек, что приводит к деградации территорий. Можно установить три основных вида деградации ресурсов от деятельности АПК:

1) деградация агроландшафтов от избытка влаги в почве в осенне-зимний период [48, 184, 189, 282] и иссушения почвы в вегетационный период при выращивании сельскохозяйственных культур [47, 100, 193, 279, 286];

2) деградация агроландшафтов и водных объектов от загрязнений сточными водами перерабатывающих предприятий агропромышленного комплекса [44, 58, 210, 260, 285];

3) деградация степных рек от обмеления русел, которое связано с водной и воздушной эрозией прибрежных ланд-

шафтов, хозяйственной деятельностью, нерациональным использованием водных ресурсов, несогласованностью участников водохозяйственного комплекса [80, 126, 133, 137, 271].

Повлиять на климатические ресурсы для сохранения земельных и водных ресурсов практически невозможно. Поэтому охрана земель и водных объектов для повышения ресурсного потенциала должна выполняться в системе управления СМК.

Периодическое подтопление и загрязнение приводит агроландшафты к состоянию «экологического кризиса». Если на деградированные агроландшафты оказывает дополнительное воздействие загрязнение от сбросных вод перерабатывающих предприятий, агроландшафты из стадии «экологического кризиса» переходят в стадию «экологической катастрофы» и становятся непригодными для возделывания сельскохозяйственных культур [129].

Орошение культур становится одним из основных инструментов для получения конкурентных урожаев, а новые адаптированные технологии восстановления агроресурсного потенциала агроландшафтов для сохранения плодородия почв — неотъемлемой частью Государственной доктрины социально-экономического развития страны [211]. Источниками орошения являются степные реки, которые практически полностью изменили гидрологический режим стока за счет отложений алеврита в руслах. Иловые отложения на 60–80 % перекрывают русла рек. Оросительная способность рек упала, степные реки мелеют [80, 133, 126, 137, 271].

Возникла региональная проблема восстановления водности южных степных рек. Решение этой важной проблемы путем расчистки рек позволит эффективно развивать орошение на плодородных землях, восстановить рыбоводство, обеспечить воспроизводство рыбных ресурсов территорий.

В настоящее время актуальна проблема, связанная с загрязнением агроландшафтов и водных объектов от хозяйственной деятельности перерабатывающих и животноводческих предприятий АПК. Заводы для переработки сельскохозяйственной продукции используют большие объемы чистой воды, которая после технологических процессов сбрасывается в городские или поселковые очистные сооружения, затрудняя их работу [210, 260], в водные объекты [58], в лагуны, на земледельческие поля орошения [44, 285]. В результате происходит загрязнение грунтовых вод, которые наполняются вредными химическими веществами отходов. Загрязненные грунтовые воды мигрируют по территории. На оросительных системах при поливе культур может происходить подъем уровня грунтовых вод (УГВ), почва деградирует от подтопления и загрязняется вредными веществами. Воздушная среда вокруг лагун и полей орошения заражается выбросами химических веществ, поступающих в атмосферу [18, 40, 44].

Проблему можно решить за счет разработки и внедрения эффективных адаптированных технологий утилизации производственных сточных вод заводов по переработке сырья и животноводства. ЗПО — наиболее эффективное решение проблемы утилизации жидких отходов, так как поля орошения можно располагать в непосредственной близости от объектов АПК. На ЗПО осуществляют орошение технических и кормовых культур очищенными сточными водами [57, 68, 152, 275, 288]. Эффективность утилизации полностью зависит от качества сбросных производственных стоков. Поэтому для очистки производственных сточных вод надо разрабатывать новые эффективные локальные очистные сооружения. Сооружения должны быть адаптированными к производственной мощности предприятий, простыми в эксплуатации, не загрязнять окружающую среду. Очищенные производственные стоки можно применять для

различных целей: обводнения территорий, орошения для производства кормов, оборотного водоснабжения.

На перерабатывающих и консервных предприятиях АПК недостаточно выполняется очистка стоков, неочищенная вода сбрасывается непосредственно в водные объекты или используется для орошения сельскохозяйственных культур на небольших участках площадью до 10–20 га. При этом применяются устаревшие дождевальные машины, режим орошения и техника полива в изменяющихся климатических условиях не обеспечивают эффективность производства сельскохозяйственных культур при поливе. Высокая интенсивность искусственного дождя образует поверхностный сток, который выносит пестициды из почвы в водоемы, размывает плодородный слой, заливает водоемы.

Для охраны агроресурсного потенциала, восстановления деградированных от подтопления, переувлажнения и загрязнений агроландшафтов отходами продуктов переработки сельскохозяйственной продукции необходима разработка адаптированных земельно-охранных систем (АЗОС). Эти системы позволят научно обосновать направление по решению проблемы охраны и восстановления ландшафтов от деградаций, в которых основным инструментом будут адаптированные технологии. АЗОС входит в систему СМЖ, являются его подсистемой. АЗОС — это гибкая подсистема, которая может изменяться в зависимости от ее назначения, решения поставленной цели.

Гибкость структуры АЗОС позволяет разрабатывать в составе адаптированных технологий мероприятия для охраны ландшафтов от техногенных воздействий. Как показали исследования в области мелиорации и охраны земель [6, 53, 126, 127, 234, 273, 277, 284, 296, 298], разработка отдельных видов мероприятий не всегда эффективно решает задачи повышения агроресурсного потенциала агроландшафтов. Для решения проблемы устойчивого развития

АРП, сохранения плодородия почв необходим системный подход в структуре СМК.

Считаем, что системный подход устойчивого развития агроландшафтов необходимо рассматривать, как одно из важнейших условий достижения высоких показателей в сельскохозяйственном производстве. Для решения поставленной проблемы необходимы разработка отдельных элементов, модернизация имеющихся компонентов СМК, которая обеспечит условия для устойчивого развития агроландшафтов путем внедрения комплекса мероприятий, направленных на сохранение агроресурсного потенциала сельскохозяйственных земель, получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур [121, 126, 217, 275, 276, 277].

Из анализа научных работ [52, 62, 140], постановлений Правительства РФ по охране земельных и водных ресурсов агроландшафтов [211, 268] установлено, что имеется проблема сохранения и восстановления АРП плодородных земель. Ее можно решить путем разработки системы СМК, где основными составляющими будут адаптированные земельно-охранные системы, *новые адаптированные технологии* для агропромышленного комплекса в условиях изменения климата [121, 129, 182-184, 286].

1.2 Анализ техногенного изменения агроландшафтов

Изменение климата негативно отражается на ресурсах агроландшафтов. Произошло перераспределение осадков по сезонам внутри года. Наметилась устойчивая тенденция гумидности климата на Кубани. Это обусловило более значительную деградацию агроландшафтов от природных и техногенных воздействий. Размеры подтопления и пере-

увлажнения, загрязнения и эрозии почвы возрастают. Подтопление агроландшафтов приняло более значительные масштабы. Техногенное воздействие на почву усугубляется применением необоснованных объемов пестицидов при обработке полей, а на водные ресурсы — сбросом неочищенных стоков в водные объекты от переработки продукции. Агроландшафты переходят в стадию техногенных, а водные объекты деградируют.

Поэтому для локализации и предотвращения сложившихся в последнее время чрезвычайных ситуаций в сельском хозяйстве необходимо применить *комплексный подход к мелиорации и охране* переувлажненных и подверженных деградации земель, который будет обеспечивать уменьшение техногенных воздействий и влияния изменчивости климатических факторов на АРП. Данная проблема широко рассматривается в работах ученых А. И. Голованова [53], И. П. Айдарова [7, 8], Е.В. Кузнецова [93, 126, 127], В. Н. Щедрина [307], Г. В. Шевченко [295, 296], А. Е.Хаджиди [273, 277, 284] и др. [77, 78, 146, 171, 172], И. П. Кружилина [120], М. С. Григорова [59], А. Д. Гумбарова [62], С. М. Васильева [32], Л. В. Кирейчевой [104, 105], которые считают, что для охраны агроландшафтов необходим комплекс природоохранных мероприятий. Он включает систему сельскохозяйственных технологий для получения конкурентной продукции и мелиоративные технологии, направленные на обеспечение этой деятельности. Поэтому эффективного ведения сельского хозяйства можно достичь комплексно с использованием адаптированных ресурсосберегающих технологий охраны техногенных агроландшафтов.

Проблему охраны техногенных агроландшафтов Е. В. Кузнецов, Г. В. Шевченко [130, 297], А. Е. Хаджиди [277] рассматривают комплексно с выделением 2 этапов.

Первый этап охраны техногенных агроландшафтов включает: разработку системы СМК в пределах бассейна реки;

концепцию мелиорации и охраны земель от подтопления и переувлажнения с выделением бассейнов степных рек по причинам, ведущим к деградации сельскохозяйственных земель; адаптированные земельно-охранные системы (АЗОС) в пределах бассейна реки.

Второй этап включает: мониторинг техногенных агроландшафтов; прогноз по подтоплению и переувлажнению, прогноз изменения водно-солевого режима агроландшафтов, ресурсные риски адаптированных технологий; ресурсные модели охраны агроландшафтов от взаимодействия климатических и антропогенных факторов; оценку загрязнений переувлажненных земель сельскохозяйственного назначения [130, 142, 214].

Техногенные агроландшафты используются для возделывания сельскохозяйственных культур, на которых должны выполняться адаптированные технологии для сохранения и восстановления АРП агроландшафтов, охраны поверхностных и подземных вод. Поверхностный и подземный сток, формирующийся на переувлажненных агроландшафтах, более загрязнен, чем сток с территорий, защищенных от переувлажнения [132, 214, 292]. Наиболее существенное загрязнение поверхностного и грунтового стока определяется техногенными факторами. К ним относятся: обработка полей пестицидами; загрязнение и заиление водоприемников алевритом; загрязнение земель нефтепродуктами и перемещение их грунтовыми водами в водоприемники; загрязнение от биогенных элементов почвы; загрязнение территорий стоками животноводческих ферм и сточными производственными водами перерабатывающих предприятий.

Химические препараты, вносимые на сельскохозяйственные поля, впоследствии с переувлажненных земель легко вымываются в водоприемники грунтовыми водами. Органические вещества в поверхностном и подземном стоке

содержатся в растворенном и нерастворенном состоянии. На долю суспензий приходится около 90 % общего количества окисляющихся веществ, присутствующих в стоке [18, 54, 72, 132, 214]. Химическое потребление кислорода взвесями поверхностного стока составляет 0,3–0,5 мг/мг. Полное биохимическое окисление достигается через 25–30 суток. Соотношение $\text{БПК}_{\text{полн.}}/\text{БПК}_5$ в среднем составляет 2,5–3,0.

Поверхностный сток вследствие неправильной распашки полей и снижения доли трав в севооборотах выносит значительное количество мелкозема в водные объекты, вызывает их загрязнение и заиление. Донные отложения нарушают жизнедеятельность микроорганизмов, что отрицательно сказывается на биоценозе и процессах самоочищения [109, 133, 148]. Содержание нефтепродуктов в поверхностном и подземном стоке вызывает изменение органолептических свойств воды, загрязнение изменяет запах, увеличивает мутность воды, придает воде окраску.

Кроме перечисленных загрязнений, в поверхностном стоке и грунтовых водах могут содержаться биогенные элементы, соединения тяжелых металлов, специфические примеси и бактериальные загрязнения, вызванные нарушением технологии утилизации животноводческих стоков и перерабатывающих предприятий АПК.

Значительной проблемой является деградация плодородных земель, вызываемая подтоплением и переувлажнением. Например, в предгорной зоне Краснодарского края площадь переувлажняемых земель составляет около 179 тыс. га, или 66,5 % от общей площади агроландшафтов зоны. Решение проблемы подтопления и переувлажнения, а также снижение загрязнения земель можно выполнить только при помощи комплексных мелиораций, используя 2-этапную схему восстановления их плодородия [178, 204, 281].

Принятые программы на уровне Правительства РФ по плодородию и мелиорации почв [118] направлены на повышение эффективности сельскохозяйственного производства. Мелиорация почв обеспечивает высокий уровень производства, поэтому следует разрабатывать ресурсосберегающие инновационные технологии по охране техногенных агроландшафтов, эффективные схемы защиты сельскохозяйственных земель от подтопления и переувлажнения. А для охраны техногенных агроландшафтов и водных объектов от загрязнений необходима разработка адаптированных технологий полной утилизации отходов предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции.

Анализ выполненных ранее научных исследований [6, 53, 93, 126, 127, 273, 277, 284, 296, 298, 301] показывает, что эффективное развитие сельского хозяйства не может выполняться без комплексных мероприятий охраны сельскохозяйственных земель в бассейнах степных рек, на территориях которых сосредоточены плодородные земли юга России. Поэтому деградация агроландшафтов бассейна степных рек приведет к снижению продовольственной безопасности России.

Для защиты от деградации агроландшафтов следует разрабатывать адаптированные земельно-охранные системы для бассейнов рек. АЗОС бассейнов рек должна учитывать природно-климатические условия территорий, включать мониторинг УГВ, риски применения адаптированных технологий для сохранения АРП береговых ландшафтов, изменение энергоресурсов для получения единицы конкурентной продукции. Это приведет к изменению агроландшафтов и водных объектов, к более устойчивому новому техногенному состоянию, что сведет к минимуму деградацию сельскохозяйственных земель от засоления и загрязнения и других воздействий в зависимости от различных ситуаций

производства в агропромышленном комплексе [93, 193, 272, 273, 284].

Для охраны агроландшафтов от загрязнений сточными производственными стоками предприятиями АПК необходим комплекс мероприятий по очистке, подготовке, транспортировке и утилизации стоков. Наиболее адаптированными технологиями утилизации очищенных сточных вод заводов по переработке сырья является орошение очищенными производственными сточными водами технических или кормовых культур [57, 68, 152]. Надо отметить, что действующие технологии требуют доработки методов очистки стоков, используют неэффективные способы подготовки сточных вод к очистке, при этом качество очистки снижается [69, 72, 147].

Это обуславливает необходимость разработки комплексных локальных очистных сооружений (КЛОС) по подготовке сточных вод (СВ) к утилизации для каждого перерабатывающего предприятия АПК. Решение проблемы позволит не только успешно выполнять охрану окружающей среды, но и повышать эффективность использования производственных стоков при орошении сельскохозяйственных культур, сохранять АРП агроландшафтов.

Следует отметить прогрессирующую деградацию береговых ландшафтов в степной зоне Краснодарского края, на которые оказывают влияние подпор уровня в степных реках, наличие замкнутых бессточных понижений на полях, а также перераспределение осадков внутри года. На значительной части водосборной площади бассейнов степных рек сформировался высокий уровень грунтовых вод [76, 278].

Процессы эрозии почвы, смыва алеврита с полей, заболачивания русел рек обеспечили снижение водности степных рек. Реки обмелели, зарастают водной растительностью, качество воды в реках значительно ухудшилось [109, 148, 271]. Для повышения водности степных рек необходимы

гидромелиоративные мероприятия: внедрение земельно-охранных систем в бассейнах рек степной зоны [93, 282]; устройство дренажных систем [6, 114, 149]; создание сети мониторинга для контроля за водными объектами и ландшафтами [48, 137]; расчистка русел рек [126, 133]; восстановление водоемов и регулирующих сооружений [77, 80, 137]; осушение подтопленных и переувлажненных земель путем отвода избыточных вод из замкнутых понижений через каналы и ложбины [184, 189].

Для повышения АРП техногенных агроландшафтов гидромелиоративные мероприятия должны выполняться в комплексе с мероприятиями по охране сельскохозяйственных земель от деградаций, к которым относятся:

- разработка и внедрение адаптированных инновационных технологий по утилизации очищенных СВ на сельскохозяйственных полях орошения;
- применение современной дождевальной техники с низкой интенсивностью дождя для сохранения плодородия почвы;
- разработка и внедрение эффективных и инновационных ЛКОС на предприятиях АПК для подготовки СВ к полной утилизации на ЗПО;
- мелиоративные севообороты ЗПО;
- разработка эффективных способов транспортировки очищенных СВ для утилизации на ЗПО.

Следовательно, охрана сельскохозяйственных земель содержит комплексный подход — это гидромелиорация техногенных агроландшафтов и мероприятия по охране агроландшафтов от техногенных загрязнений.

2 ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ОХРАНЫ АГРОЛАНДШАФТОВ ОТ ДЕГРАДАЦИЙ

2.1 Причины и факторы, обуславливающие подтопление агроландшафтов

Причины переувлажнения и подтопления земель подразделяются на естественные (зональные), местные (внутризональные) и антропогенные. Как отмечают ученые К. М. Авакян [1], И. П. Айдаров [6–8], В. П. Амелин [10, 11], С. В. Астапов [12], А. И. Бараев [16], П. Н. Березин [20], А. И. Голованов [51], А. М. Думбляускас [75], Ф. Р. Зайдельман [91], Е. В. Кузнецов [130, 134, 135], В. Ф. Вальков [30], Ю. А. Штомпель [305] и др. [5, 8, 28, 30, 31, 37], климатические условия обуславливают зональные причины. Обычно формирование устойчивого переувлажнения агроландшафтов наблюдается в периоды, когда количество осадков превышает величину испарения. Так в Краснодарском крае это происходит зимой и в первой половине весны.

Согласно долгосрочным прогнозам ученых произойдет увеличение частоты появления следующих друг за другом годов с высокой суммой осадков в холодный период. Следовательно, возрастет количество переувлажненных агроландшафтов, т. е. переувлажнение земель уже не следует рассматривать как непредсказуемое редкое бедствие. Можно считать, что переувлажнение земель — это регулярное природное явление. Например, в период 1995–1999 гг. произошло не отмечавшееся за прошедший столетний период редкое сочетание четырех избыточно влажных лет подряд; сумма осадков в указанные годы превышала средние многолетние величины на 30–50 % [50, 70, 290].

Подтопление и переувлажнение сельскохозяйственных земель связано с водным режимом почвогрунтов и определяется явлением поступления влаги в почву, передвижением, накоплением в различной форме. Количественная оценка воздействия почвенной влаги на физико-химические процессы, структуру и агрегатный состав, физико-механические свойства широко рассмотрены учеными И. П. Айдаровым [8], С. В. Астаповым [12], Н. Ф. Бондаренко [21], Т. Ф. Бочко [23], А. И. Будаговским [25], Г. В. Воропаевым [43], Г. В. Добровольским [65, 66], Т. И. Закржевским [92], Е. В. Кузнецовым [131, 134, 135, 139], А. Е. Хаджиди [274], Г. В. Шевченко [293–296, 299], Э. Чайлдсом [290] и др. [17, 23, 27, 60, 64, 86–88, 102, 103, 110–113, 139, 167, 190, 192, 201, 213, 215, 305].

Одним из основных мелиоративных методов для определения причин и факторов, обуславливающих подтопление и переувлажнение сельскохозяйственных земель, как отмечают ученые Е. В. Кузнецов [123, 127, 132, 139], А. Е. Хаджиди [281, 283], Ф. Р. Зайдельман [89, 90], В. Н. Лопатин [150], Л. Н. Соколовская [258], И. Д. Черниченко [291], В. М. Шестаков [302] и др. [14, 156, 176, 223, 229, 247–251, 257, 264], является мониторинг режима грунтовых вод.

В задачу мониторинга входит исследование динамики уровня грунтовых вод, обуславливающее подтопление сельскохозяйственных земель. Мониторинг учитывает:

- геоморфологию рельефа;
- гидрографическую сеть рек;
- почвенный покров;
- уровень грунтовых вод;
- осадки, испарение и их перераспределение по периодам года.

Также учитываются антропогенные факторы, влияющие на подтопление сельскохозяйственных земель:

- интенсивное ведение сельского хозяйства на агроландшафтах;
- глубина плужной подошвы;
- распашка полей на водоохранных зонах;
- возведение перегораживающих сооружений на реках;
- строительство трубчатых переездов и мостов через водные преграды;
- строительство автомобильных и железных дорог;
- закладка лесополос без продуманной схемы отвода избыточных вод с полей.

Факторы, обуславливающие подтопление сельскохозяйственных земель, достаточно рассмотрены учеными, однако следует продолжить исследования в данном направлении, для того чтобы обобщить действие факторов, влияющих на перемещения влаги в почве при подтоплении и переувлажнении сельскохозяйственных земель.

2.1.1 Причины изменения мелиоративного состояния агроландшафтов Кубани

Территория Краснодарского края по геоморфологии рельефа разделяется на пять основных районов.

1. Азово-Кубанская низменность включает: лессовые эрозионно-аккумулятивные плиоценово-четвертичные равнины; аллювиально-аккумулятивные равнины с покровом лесов и современные дельтовые аллювиальные равнины.

2. Таманский полуостров представляет собой холмистый рельеф, расположенный на плиоценовых четвертичных структурах.

3. Кубанская наклонная равнина представляет собой аллювиальную террасированную местность.

4. Низкие, средние и высокие горы.

5. Сельскохозяйственные земли расположены во всех основных районах Кубани, на которых интенсивно ведется сельскохозяйственное производство.

Как отмечается учеными Е. В. Кузнецовым [93, 122–124], И. Д. Черниченко [293–296, 299], А. Е. Хаджиди [48, 278] и др. [171, 172], наиболее трудоемкой, но и самой плодородной с позиций выращивания основных культур является территория Азово-Кубанского бассейна. Здесь на почвы негативно воздействуют природные и антропогенные факторы, вызывая подтопление и переувлажнение сельскохозяйственных земель, приводя их к деградации.

Высокое залегание уровня минерализованных грунтовых вод на территории бассейна приводит не только к подтоплению и переувлажнению плодородных земель, но и к их вторичному засолению.

Постройка водохранилищ, строительство и эксплуатация рисовой оросительной системы в дельте р. Кубани привели к резкому изменению природных условий. В крае был создан новый антропогенный рельеф и естественный водный режим был заменен искусственным. Как отмечают ученые Е. Н. Будько [27], Е. Б. Величко [37], В. П. Дорошенко [73], А. И. Голованов [53], Ф. Р. Зайдельман [88], Е. В. Кузнецов [128, 130, 134], и др. [142, 151, 201, 267, 293–296, 300, 309], переувлажнение почв стало зависеть от антропогенного воздействия в большей степени, нежели чем от природных факторов. Это также повлияло на изменение климата в Краснодарском крае, как и глобальное потепление в целом. Изменение водного режима стало негативно отражаться на современной территории Краснодарского края. Произошло перераспределение осадков и солнечной радиации по периодам года. В осенне-зимний период количество осадков увеличилось на 30 % по сравнению со средней многолетней нормой за этот же период [50]. Во вре-

мя вегетации сельскохозяйственных культур на Кубани наблюдаются устойчивые засухи.

Равнинная часть края представлена Азово-Кубанской низменностью, которая содержит долины степных рек Понура, Кирпили, Бейсуг, Албаша, Челбас, Ея. Также имеется разветвленная балочная система. В долинах степных рек выражена пойма, которая местами заболочена и имеет заросли камыша и тростника. На востоке и юго-востоке встречаются балки с пологим рельефом. Территория, примыкающая к морю, представляет собой дельтовый район степных рек и р. Кубань с многочисленными ериками, протоками, плавнями и лиманами. Отметки поверхности земли на этой территории колеблются от 0 до 2–3 м.

Почвенный покров земель равнинной части края в сельскохозяйственном производстве представлен черноземами обыкновенными, типичными и выщелоченными и зависит от географического положения района. Значительная часть плодородных земель, используемых в сельском хозяйстве, находится на Приазовской Правобережной равнине, где сосредоточено до 75–80 % черноземных почв. Второе место по распространению типов почв занимают гидроморфные почвы, которые приурочены к низовьям Кубани, где в основном сосредоточены рисовые системы [1, 5, 30, 31 и др.].

Небольшая часть сельскохозяйственных земель представлена серыми и бурыми лесными почвами, приуроченными к предгорной части края, занимающими площадь менее 5 % от общей площади всех сельскохозяйственных угодий.

Значительные различия в климате на территории края обуславливаются географическими условиями и разнообразным ландшафтом. Распределение осадков по территории края также неравномерное. На равнинной, большей части края, они составляют 500–600 мм, в предгорных районах — 700–800 мм, в горах и субтропиках Черноморского

побережья до 800–1200 мм, а на северо-западной равнинной части колеблются от 200 до 300 мм.

Как было отмечено выше, при подтоплении способность впитывания влаги почвой недостаточно изучена, следовательно, располагая данными, дающими представление о потенциальной способности почвы противостоять деградации.

Мониторинг сельскохозяйственных земель, проведенный в Краснодарском крае в 1997 и 1998 гг., выявил около 550 тыс. подтопленных и переувлажненных сельскохозяйственных земель [70, 76, 204, 205, 291, 295, 300, 305]. Это явление — подтопления и переувлажнения агроландшафтов в Краснодарском крае — стало принимать масштабный характер.

Естественный режим грунтовых вод изменяет хозяйственная деятельность человека. В зонах избыточного увлажнения поверхность грунтовых вод искусственно понижается путем дренирования территории. В орошаемых районах при избыточных поливах и усиленной фильтрации из каналов уровень грунтовых вод повышается. Создание прудов и водохранилищ на степных реках также является причиной подъема уровня грунтовых вод [22, 48, 142, 158, 160, 167, 179, 279 и др.].

При прохождении по степным рекам паводков 1–5 % обеспеченности происходит подъем уровня грунтовых вод на 2–3 м, что влечет за собой подтопление значительных территорий и населенных пунктов. Избыточная вода скапливается в пониженных местах рельефа, образуются временные водоемы на сельскохозяйственных угодьях, вымочки площадью 100–300 га [80, 126, 137]. Данное явление продолжает прогрессировать на территории Краснодарского края.

В таблице 2.1 представлены данные динамики распространения подтопленных и переувлажненных земель по территории Краснодарского края для низменности р. Кир-

пили Азово-Кубанского бассейна. Как видно из таблицы 2.1, для рассмотренных районов края произошло значительное увеличение площадей подтопленных и переувлажненных сельскохозяйственных земель. Исключение составляет Каневской район, где были проведены комплексные мелиорации, направленные на охрану сельскохозяйственных земель от подтопления. Следует отметить, что особенно подвержены подтоплению сельскохозяйственных угодий территории Калининского, Тимашевского, Динского и Брюховецкого районов. В Павловском районе площади подтопленных сельскохозяйственных земель увеличились в 3,4 раза [216–218].

Угрозе подтопления в значительной степени подвержены сельскохозяйственные земли в результате сочетания одновременно двух основных факторов: природных и антропогенных.

Таблица 2.1 — Динамика подтопленных и переувлажненных сельскохозяйственных земель по годам наблюдений (данные «Кубаньгипрозем» и «Кубаньводпроект»)

Наименование районов	Общая площадь, тыс. га			Подтопление, тыс. га			Подтопление, %		
	1972 г.	1988–1989 гг.	1997 г.	1972 г.	1988–1989 гг.	1997 г.	1972 г.	1988–1989 гг.	1997 г.
Кореновский	116,0	116,7	110,7	3,8	6,5	15,1	3,3	5,5	13,6
Калининский	—	111,5	105,5	—	20,6	24,1	—	18,5	22,8
Тимашевский	191,2	121,8	114,2	21,7	12,5	15,9	11,3	10,3	13,9
Павловский	234,0	152,2	144,4	1,7	4,9	15,8	0,7	3,2	10,9
Каневской	109,4	186,3	178,6	5,7	16,0	17,4	3,0	18,5	9,7
Брюховецкий	110,9	107,9	102,6	4,0	5,3	17,8	3,6	4,9	17,3

На территории Краснодарского края в 1997—1998 гг. в осенне-зимний период произошло значительное выпадение осадков в виде снега, переходящих в затяжные дож-

ди. В результате природного рядового явления русла рек водопропускные сооружения под дорогами не справились с паводковыми расходами. Обстановка обострилась в связи с удлинением пути прохождения паводка за счет нерасчищенных русел рек от наносов, лесополос, кустарников и деревьев, которые создавали дополнительный подпор паводковым водам.

В результате подпора уровня паводковых вод степных рек дорогами, лесополосами прогрессируют замкнутые понижения, размеры которых из года в год возрастают. Подтопление рекой вызывает аккумуляцию вод в балочных понижениях, которые оказывают существенное влияние на подъем УГВ, приводя сельскохозяйственные земли к переувлажнению и деградации от вторичного засоления и заболачивания.

В таблице 2.2 приведены факторы, которые оказали наибольшее влияние на подтопление и переувлажнение сельскохозяйственных земель в 1997–1998 гг.

Таблица 2.2 — Распространение подтопленных сельскохозяйственных земель в зависимости от антропогенных и природных факторов (1997 г.)

Наименование районов	Подтопление сельскохозяйственных земель, га				
	всего	замкнутые понижения	подпор дорогами и лесополосами	балочные понижения	подтопление рекой
Кореновский	15100	7383	5716	2000	0
Калининский	24083	9838	14245	0	0
Тимашевский	15865	6624	6941	2300	0
Павловский	15844	1669	2314	11711	150
Каневской	17383	4675	7539	5089	80
Брюховецкий	17768	1364	16404	—	—

Как видно из представленных данных в таблице 2.2, антропогенные факторы обуславливают негативную обстановку на сельскохозяйственных землях, где подпор воды дорогами и лесополосами оказывает существенное влияние на сельскохозяйственное производство. В Павловском районе распространение подтопления вызвано балочными понижениями [218].

Подтопление сельскохозяйственных земель расширило границы деградированных почв степных районов Азово-Кубанского бассейна.

Рост подтопления обусловлен хозяйственной деятельностью человека. В большинстве районов процессы подтопления и переувлажнения агроландшафтов рассматриваются однобоко, т. е. недостаточно уделяется внимание характеру распространения этих явлений. Запасы влаги в почве также не вполне объективно учитываются. Следовательно, необходимо изучить характер распространения влажности и ее воздействия на почвогрунт при подтоплении сельскохозяйственных земель.

Для научного обоснования характера распространения влажности в почвогрунте при подтоплении необходимо разработать модели движения подземных вод [246–251].

2.2 Анализ способов осушения подтопленных сельскохозяйственных земель

Для осушения избыточно увлажненных земель применяют следующие методы [14, 41, 75, 94, 100, 101, 108, 114, 213, 229, 296, 314, 315]:

- ускорение поверхностного стока (отвод воды по поверхности осушаемого участка);
- ускорение стока по пахотному слою (отвод воды через пахотный слой по поверхности подпахотного горизонта);

- ускорение внутреннего стока (понижение уровня грунтовых вод);
- уменьшение притока воды на осушаемую территорию (ограждение участка от притока воды со стороны);
- ускорение просачивания воды в подпочвенные слои (увеличение влагоемкости почвенного профиля).

Выбор метода осушения зависит от причины избыточного увлажнения, почвенно-литологических, гидрогеологических условий участка, а также от предполагаемого хозяйственного его использования.

Учеными разработаны рекомендации по комплексно-механизированному строительству закрытого горизонтального дренажа, по мелиорации переувлажненных земель [62, 106, 127, 201, 213, 215, 223, 225, 248, 257, 258, 302, 311].

В Краснодарском крае применяют мелиоративные приемы, направленные на поддержание оптимальной влажности в корнеобитаемом слое растений, которые применяются как для отвода избыточной влаги с поверхности, так и из почвы. Важно рассматривать мелиоративные приемы с точки зрения охраны сельскохозяйственных земель. К мелиоративным приемам относятся: планировка поверхности; выборочное бороздование; узкозагонная вспашка; профилирование поверхности поля; гребневая вспашка, или нарезка гребней; кротование подпахотного слоя; глубокое рыхление подпахотного слоя.

В зависимости от способа отвода избыточной воды и степени регулирования водного режима почвы мелиоративные приемы обработки почвы можно разделить на три группы.

Первая группа — приемы, обеспечивающие быстрый отвод избыточной воды по поверхности почвы и частично по пахотному слою. К ним относится планировка, выборочное бороздование, узкозагонная вспашка и профилирование поверхности поля. А. И. Клишко [108], Е. В. Кузнецов, Г. В. Шевченко [130] считают, что величина расстояния

между бороздами оказывает значительное влияние на величину поверхностного стока. Так при ширине загонов 8–14 м модуль стока составляет 11,4 л/с с 1 га, при ширине загона 17–22 м — 2,9 л/с с 1 га. Поперечный уклон полос оказывает влияние на модуль стока. При уклоне 1,0 % модуль стока 0,3 л/с с 1 га, при уклоне поперечной полосы 6,3 % модуль стока 3,1 л/с с 1 га. Таким образом, при большем уклоне поверхности и меньшей ширине узкозагонной вспашки модуль стока выше.

Наиболее удобно планировку проводить летом на паровых полях, подготавливаемых к посеву озимых культур. Однако ее можно выполнять на полях севооборота осенью или весной при соответствующей влажности почвы. Наилучшая влажность почвы для проведения планировки — 10–15 % (по весу) для легких почв и 19–24 % средних и тяжелых почв [127, 291, 299].

Агромелиоративные мероприятия этой группы ускоряют просыхание пахотного слоя в ранний весенний период и сокращают период переувлажнения этого слоя после обильных дождей, предохраняя сельскохозяйственные культуры от вымокания. Ученые Е. В. Кузнецов, Н. П. Дьяченко, А. Е. Хаджиди, Г. В. Шевченко [4, 130, 131, 134, 134, 237] считают, что эти приемы данной группы менее эффективно регулируют водно-воздушный режим почвы.

Вторая группа — приемы обработки, ускоряющие внутрипочвенный сток избыточной воды. Это гребневая и грядовая вспашка, создающая рифленую поверхность поля вследствие частой сети междугребневых и междугрядовых борозд. Ученые [130, 135] считают, что приемы второй группы обработки усиливают сток по пахотному слою и одновременно создают в нем дополнительный запас продуктивной влаги, то есть активно регулируют водно-воздушный, тепловой и пищевой режимы почвы в течение всего вегетационного

периода. Эти приемы следует проводить на более высоких участках полей.

Третья группа — приемы обработки, способствующие отводу воды по подпахотному слою. Это кротование, безотвальное рыхление подпахотного слоя и глубокая вспашка. Увеличивая влагоемкость почвенного профиля, они способствуют созданию дополнительных запасов продуктивной влаги в подпахотном слое. Такие приемы обработки наиболее активно регулируют водно-воздушный, тепловой и пищевой режимы почвенного профиля на землях, осушаемых открытым дренажем. Исследованиями ученых Е. В. Кузнецова, Н. П. Дьяченко, А. Е. Хаджиди Г. В. Шевченко [130, 131, 134, 135] и др. [87, 88, 222] установлено, что на глинистых почвах кротование и кротовый дренаж в 1,5–2 раза увеличивают дренажный сток при расстоянии между дренами 12–13 м и глубине заложения 0,8–0,9 м.

Наиболее быстрый отвод избыточной воды из пахотного слоя внутрипочвенным стоком обеспечивает кротование, которое усиливает аэрацию и активизирует все почвенные процессы. Кротование подпахотного слоя рекомендуется проводить, прежде всего, на плотных суглинистых почвогрунтах, осушенных закрытым дренажем. При хорошем качестве работ кротовины сохраняются в течение 2–3 лет, а благоприятное последствие их длится еще 1–2 года. На легких почвах этот прием менее эффективен, так как стенки кротовин быстро разрушаются и полости заплывают.

Правильное решение вопроса о расстояниях между дренами может быть получено комплексными исследованиями. Расстояние между дренами устанавливают в зависимости от требуемой глубины и скорости понижения уровня грунтовых вод.

Если необходимо заложить дренажи на водоупоре, то расстояние между ними вычисляют по формуле Роде [223]:

$$L=2 \cdot (T-H) \cdot \sqrt{\frac{K}{P}}, \quad (1)$$

где L — расстояние между дренами, м;

T — глубина заложения дрен, м;

H — требуемое понижение уровня грунтовых вод, м;

P — количество осадков, отводимых дренажем с 1 м^2 , $\text{м}^3/\text{сут}$;

K — коэффициент фильтрации, м/сут.

При глубоком залегании водоупора параметры дренажа рассчитывают по формулам С. Ф. Аверьянова [3], А. И. Ивицкого [97], А. Н. Костякова [119]. Наиболее важным параметром является коэффициент фильтрации.

Как правило, коэффициент фильтрации определяют полевыми методами по способу восстановления уровня воды в скважинах.

Для характеристики влагообеспеченности культур севооборота целесообразно учитывать лишь доступную почвенную влагу, которая накапливается в почве при ее увлажнении. А. М. Думбляускас [75] предлагает вычисления запасов доступной почвенной влаги производить по формуле:

$$W=0,1 \cdot h \cdot a \cdot (W_B - W_3), \quad (2)$$

где W — запасы доступной почвенной влаги, мм;

a — объемная масса почвы, $\text{г}/\text{см}^3$;

h — мощность слоя почвы, см;

W_B — влажность от абсолютно сухой почвы, %;

W_3 — влажность устойчивого завядания абсолютно сухой почвы, %.

Ученые П. А. Волковский и А. П. Тельцов [41] и др. предлагают вычислять запас влаги в слое прироста корневой системы растений по формуле А. Н. Костякова:

$$\Delta W = 100 \cdot h_{KC} \cdot \alpha \cdot r, \quad (3)$$

где ΔW — запас влаги в слое прироста корневой системы растений, м³/га;

h_{KC} — глубина распространения основной массы корней растений, м;

r — влажность почвы, % на абсолютно сухую почву к началу посева;

α — плотность почвы, т/м³.

Рассмотренные формулы удобны для практического использования в естественных условиях для конкретных случаев, но их использование не дает общей картины распространения влаги на рассматриваемом почвенном массиве. Эти зависимости, на наш взгляд, следует уточнить с учетом влияния распространения влажности в почвогрунте.

Выполнив анализ имеющихся теоретических работ по движению грунтовых вод и практических работ, используемых для осушения подтопленных сельскохозяйственных земель, можно сказать, что существует необходимость дальнейшего изучения почвенных процессов, таких как влияние уровня грунтовых вод на скорость фильтрации, на распространение влаги в почве. Также необходимо продолжать исследования в определении методов запасов влаги в почве для охраны от подтопления агроландшафтов.

Охрана агроландшафтов от подтопления должна включать в себя как рациональное использование природных ресурсов, так и анализ всех возможных последствий хозяйственной деятельности человека. Общий подход к этому вопросу состоит из комплексного учета всех причин и факторов, полученных при мониторинге агроландшафта с последующим управлением мелиоративным состоянием почв.

Необходимо разработать надежные методы прогноза развития процессов подтопления с последующим перехо-

дом к управлению параметрами, влияющими на влажность почвы, которая является основной составляющей нормы осушения.

2.3 Анализ технологий по утилизации отходов переработки сырья предприятий АПК

Развитие инвестиционного сотрудничества с зарубежными партнерами в области сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности [198, 262] поставило перед учеными агропромышленного комплекса инновационную цель — полную утилизацию производственных очищенных стоков при сохранении природной среды.

Установлено, что в производственных стоках после переработки отходов продуктов сельскохозяйственного производства содержится большое количество ценных питательных элементов для почвенной среды, которые вместе с оросительной водой могут поступать на агроландшафты при полной утилизации [35, 197, 262].

Учитывая дефицит водных ресурсов, данную проблему необходимо решать в период вегетации сельскохозяйственных культур, что позволит в значительной мере сохранить не только водные ресурсы, но и обеспечить снижение доз внесения удобрений на поля.

Выполнив анализ состояния вопроса по качеству производственных сбросных вод заводов по переработке отходов продуктов сельскохозяйственного производства, способам очистки стоков, доставки и утилизации стоков на ЗПО [138, 195, 210, 275, 285, 288, 305], установлено, что для достижения поставленной цели необходимо решить задачи:

1. Установить мощность и производственную программу комплексов АПК, перерабатывающих сельскохозяйственную продукцию.

2. Обосновать состав и количество производственных сбросных вод перерабатывающих комплексов.

3. Привести для данного состава производственных сбросных вод комплексную технологическую схему очистки стоков.

4. Продумать способы очистки, которые могли бы качественно очищать и сохранять необходимые питательные вещества в производственных сбросных водах для повышения агресурсного потенциала почв.

5. Обосновать способы доставки и утилизации очищенных производственных стоков.

6. Привести состав севооборота и средства внесения очищенных производственных стоков на агроландшафты для получения планируемого и конкурентного урожая сельскохозяйственных культур.

Поставленные задачи отражают единую технологическую последовательность выполнения операций для разработки *новых адаптированных, ресурсосберегающих технологий:*

1. *Технология очистки и подготовки производственных стоков к утилизации*, включающая локальные комплексные очистные сооружения современных заводов АПК по переработке отходов продуктов сельскохозяйственного производства.

2. *Технология полной утилизации очищенных стоков*, включая транспортировку, режим орошения, технику полива, организацию участка ЗПО, контроль утилизации стоков, прогнозы изменений АРП, технологию возделывания сельскохозяйственных культур на земледельческих полях орошения (ЗПО).

Решение проблемы должно включать три этапа:

1. Разработка общей схемы комплекса мероприятий для утилизации очищенных стоков на ЗПО.

2. Разработка схемы ЛКОС, где производится отдельная очистка производственных, хозяйственно-бытовых и

поверхностных стоков до нормативно допустимых сбросов для водоемов рыбохозяйственного назначения [202]. В основу этапа положено сохранение окружающей среды при очистке сточных вод.

3. Разработка полной схемы утилизации нормативно допустимых сбросов ЛКОС на сельскохозяйственных полях орошения, где обеспечивается охрана сельскохозяйственных ландшафтов от загрязнения при поливе технических культур дождевальными системами, повышение урожайности технических культур и сохранение плодородия почв.

Современное развитие технологий в области сельского хозяйства требует инновационных, новых методов утилизации отходов производства и, особенно, полной утилизации. В этом случае значительно снижаются затраты на переработку продукции сельского хозяйства за счет повышения эффективности безотходной технологии утилизации отходов. К таким методам производства можно отнести утилизацию отходов на сельскохозяйственных полях орошения, где подготовка и очистка стоков производится на инновационных ЛКОС.

Развитие сельскохозяйственных полей орошения сдерживается по ряду объективных причин: недостаточная изученность поведения в почве и растениях отдельных специфических веществ, содержащихся в сточных водах; трудность правильного подбора сельскохозяйственных культур; назначение рационального режима орошения, предотвращающего засоление и осолонцевание почвы; загрязнение грунтовых вод и индивидуальность выбора утилизации производственных сточных вод для каждого конкретного случая переработки сырья.

Производственные сточные воды, используемые на орошение, должны отвечать агрономическим требованиям, предъявляемым к поливной воде для получения высоких урожаев, полноценной качественной продукции, а также повышения плодородия почв и необходимой степени до-

очистки поливной воды [9, 99, 194, 212, 230, 253]. Сточные воды могут быть использованы на сельскохозяйственных полях орошения только после очистки и специальной подготовки. Различные методы очистки по-разному влияют на удобрительную ценность сточных вод [115, 208].

Современные технологии обеспечивают очистку сточных вод и животноводческих стоков [276, 288]. После очистки сточные воды поступают на специальные оросительные системы — оросительные системы сточных вод.

Оросительные системы сточных вод (ОССВ) предназначены для естественной почвенно-биологической очистки и доочистки предварительно подготовленных сточных вод и животноводческих стоков, повышения продуктивности земельных угодий и защиты водных источников от загрязнения [275, 285, 289].

С позиций полной утилизации сточных вод в современных технологиях имеется разрыв в процессах перехода очистки к процессам утилизации стоков. *Это проявляется в подготовке производственных сточных вод к полной утилизации*, где используются биологические пруды, обеспечивающие биологическую очистку и доочистку сточных вод перерабатывающих предприятий, животноводческих стоков, поверхностного и дренажного стока [68, 197, 262].

Для годового приема производственных СВ применяются ЗПО [191, 275, 285]. ЗПО являются наиболее эффективными мелиоративными объектами для приема очищенных СВ для полной утилизации отходов сельскохозяйственного производства [72, 210, 285]. На ЗПО можно эффективно выполнять следующие технологические операции: внесение сточных вод и животноводческих стоков одновременно с пахотой; дождевание на верхнюю отметку склона, засеянного многолетними травами (напуск СВ по склону); удобрительный полив СВ, которые содержат достаточные дозы питательных веществ для растений; почвенную очистку СВ, который

заключается в удержании, обезвреживании сточных вод активным слоем почвы за счет ее поглонительной способности (механической, физической, физико-химической, химической, биологической) и усвоении органических и минеральных веществ растениями, микроорганизмами и животными [156, 196, 227, 228].

Огромное количество отходов производства загрязняет окружающую среду [180, 207]. Особенно остро стоит проблема утилизации отходов сельскохозяйственного производства. Отходы хранятся в лагунах, на полях фильтрации, сбрасываются на ландшафты, в водные объекты. Это вызвано тем, что не имеется достаточно эффективных методов переработки, хранения и утилизации отходов сельскохозяйственного производства. Наиболее существенным требованием к утилизации отходов является подготовка СВ к использованию в сельском хозяйстве.

Отходы переработки продукции сельского хозяйства по объему значительны [180], разделяются на твердые и жидкие отходы. Отходы переработки оказывают негативное влияние на состояние окружающей среды [207, 210], особенно отрицательно влияет их скопление в специально отведенных местах сосредоточения — лагунах, отвалах [260]. В таких условиях хранения отходы загрязняют агроландшафт и водные объекты.

Для разработки эффективных технологий утилизации отходов необходим комплекс мероприятий по подготовке их к использованию на ЗПО. Одним из основных требований является дренированность территории, которая обеспечивает промывной режим почвы, что не создает предпосылок к накоплению токсичных солей [2, 15, 32, 55]. На суглинистых почвах следует применять дождевальные машины с насадками, обеспечивающие интенсивность дождя СВ меньшую, чем впитывающая способность почвы.

Сточные воды обладают химической агрессивностью по отношению к почвам и водам геосистемы [67, 69, 85]. Поэтому к СВ необходимо принять жесткие требования по активности ионов водорода (рН); концентрации токсичных солей; содержанию основных биогенных элементов (азот, фосфор, калий), микроэлементов, тяжелых металлов, органических веществ. При этом необходимо учитывать почвенно-климатические условия (коэффициент влагообеспеченности, емкость почвенного поглощающего комплекса, запасы гумуса, засоление и осолонцевание почв и др.); режим орошения; гидрогеологические и гидрогеохимические условия (автоморфные, гидроморфные условия, проницаемость грунтов, минерализация грунтовых вод и др.); биологические особенности выращиваемых культур и способы использования урожая.

С учетом химической активности СВ необходимо обосновать риски технологий, разрабатывать адаптированные технологии к природно-климатическим условиям агроландшафта, которые могли бы обеспечить охрану земель, повышение АРП, сохранение МСП. Поступление растворенных солей со СВ не должно приводить к критическому содержанию водно-растворимых солей в почве при годовом засолении 0,1%, при сезонном засолении 0,25 % [196]. Следует определять пригодность оросительной воды по суммарному содержанию токсичных солей и предотвращению процесса осолонцевания [56].

При орошении культур на ЗПО концентрация общего азота в водах не должна превышать для многолетних трав первого года 1,0, второго и последующих лет использования 1,5 и для зерновых культур 1,3 г/л соответственно [196]. Поэтому следует обязательно определять удобрительную ценность очищенных СВ.

Кроме рисков, необходимо осуществлять прогнозы изменения среды агроландшафта. Для сохранения среды

агроландшафта и повышения его потребительских свойств должны выполняться в адаптированных технологиях определенные требования к процессам подготовки, транспортировки, утилизации СВ.

Наиболее существенным требованием является охрана водоприемников [227] от загрязнений. Загрязнения накапливаются на агроландшафте и под действием поверхностного стока и дренажных вод поступают в водные объекты, откладываются на дне водоемов. Илистые донные отложения содержат вредные вещества для здоровья человека.

Сброс плохо очищенных производственных СВ вызывает цветение воды, угнетение гидробионтов, приводит к зарастанию водоемов тростником и камышом [164, 207].

Анализ способов очистки производственных СВ для использования на ЗПО.

Целью очистки является подготовка сточных вод к повторному использованию в производственных процессах или к спуску в водоемы либо на сельскохозяйственные поля орошения [165].

При выборе схем водоотведения должна учитываться техническая, экономическая и санитарная оценки существующих сетей и сооружений, предусматриваться возможность интенсификации работы очистки стоков.

При выборе системы водоотведения промышленных предприятий необходимо учитывать [42, 145, 170, 191]:

1) требования к качеству воды, используемой в различных технологических процессах;

2) количество, состав и свойства сточных вод отдельных производственных цехов и предприятия в целом, а также режимы водоотведения;

3) возможность сокращения количества загрязненных производственных сточных вод путем рационализации технологических процессов производства;

4) возможность повторного использования производственных сточных вод в системе оборотного водообеспечения или для технологических нужд другого производства, где допустимо применять воды более низкого качества;

5) целесообразность извлечения и использования веществ, содержащихся в сточных водах;

6) возможность и целесообразность использования бытовых и производственных сточных вод для орошения сельскохозяйственных и технических культур;

7) целесообразность локальной очистки сточных вод отдельных цехов предприятия;

8) самоочищающую способность водоема, условия сброса в него сточных вод и необходимую степень их очистки;

9) целесообразность применения того или иного метода очистки.

Процесс очистки сточных вод промышленного предприятия состоит из нескольких стадий, на каждой из которых могут применяться различные методы очистки стоков и соответствующее оборудование водоочистки. Наиболее приемлемым методом будет разделение процесса очистки сточных вод на четыре стадии, в соответствии с делением загрязнителей на основе их фазового состояния по классификации академика Л.А. Кульского [145].

На первой стадии очистки стоков необходимо избавляться от крупных взвешенных частиц и грубодисперсных эмульсий, нейтрализовать яды и убрать из сточных вод масла. Если таких загрязнений сточные воды не содержат, то необходимо начать очистку со *второй стадии*, на которой удаляются почти все механические примеси и при необходимости проводится подготовка воды для дальнейшей очистки, например, уменьшение агрессивности стоков, снижение неприемлемых концентраций отдельных загрязнителей. *На третьей стадии* происходит очистка сточных вод от всех загрязняющих компонентов до опре-

деленного уровня. Если этого не достаточно, то возникает необходимость в *четвертой стадии* очистки стоков, на которой применяются методы, позволяющие извлекать растворимые в воде соединения.

Применение конкретных методов очистки или их сочетаний на каждой стадии обработки стоков определяется химическим составом и физическими параметрами сточной воды. В зависимости от присутствия или отсутствия конкретных классов вредных факторов сточной воде можно пропускать некоторые стадии очистки. Но легко обнаружить, что вторая и третья стадии являются неотъемлемой частью любой схемы обработки сточных вод. Первая стадия, по сути, представляет предварительную обработку, а последняя — глубокую очистку сточных вод.

Все методы очистки делятся на следующие основные группы по основным используемым принципам: механические, физико-химические и биологические [85, 145, 164, 175, 308].

Одними из основных требований использования СВ на ЗПО является подготовка и использование сточных вод в сельском хозяйстве, которые регламентируются нормативными документами «Санитарные правила устройства и эксплуатации земледельческих полей орошения» № 3236–85 и «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения» СанПиН 2.1.7.573–96 [228], в которых указывается, что для орошения могут быть использованы хозяйственно-бытовые, промышленные и смешанные сточные воды после соответствующей подготовки на сооружениях механической очистки.

При сельскохозяйственном применении сточные воды должны способствовать сохранению и повышению плодородия почвы, получению продукции высокого качества. Орошение сточными водами не должно вызывать засоления, осолонцевания почвы, угнетения роста и развития

растений. Если состав сточных вод не соответствует агро-мелиоративным и санитарно-гигиеническим требованиям, то перед орошением проводят предварительную подготовку их: усреднение — отстаивание, нейтрализацию, изоляцию агрессивных стоков, длительное хранение, повышение удобрительной ценности [68].

Почвенно-биологический метод обезвреживания сточных вод в России применяется на площади не более 33 тыс. га, перспективные объемы использования сточных вод на орошение оцениваются до 17,4 км³/год; в том числе, в первую очередь, предполагается освоение на площади 98 тыс. га 169 млн м³ сточных вод предприятий пищевой промышленности, и на площади 152 тыс. га 306 млн м³/год сточных вод малых населенных пунктов [170].

Многолетняя практика показала, что утилизация и обезвреживание сточных вод на полях орошения, особенно перерабатывающих предприятий пищевой промышленности и хозяйственно-бытовых стоков, остается наиболее надежным, дешевым способом охраны водных ресурсов. Так, при орошении сточными водами сахарного, крахмально-паточного и гидролизного производства затраты окупаются в 6–8 лет [72, 163].

На качество воды большое влияние оказывают вещества, которые находятся в воде в различных концентрациях и фазовых состояниях. Избыточная концентрация некоторых из них может оказывать негативное влияние как на человека, так и на биологическую обстановку в природном водоеме. Поэтому при сбросе воды после технологического процесса необходимо проводить извлечение из стоков загрязняющих веществ и добиваться установленной предельно допустимой концентрации в сточных водах.

Для разработки адаптированных технологий по утилизации СВ производственных предприятий необходимо выполнять оценку характеристик сточных вод.

Производственные стоки образуются в результате технологических процессов переработки сырья и выпуска определенной продукции, а также при эксплуатации различного оборудования, систем, установок, аппаратов [85].

На каждом современном предприятии производственные сточные воды подразделяют на ряд категорий в зависимости от особенностей технологических процессов производства, состава, условий отведения, очистки и дальнейшего их использования. В наиболее общем виде производственные сточные воды характеризуются следующими категориями [116, 226].

1. Характеристики по степени загрязненности: загрязненные; малозагрязненные (условно чистые).

2. По характеру загрязненности: содержащие механические примеси; содержащие химические примеси; содержащие органические вещества смешанные.

3. Характеристика сточных вод по типу основного загрязнителя: содержащие ионы тяжелых металлов; нефте-содержащие; хромовые; вязкозные; фенольные; окрашенные.

4. Характеристика сточных вод по активной реакции среды — рН: нейтральные с $\text{pH} = 6,5\text{--}8,5$; кислые с $\text{pH} < 6,5$; щелочные с $\text{pH} > 8,5$.

5. По агрессивности: агрессивные (кислые, щелочные, цианистые, фторсодержащие и пр.); неагрессивные.

6. По отношению к биохимическому окислению: сточные воды, поддающиеся биологической очистке; сточные воды, не поддающиеся биологической очистке.

Количество и характеристику сточных вод, образующихся на промышленных предприятиях, определяют:

- типом промышленного предприятия;
- технологическим процессом производства;
- типом и качеством используемого сырья;
- качеством воды для технологических нужд;
- наличием систем оборотного водоснабжения.

Для разработки адаптированных технологий по утилизации производственных сточных вод необходимо учитывать ресурсосбережение и рациональное потребление воды, выход промежуточных продуктов, количество отходов производства.

Режим орошения производственными водами будет определяться составом культур севооборота, степенью очистки стоков, производственной программой предприятий по переработке сырья, природно-климатическими факторами, схемой водоотведения.

Количество и характеристики сточных вод определяют состав ЛЖОС, способ транспортирования очищенных производственных стоков, организацию ЗПО.

2.4 Анализ технологических схем, режима орошения и пригодности оросительной воды для утилизации на ЗПО

Оросительные системы сточных вод при предприятиях по переработке сельскохозяйственной продукции способствуют повышению эффективности производства АПК. ОССВ превращается в многоцелевую систему. Так повышается эффективность транспортировки СВ к месту утилизации, например, затраты на транспортировку животноводческих стоков (ЖС) по трубам снижаются 2,4 раза [185]; очищенные СВ можно применять непосредственно на ЗПО или смешивать, разбавлять чистой водой, они содержат большое количество питательных веществ для растений и могут использоваться в качестве удобрительных поливов [197, 208].

Установлено [35, 180, 196], что технологический процесс орошения СВ требует обоснования стадий: разделения стоков на твердую и жидкую фракции; транспортировки жидкой фракции на ЗПО с применением специальных на-

сосов; строительство специальных полевых накопителей большой вместимостью; смешения стоков с водой; модернизации дождевальных машин; режима орошения; создания экологически безопасных севооборотов ЗПО.

Следует отметить, что данный подход требует значительных затрат по использованию производственных сточных вод в сельском хозяйстве.

Изменение климата и загрязнение атмосферы оказывает негативное воздействие на водные ресурсы. Постепенное уничтожение и усилившееся загрязнение водных ресурсов получило широкое распространение во многих регионах мира [40]. Проекты рационального использования воды в целях освоения поверхностных и подземных источников водоснабжения и других потенциальных источников должны быть подкреплены одновременными мерами по охране вод и сведению к минимуму количества отходов. Новые технологии необходимы для обеспечения полного использования ограниченных водных ресурсов и охраны этих ресурсов от загрязнения.

Сельское хозяйство в настоящее время является самым крупным потребителем воды рек и водохранилищ. Использование воды на сельскохозяйственные нужды имеет наибольший удельный вес, достигая 60–70 % всех ресурсов. Высокая продуктивность орошаемых земель стимулировала резкое увеличение их площади во всем мире — она сейчас равна около 200 млн га, составляя около 1/6 всей площади посевов, орошаемые земли дают примерно половину сельскохозяйственной продукции.

Для сохранения качества водных ресурсов европейские страны в настоящее время предпочтение отдают СВ. Сточные воды отпускаются бесплатно, а капитальные расходы на организацию очистных систем вычитаются из налогооблагаемой базы [317].

Использование сточных вод пищевой промышленности при орошении обеспечивает очистку, утилизацию, обезвреживание и обеззараживание таких загрязнений, как взвешенные вещества, биогенные элементы (азот, фосфор, калий), органические вещества, а также микроэлементы. Фактическое применение минеральных и органических удобрений составляет лишь 10 % от потребности, поэтому утилизация стоков является существенным удобрительным фактором.

В комплексе водоохраных мероприятий большое значение приобретает естественный биологический метод очистки сточных вод для орошения в сельском хозяйстве. Создание земледельческих полей орошения позволяет решить ряд важнейших народнохозяйственных вопросов, связанных с очисткой и доочисткой сточных вод, охраной водных источников от загрязнения, и открывает большие перспективы для получения высоких и устойчивых урожаев за счет улучшения водного режима в почве и внесения в нее дополнительных питательных веществ, содержащихся в сточных водах.

В процессе минерализации сточной жидкости принимают участие многочисленные виды бактерий, микроорганизмы. Таким образом, создавая те или иные условия — отсутствие или доступ воздуха, — можно получить или гниение, т. е. минерализацию органических веществ при помощи анаэробных бактерий [24], или окисление их, т. е. разложение посредством аэробных бактерий [209, 270, 321]. Для очистки сточных вод биологическим способом, т. е. для переработки органических веществ в минеральные при помощи организмов, устраивают поля орошения, поля фильтрации и биологические станции. Первые два вида очистительных сооружений относятся к естественным процессам разрушения органических веществ организмами, или так называемым «почвенным» методам очистки [63, 96].

Земледельческие поля орошения в начале 20-го века являлись новым видом специально организованных угодий, которые проектировались и строились как ирригационно-мелиоративные системы [169, 289]. В современных условиях общая площадь орошения сточными водами в РФ превышает 100 тыс. га, среди которых около 30 % относится к категории ЗПО.

Новиков В. М. [166], проанализировав отечественный и зарубежный опыт использования сточных вод, отметил, что наиболее эффективно в сельском хозяйстве могут быть использованы сточные воды городов и поселков, разных предприятий пищевой промышленности. Рост и развитие промышленности сопровождается ежегодным увеличением объема сточных вод. Использование ЗПО стало одним из главных решений вопроса охраны водоемов от загрязнителей. Перспективность этого способа подтверждается опытом многих комбинатов [68, 69].

Многолетняя отечественная и зарубежная практика показала полную возможность эффективного использования бытовых и промышленных сточных вод для орошения. Эффект использования сточных вод в сельском хозяйстве очевиден:

1. Исключение сброса сточных вод в водоемы, а следовательно, отсутствие загрязнения водных объектов.
2. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур на 20–40 %.
3. Уменьшение объема использования чистых природных вод на 15–30 %.
4. Повышение плодородия почв за счет удобрительной ценности сточных вод.

Исследование рациональных способов использования СВ имеет исключительно важное значение как в деле сбережения водных ресурсов страны, так и в охране окружающей среды [303]. Применение сточных вод в сельском хозяйстве — одно

из мероприятий комплексного использования и охраны водных ресурсов [303]. Нагрузка производственных сточных вод на единицу площади должна быть ограниченной и зависеть от суммы полезных температур [19, 170].

Промышленные сточные воды, имея в своем составе высокое содержание биогенных элементов и органических веществ, создают угрозу загрязнения элементов окружающей среды и в первую очередь подземных и поверхностных вод. В то же время основная масса загрязнений — это элементы почвенного плодородия, изъятые при выращивании кормов и для сохранения естественного круговорота веществ, гарантирующего экологическое благополучие территории, они должны возвращаться в почву в целях повышения ее плодородия. При этом почвенные микроорганизмы минерализуют органические загрязнения, а продукты минерализации используются растениями для формирования урожая [303].

Земледельческие поля орошения обеспечивают практически полную очистку (доочистку) загрязненных сточных вод. Высокий природоохранный эффект земледельческих полей орошения подтверждается многолетним практическим опытом использования сточных вод в городах Одессе, Харькове, Москве, Самаре, Тольятти, а также зарубежным опытом использования сточных вод в зарубежных городах Мехико, Лондоне и др. [152].

Имеется положительный опыт орошения сточными водами в Волгоградской области. Земледельческие поля орошения г. Волжского в течение 30 лет принимали и эффективно использовали ежегодно около 25 млн м³ сточных вод на площади 5 тыс. га [147].

Ученые В. Т. Долина [69], В. А. Ковда [112], И. И. Тимоченко [263] и др. изучали возможность использования различных видов сточных вод для орошения сельскохозяй-

ственных культур, его влияния на продуктивность растений и изменение водно-физических свойств почвы.

Гостищев Д. П. [58] считает, что нормы загрязняющих веществ в производственных стоках при их использовании в качестве удобрений имеют принципиальные отличия от норм при их сбросе в природные водоемы, так как в почве загрязняющие вещества (биогенные элементы и органические примеси) подвергаются продолжительному воздействию почвенной микрофлоры, что повышает плодородие почвы. Научное обоснование этого вопроса дано в фундаментальных исследованиях о происхождении, развитии и свойствах почвы классиками естествознания В. В. Докучаевым [71], В. Р. Вильямсом [38], К. К. Гедройцем [45, 46].

Поглотительная способность складывается из нескольких видов поглощения, среди которых наибольшее значение имеют: поглощение, вызываемое объемом пор и действием поверхностных сил молекулярного и ионно-электрического происхождения (физическое поглощение) и вызываемое способностью микроорганизмов и корней растений усваивать питательные вещества (биологическое поглощение). В работах отечественных и зарубежных ученых А. А. Беккера [18], Л. С. Орлова [174], Л. Себелледи [252], и др. [316] отмечается высокая санитарная эффективность обезвреживания сточных вод на полях орошения.

Кроме физического и биологического видов поглощения, большое значение в очистке и обезвреживании сточных вод имеет также механическое, физико-химическое и химическое поглощение. Совокупность всех пяти видов поглощения определяет самоочищающую буферную способность почвы, отмечает в своей работе Е. И. Гончарук [54]. По данным исследований Е. Н. Мишустина [161] и А. М. Степанова [259], проводимых в различных почвенно-климатических условиях, установлена высокая поглотительная способность

различных почв по отношению к отдельным органическим веществам.

В настоящее время чаще всего задачи по очистке сточных вод решаются отдельно от задач по их применению, и воды, прошедшие биологическую очистку в очистных сооружениях, сбрасываются в природные водные источники.

Для применения сточных вод в сельском хозяйстве непременным условием является наличие станции биологической очистки. Лишь в том случае, когда сточные воды очищены в такой степени, они могут без каких-либо опасений отводиться в водоем при тщательном соблюдении санитарных предписаний, их можно использовать для сельскохозяйственных целей.

Поэтому перспективным направлением в орошении сточными водами будет разработка технических и технологических решений по распределению очищенных стоков на полях орошения. Таким образом, при разработке таких систем орошения необходимо учитывать и обосновывать основные факторы:

1. Режим орошения кормовых (технических) культур сточными водами.

2. Элементы техники полива при орошении сточными водами дождевальными машинами.

3. Величины поливных норм и их корректировка.

4. Технологии экологически безопасного распределения стоков дождевальными машинами.

5. Урожайность кормовых (технических) культур в зависимости от нормы стоков и уровня питания.

6. Содержание и вынос азота урожаем сельскохозяйственных культур при внесении фактической нормы стоков.

7. Влияние стоков на уровень ГВ и химический состав почв.

Обобщение исследований и технологий орошения стоками, как единого процесса с установлением связей между

составляющими элементами, позволит повысить уровень проектирования, строительства и эксплуатации оросительных систем с использованием очищенных сточных вод пищевой промышленности.

Н. С. Мусийчук и В. И. Шмаков [164] считают, что в перспективе оросительная система с использованием стоков должна быть предназначена не столько для их утилизации, сколько для получения запрограммированных урожаев при интенсивном кормопроизводстве, позволяющем создавать прочную собственную кормовую базу животноводческих комплексов. Решение экологических проблем возможно лишь при комплексном подходе, начиная с вопросов проектирования очистных сооружений, оросительных систем и заканчивая вопросами использования стоков на оросительных системах.

Для обоснования выбора технологий утилизации СВ необходимо тщательно обосновывать размеры земельных угодий и подбор сельскохозяйственных культур.

Для устройства полей орошения требуется отвод соответствующей земельной площади на достаточном расстоянии от населенных мест (не ближе 250 м). Почва должна обладать достаточной проницаемостью, так как на поля производится периодический напуск сточной жидкости (орошение), которая проникает в почву, где одновременно выращиваются сельскохозяйственные культуры. Размеры площадей ЗПО устанавливаются в зависимости от состава (концентрации) сточной жидкости, от свойств почвы, от климатических условий и от характера эксплуатации полей.

При определении размеров полей ЗПО необходимо предусмотреть запасные земельные площади, сверх фильтрующей площади, на случай выключения из действия части полей (от 5 до 10 %), а также на время зимнего орошения, если оно необходимо [63].

На выращивание сельскохозяйственных культур при орошении сточными водами в России действуют санитарные нормы [196, 227]. К этим культурам относятся технические, зерновые, силосные, кормовые растения, а также овощи, которые употребляются в пищу после термической обработки [228]. Исследования ученых В. П. Вавилова, В. В. Грищенко, В. С. Кузнецова [29], В. А. Руденко, М. Т. Левченко [224] показали, что наилучший экологический и экономический эффект получен при выращивании культур: кострец безостый, тимофеевка луговая, мятник луговой, овсяница луговая, двухкосточник тростниковый, люцерна, хлопок, хмель, горох, вика, соя, суданская трава и овес. А. Д. Дорошенко [72], В. И. Марымов [154] доказали, что обезвреживать жидкие отходы могут и почва, и растущие на ней культуры. К таким культурам относят кукурузу, сахарную свеклу, картофель, травы.

Орошением сточными водами многолетних и однолетних трав, а также других кормовых культур достигается высокая степень очистки, по санитарно-гигиеническим и бактериологическим показателям она составляет 90,0–99,9 %, а по химическим — 96,0–99,0 % [72, 155].

Для полного разложения веществ, поступающих со сточной водой, обработка почв и уход за посевами должны быть направлены на поддержание оптимального водно-воздушного режима, улучшение водно-физических свойств и повышение плодородия почвы. Это способствует созданию более благоприятных ветеринарно-санитарных условий использования полученной продукции.

Лугопастбищные травы, орошаемые сточными водами, развивают мощную корневую систему и образуют плотную дернину. Это создает благоприятные условия для хорошей очистки сточных вод на полях орошения: поливная вода, прошедшая через дернину и активный слой почвы, осво-

бождается от взвешенных и в значительной степени от растворенных веществ [228].

Наибольший эффект дает орошение сточными водами многолетних трав, которое обеспечивает получение с единицы площади максимума высококачественной кормовой продукции. В связи с этим большое значение имеют правильный подбор бобовых и злаковых трав и технология возделывания их на корм при орошении сточными водами [164].

Люцерна является одним из наиболее популярных растений, орошаемых сточными водами. Многие ученые пришли к выводу, что люцерну необходимо хорошо поливать с первого года жизни, тогда она развивает мощную корневую систему. В последующие годы необходимо поддерживать влажность почвы не ниже 80 % НВ [209, 210, 211, 212, 208, 213]. Применение научно-обоснованного режима орошения и правильный подбор срока скашивания (бутонизация — начало цветения) позволяют получить урожай зеленой массы до 1062 ц/га [117].

Кроме того, необходимо вести текущий надзор, при котором оценивается соответствие нагрузок проектным нормам и соблюдение карантинных сроков между поливом и уборкой урожая. Они должны составлять от 8 до 14 суток в зависимости от местных условий [117].

При орошении очищенные сточные воды, фильтруясь через почвенный слой, подвергаются активному воздействию многочисленных почвенных микроорганизмов. В результате сложного комплекса биологических и биохимических процессов происходит обогащение почвы органическим веществом и минеральными элементами. Использование стоков на удобрительное орошение позволяет уменьшить потребность хозяйств в минеральных удобрениях, повысить урожайность кормовых культур и предотвратить загрязнение водоемов.

Выбор режима орошения и техники полива зависит от химического состава сточных вод, почвенно-мелиоративных и климатических условий, размера орошаемой площади и ее рельефа, необходимости проведения только вегетационных поливов или круглогодичных поливов, вида получаемой продукции и характера ее использования. Распределение стоков по полю как завершающая операция технологии полива во многом определяет функционирование всей системы, а также качество полива, загрязнение воздуха и растений, размер санитарно-защитной зоны.

Для орошения культур используются способы: поверхностный полив, дождевание или подпочвенный полив. При применении способа полива дождеванием необходима дополнительная очистка сточных вод на очистных сооружениях. Для этого используются низконапорные среднеструйные аппараты и короткоструйные насадки [36].

Для равномерного распределения сточных вод по поливному участку, повышения степени очистки вод и урожайности сельскохозяйственных культур проводятся подготовка полей к вегетационным и вневегетационным поливам. Подготовка площадей для разных способов полива увязывается с рельефом местности, водно-физическими свойствами почвы, поливными культурами, климатическими условиями и заключается в эксплуатационной планировке поверхности, рыхлении верхнего слоя и тщательной обработке почвы.

Планировка является обязательным приемом при возделывании многолетних трав и кормовых культур, исключаящим вымочку посевов в микропонижениях. Ее рекомендуется осуществлять длинно-базовыми планировщиками в 3–4 прохода вдоль участка или по диагонали при вспаханной и продискованной почве и нормальном ее увлажнении [303].

Сточные воды после очистной станции по проложенным в земле трубопроводам подаются с помощью насосов к месту их использования. Здесь происходит распределение СВ по

трубопроводам, проложенным к участкам, которые нуждаются в поливе, причем последний отрезок трубопровода, на котором установлены дождевальные устройства, большей частью прокладывается над поверхностью земли. Для этой цели можно применять переносные оросительные трубы, соединяемые с помощью быстроразъемных муфт.

При применении полей фильтрации для очистки сточных вод на каждую единицу площади орошенного участка приходится достаточно большое количество сточных вод.

Для земледельческих полей орошения больших площадей путем дождевания требуется лишь дополнительное количество влаги, составляющее от одной четверти до половины количества естественных атмосферных осадков.

Так, количество воды, используемой для полива пшеничных культур, обычно составляет 130–150 мм, а луговых — около 250–300 мм в год. При таком незначительном количестве вносимой в почву влаги устройство дренажа, как это делается на полях фильтрации, не требуется.

Несмотря на простоту устройства дождевальной установки по сравнению с полями фильтрации, все же на полив земель с ее помощью расходуются значительные средства, поскольку прокладка трубопроводов обходится довольно дорого. Однако затраты на устройство земледельческих полей орошения окупаются за счет повышения урожайности выращиваемых на этих полях культур и утилизации сточных вод. Стоимость 1 м³ неочищенных сточных вод в городские (районные) очистные сооружения составляет 50–60 руб/м³.

Дополнительным преимуществом применения сточных вод для полива можно считать удобрение почвы содержащимися в них питательными для растений веществами. Это, прежде всего, азот, соли калия, фосфаты, а также остатки органических веществ [210].

В результате исследования проблемы загрязнения водных объектов и агроландшафтов при переработке сельскохозяйственной продукции можно сделать следующие выводы:

- при использовании сточных вод на сельскохозяйственных полях орошения при соответствующей подготовке сточных вод можно получить качественные корма и животноводческую продукцию, а также решить проблему рационального использования водных ресурсов с минимальными затратами;

- степень загрязнения сточных вод зависит от характера производства, вида перерабатываемого сырья, а также технологического процесса промышленных предприятий;

- сточные воды содержат различные органические вещества, микроорганизмы, растительные, животные и другие остатки, которые иногда трудно поддаются очистке. С развитием новых и совершенствованием действующих систем очистки технологические процессы обеспечивают эффективное удаление любых загрязнителей. Для очистки этих стоков требуются дополнительные мероприятия.

Способам очистки СВ посвящено большое количество научных трудов [63, 169, 263]. Рассмотрим основные способы очистки, которые использованы для утилизации СВ на ЗПО.

Механической очистке необходимо подвергать воду, загрязненную мусором, частицами грунта, другими грубо- и мелкодисперсными агентами. Для улавливания маслянистых веществ необходимо использовать маслоуловители, нефти — нефтеловушки, смолы — смолоуловители.

С помощью физико-химических методов очистки из сточных вод удаляют растворенные в них органические и неорганические соединения. Загрязняющие воду вещества осаждают с помощью гидролиза, электрогидролиза, ионного обмена, адсорбции, коагуляции, хлорирования, озонирования. Механически осветленные сточные воды

подвергают биологической очистке в естественных или искусственных условиях.

К естественным методам очистки относятся биологические пруды, поля фильтрации и поля орошения. В настоящее время на полях орошения по санитарно-гигиеническим условиям разрешено поливать следующие культуры: технические, зерновые, кормовые и силосные; однолетние и многолетние травы.

При использовании биологического метода загрязненную воду очищают с помощью микроорганизмов. В биологических прудах, аэротенках активизируется деятельность бактерий, простейших, коловраток, червей и др. В биофильтрах сточные воды пропускают через слой крупнозернистого материала, покрытого бактериальной пленкой. Действующее начало — бактерии, которые осуществляют процесс биохимического окисления и таким образом очищают воду от загрязняющих веществ.

В процессе очистки хозяйственно-бытовых стоков образуются очищенная вода и осадок. Чистая вода может применяться для орошения. Осадок содержит большое количество азота и фосфора и может использоваться как удобрение. Основная часть питательных веществ содержится в осветленных сточных водах. Поэтому использование осветленных сточных вод для орошения является наиболее эффективным мероприятием [44].

Рациональный путь охраны среды от загрязнений отходами — использование их в качестве вторичного сырья. Общеизвестно, что все страны, в первую очередь промышленные, должны развиваться в направлении «утилизированного общества», в котором все материалы будут потребляться многократно. Использование отходов в качестве сырья для производства необходимых для хозяйства продуктов имеет не только природоохранное, но и экономическое значение [49].

В настоящее время назрела необходимость создания предприятий, работающих по принципу природных биогеоценозов, т. е. безотходных производств. Большинство промышленных и аграрных предприятий работает в последовательности сырье — изделие — отходы. Здесь нет замыкающей стадии отходы — сырье, когда отходы должны служить сырьем для производства новых изделий.

Имеются данные, свидетельствующие о возможности создания бессточных и беструбных предприятий [74].

Забота государства о здоровье населения должна выражаться и в поощрении предприятий, внедряющих безопасные технологии утилизации и новые методы биомониторинга окружающей среды [44].

Вышесказанное позволило прийти к заключению о существовании крупной проблемы деградации агроландшафтов и водных объектов от предприятий, участвующих в процессе производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

Для решения данной проблемы необходимо создание концепции (единого подхода) мелиоративного комплекса, который обеспечивал бы устойчивое развитие территориальных бассейнов, где основными компонентами были бы агроресурсный потенциал агроландшафтов.

Создание ресурсных систем для управления плодородием агроландшафтов позволит разработать адаптированные, инновационные, ресурсосберегающие технологии, которые сводят к минимализации вред окружающей среде при утилизации отходов сельскохозяйственных предприятий.

3 ОБОСНОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МЕЛИОРАТИВНОГО КОМПЛЕКСА КАК СИСТЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АГРОЛАНДШАФТА

3.1 Сельскохозяйственный мелиоративный комплекс — система природного и техногенного компонента

Сельскохозяйственный мелиоративный комплекс должен обеспечить устойчивое развитие агроландшафта путем повышения агресурсного потенциала и мелиоративного состояния почвы для получения конкурентных урожаев сельскохозяйственных культур. Функционирование СМК в заданном режиме может выполняться только на системном уровне с включением подсистемы (природная среда — земельные и водные ресурсы), которая опирается на уровни (технологии), а уровни — на подуровни системы (процессы, обеспечивающие баланс веществ АРП и повышение мелиоративного состояния почвы). В процессы подсистемы включены адаптированные, ресурсосберегающие технологии, которые обеспечивают воспроизводство природной среды.

Следовательно, функционирование СМК обеспечивается в замкнутом цикле геосистемы на техногенном уровне — агроландшафте. В СМК входит природная среда, которая с помощью техногенных компонентов системы обеспечивает устойчивое развитие агроландшафта.

К природной среде геосистемы относятся земельные и водные ресурсы, что является основой производства сельскохозяйственных культур.

К техногенным компонентам системы СМК — комплекс мелиораций (гидромелиоративных, гидротехнических,

удобрительных, химических и других), обеспечивающих устойчивость системы и «воспроизводство» биоты. Используя системный подход, обосновали и разработали принципиальную схему модуля сельскохозяйственного мелиоративного комплекса, отображающую замкнутость циклов геосистемы (рисунок 3.1).

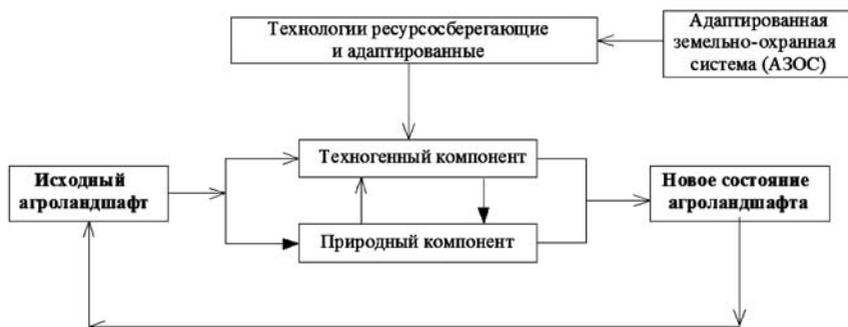


Рисунок 3.1 — Принципиальная схема модуля СМК

Замкнутость цикла системы является базой ее устойчивого существования и развития. Цикличность системы состоит в следующем.

В результате хозяйственной деятельности исходный агроландшафт (геосистема) переходит в «природно-техногенное «неустойчивое» положение системы», получает более низкий агроресурсный потенциал. Для восстановления агроресурсного потенциала агроландшафта необходимо на него воздействовать в равной степени, с одной стороны, ресурсосберегающими и адаптированными технологиями, с другой — техногенными компонентами системы.

При техногенном воздействии на геосистему в СМК природно-техногенный агроландшафт должен получать новое состояние с улучшенным агроресурсным потенциалом. Для восстановления и улучшения АРП необходимо применение «ресурсного метода» исследования СМК, который включает

комплексную оценку эффективности адаптированных и ресурсосберегающих технологий с учетом экономических и экологических показателей системы. Контроль учета основных параметров СМК обеспечивается на уровне мониторинга, с помощью которого можно моделировать техногенные компоненты. С учетом данного подхода разработана структурная блок-схема сельскохозяйственного мелиоративного комплекса (рисунок 3.2), в которой можно видеть модель ресурсного метода, направленного на воздействие исходного состояния геосистемы.

В результате ресурсного метода получена адаптированная модель «Агрolandшафт — технология», которая определяет новое агроресурсное состояние агроландшафта.

С позиций повышения рентабельности производства наиболее существенным элементом системы являются ресурсосберегающие и адаптированные технологии. Технологии, воздействующие на ресурсы ландшафта, позволяют изменять и получать новое состояние системы. Остальные уровни системы СМК в комплексе могут управлять ресурсосберегающими технологиями, создавая эффективную техногенную модель «Агрolandшафт — технология».

Схема СМК показывает взаимосвязь отдельных элементов системы. Каждый элемент в системе выполняет определенную функцию, без которой система не будет эффективна. Все элементы СМК дополняют друг друга на иерархических уровнях, где основным изменяемым (формируемым) элементом является природно-техногенная среда (модель), которая может подвергаться различным технологическим, техническим и социально-экономическим воздействиям для достижения положительного результата — конкурентного урожая.

Для сохранения нового улучшенного состояния геосистемы необходимо обеспечивать охрану агроландшафта от деградаций, вызываемых загрязнением окружающей

среды. Для решения этой задачи необходима модель *адаптированной земельно-охранной системы (АЗОС)*, которая могла бы управлять отдельными элементами СМК.

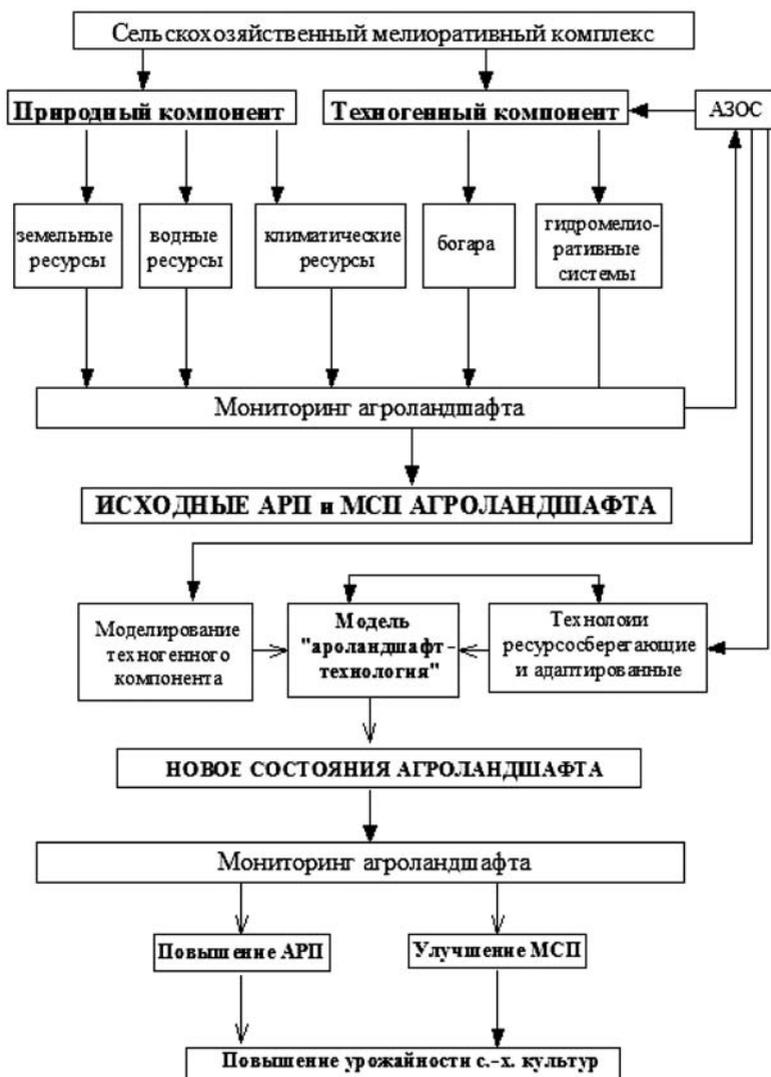


Рисунок 3.2 — Блок-схема системы «Сельскохозяйственный мелиоративный комплекс»

Рассмотрим необходимость и достаточность каждого элемента СМК. Для оценки мелиоративного состояния агроландшафтов выполняется мониторинг. Мониторинг ландшафта должен быть достаточным и динамичным для оценки МСП.

Мониторинг позволяет анализировать природно-техногенную среду агроландшафта, устанавливать причины возникновения негативных процессов (загрязнения природной среды), где наиболее существенным элементом являются динамика УГВ, а также динамика поверхностного стока, изменение кислотно-щелочного баланса почвы, состояние почвенно-поглощающего комплекса (ППК).

Изменение УГВ под действием антропогенных и природных факторов оказывает существенное влияние на состояние среды агроландшафта. Выполненные исследования по динамике УГВ [48, 210, 239, 240, 264, 323] показывают, что повышение УГВ в почвогрунтах приводит к отрицательным последствиям, подтоплению и переувлажнению агроландшафта, ухудшению водно-физических свойств почвогрунтов и деградации почвы. При глубоком залегании УГВ засухи приводят к иссушению агроландшафта [47, 286, 249–251], что влечет за собой значительные потери урожайности сельскохозяйственных культур. Эти проявления в геосистеме отрицательно влияют на АРП агроландшафта. Исследования показывают, что кратковременное подтопление почвогрунта приводит к потере урожайности зерновых культур на 20–30 % [4, 171, 178, 179], а иссушение почвогрунта снижает урожайность этих же культур на 50–60 % [286].

При сочетании природных и антропогенных факторов деградационные процессы в почвогрунтах усиливаются. Установлено, что при повторяющихся циклах на агроландшафте «подтопление — иссушение — подтопление» в течение нескольких десятков лет происходит «сжатие»

скелета почвы [30, 305, 309]. Этими циклами объясняется образование замкнутых (бессточных) понижений на полях.

Для установления причинно-следственной связи между деградацией почвогрунта и применением адаптированных технологий обоснована и разработана схема, применение которой определяет алгоритм для функционирования АЗОС по восстановлению АРП или избежанию загрязнения агроландшафта в процессе сельскохозяйственного производства (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 — Схема для разработки АЗОС

В схеме обоснована связь между природными (подтопление, переувлажнение, иссушение почвогрунта) и техногенными факторами (хозяйственной деятельностью), которая показывает причины загрязнения и деградации агроландшафта.

Сбросы загрязненных, как правило, плохо очищенных сточных вод в водоемы и на поверхность агроландшафтов со временем вызывают деградацию почвогрунтов и водных объектов. Загрязнения накапливаются в почве, замедляют или прекращают почвенно-образовательные процессы. Почва деградирует. Для снижения рисков загрязнения почвы необходимы эффективные адаптированные технологии для хозяйственной деятельности в системе АПК.

Установлены основные риски загрязнений почвогрунтов и водных объектов от предприятий по переработке сельскохозяйственного сырья. К основным рискам, которые отрицательно влияют на состояние геосистемы, относятся:

- сбросы сточных вод с перерабатывающих предприятий АПК (консервных и сахарных заводов, спирт заводов и других);
- сбросы поверхностных вод с полей, загрязненных пестицидами;
- сбросы (накопление) животноводческих стоков.

Для контроля рисков загрязнений почвы и водных объектов необходим *метод*, который мог бы прогнозировать состояние среды агроландшафта после применения технологий. Адаптированные технологии должны управлять процессами в модели «Агроландшафт — технология», повышать АРП агроландшафта.

Установлено, что управление процессами можно осуществлять техногенными компонентами системы, являющимися основами адаптированных технологий. Это комплекс различных мелиораций, обеспечивающих устойчивость геосистемы [52, 86, 136].

Техногенные компоненты системы обеспечивают связь между моделью «Агроландшафт — технология» и состоянием среды (почвогрунта, водного объекта).

В работе исследуется агроландшафт, его «ресурсное» состояние, поэтому для решения проблемы сохранения АРП

агроландшафта рассматривается изменение геосистемы под техногенным воздействием предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции.

Наиболее «агрессивным» действием на агроландшафт обладают отходы переработки предприятий АПК, которые разделяются на жидкие и твердые фракции. В основном отходы переработки — это жидкие стоки, насыщенные взвешенными веществами [68, 138, 195]. Эти отходы называют сточными водами (рисунок 2.3), которые в зависимости от специфики производства обладают теми или иными полезными или отрицательными свойствами. СВ содержат большое количество полезных веществ, которые являются как питательными для растений, так и полезными для восстановления почвенного плодородия [163, 174]. Высокая концентрация отдельных веществ в СВ делает их непригодными для использования в сельском хозяйстве [228, 265, 270, 289].

Из этого следует, что в сточных водах перерабатывающих предприятий имеется значительный энергетический потенциал (ресурс), который можно применять для повышения эффективности сельскохозяйственного производства. *Этим потенциалом необходимо правильно распорядиться, управлять ресурсной составляющей сточных вод.*

На ресурсную составляющую СМК оказывают значительное воздействие компоненты системы. Воздействие компонентов системы на ресурс сопряжено с решением сложных задач, связанных с гидравликой потоков, движения грунтовых вод, переноса вещества в толще почвогрунта и др. Для решения задач необходимо выполнять моделирование компонентов или отдельных составляющих этих компонентов, которое позволяет создавать или определять адаптированные условия (близкие природным) перехода агроландшафта на новый, более устойчивый уровень развития среды.

Для охраны агроландшафта от деградаций необходимо определять риски и прогнозы изменения агроресурсного состояния агроландшафта под действием адаптированных технологий с учетом модели «Агроландшафт — технология».

Для определения эффективности компонентов СМК нужен механизм, который исследовал бы риски и прогнозы применения той или иной адаптированной технологии, направленной на устойчивое развитие АРП агроландшафта. Следовательно, необходимо обосновать и разработать систему рисков при применении технологий и модель прогнозов изменения агроресурсного состояния агроландшафта под действием компонентов [129].

Для эффективного управления СМК разработана схема ресурсного моделирования агроландшафта, которая представлена на рисунке 3.4. Схема ресурсного моделирования агроландшафта позволяет оценить АРП на его будущее состояние с помощью различных методов моделирования системы.

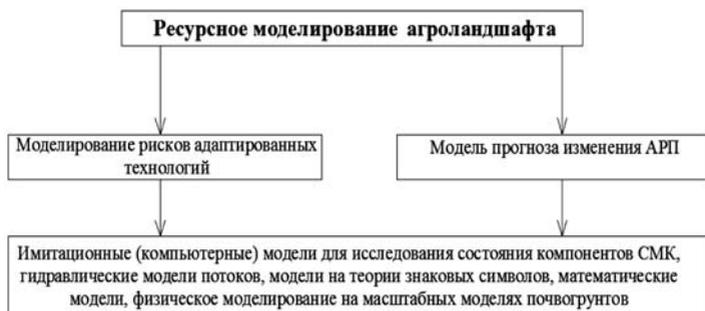


Рисунок 3.4 — Схема ресурсного моделирования

Для исследования подтопления и иссушения необходимо гидравлическое моделирование движения влаги в почвогрунте, обоснование геометрических параметров выполняется на масштабной физической модели, которая позволяет изучить процессы перемещения загрязняющих веществ и движение грунтовых вод.

В результате исследований были получены математические модели перемещения влаги в почвогрунте при различных температурах среды, обоснованы запасы влаги при процессах подтопления и иссушения [246–251].

Установлены границы влажности почвогрунта (НВ, ВЗ), разработаны компьютерные программы по контролю влажности в почве в полевых условиях для основных сельскохозяйственных культур в степной и предгорной зоне Краснодарского края [231–236, 238, 241–245].

Выполненные исследования по охране сельскохозяйственных земель от деградации под действием подтопления и иссушения показали, что наиболее адаптивными были модели в виде графического материала (номограмм), которые позволяют наиболее оперативно сделать прогноз по изменению влажности в почвогрунтах и принять решение по использованию компонентов в системе управления СМК [47, 48].

Для мониторинга почвогрунтов одним из основных параметров является УГВ, который определяет состояние земельных и водных ресурсов. Грунтовые воды (верховодка), имеющие связь со сточными водами, загрязняют подземные воды (питьевые запасы), снижают плодородие почвы и АРП агроландшафта. Для управления УГВ были исследованы депрессионные кривые в зависимости от уровней воды в водоприемниках и получены математические модели, на основе которых разработаны компьютерные модели для управления УГВ агроландшафта [239, 240].

Установлено, что физическое моделирование в системе СМК является наиболее адаптивным, так как при исследовании процессов деградаций агроландшафта опирается на гидравлическое, математическое и имитационное (компьютерное) моделирование, а также может быть отдельной составляющей для исследования определенного процесса деградированного агроландшафта. С помощью физического моделирования исследуются процессы в динамике, данный

вид моделирования следует считать в СМК основным и наиболее точным для описания явлений, происходящих в почвогрунтах.

Моделирование ресурсов в системе СМК направлено на выбор адаптированных технологий. Адаптированные и ресурсосберегающие технологии (технологии) обеспечивают положительное влияние на конечный АРП природной среды, который под воздействием компонентов получает новое устойчивое состояние.

3.2 Обоснование адаптированных технологий повышения агресурсного потенциала агроландшафтов

Для развития АПК необходимо постоянное обеспечение его новыми эффективными адаптированными ресурсосберегающими технологиями, направленными на охрану агроландшафтов от деградаций.

Для обоснования рисков загрязнений почвогрунтов и водных объектов от предприятий по переработке сельскохозяйственного сырья разработан комплекс адаптивных и ресурсосберегающих технологий. Он обеспечивает охрану агроландшафтов от деградаций и вписывается в структуру СМК (рисунок 3.2).

Выполненные исследования в рамках адаптированных технологий показали, что для повышения АРП агроландшафта необходимо решить основные задачи, к которым относятся: предупреждение подтопления полей; охрана земель от переувлажнения и почвы; предупреждение иссушения почвы путем орошения сельскохозяйственных культур современными дождевальными системами и мелиоративная обработка почвы [4, 78, 79, 279, 280, 181, 182]. Агромелиоративная обработка является одним из ключевых приемов

сохранения АРП почвы. Для восстановления АРП разработаны способы и схемы [181, 184, 189, 238–245, 231–236], установлены условия, при которых требуется комплекс мероприятий по охране агроландшафта от подтопления и переувлажнения [126, 203, 277, 274, 300].

Результаты исследований были представлены на Всероссийской агропромышленной выставке «Золотая осень – 2010» и отмечены серебряной медалью (приложение).

В настоящее время продолжается процесс деградации агроландшафтов и водных объектов от загрязнений, так как не имеется надежных технологий по утилизации отходов от переработки сельскохозяйственного сырья. Модернизация сельского хозяйства требует внедрения новых и реконструкцию действующих заводов АПК.

Для охраны земель и водных объектов от деградаций необходима разработка инновационных эффективных локальных комплексных очистных сооружений (ЛКОС), которые обеспечат очистку сточных вод в пределах территории заводов и при утилизации стоков не нарушат состояние окружающей среды, а произведут удобрительный эффект почвы, не загрязняя водные объекты.

Установлено, что сточные воды консервных и спиртовых заводов по переработке сельскохозяйственной продукции содержат большое количество питательных веществ для растений [44, 63, 67, 112, 285]. Поэтому отходы необходимо очищать, готовить к утилизации на ЗПО, для того чтобы получить дополнительную прибыль в виде сельскохозяйственной продукции при сохранении экологии окружающей среды.

Обоснован и разработан способ утилизации, который позволяет круглогодично превращать жидкие отходы на сельскохозяйственных полях орошения в дополнительную продукцию [182, 275, 288]. Разработка ученых кафедры гидравлики и с.-х. водоснабжения КубГАУ по утилизации отходов на ЗПО была представлена на Всероссийской

агропромышленной выставке «Золотая осень — 2011» и награждена золотой медалью (приложение). Подготовка отходов консервного завода к утилизации выполнялась на ЛКОС, которые не имеют аналогов в России.

Однако необходимо продолжить исследования в данном направлении, так как утилизация отходов заводов АПК нуждается в совершенствовании и повышении эффективности.



Рисунок 3.5 — Ресурсосберегающие и адаптированные технологии СМК

Разработаны инновационные ЛКОС и технология полной утилизации жидких и твердых отходов спиртзаводов [186, 187, 276]. В основу технологии положен принцип разделения

твердой фазы от жидких стоков. Разделение барды на фракции позволяет эффективно готовить компост и биокомпост, которые используются в виде биоудобрений. В технологии решается наиболее затратный процесс — транспорт барды от завода к площадкам по переработке отходов. Жидкие стоки по напорным трубопроводам доставляются на площадку для утилизации, количество рейсов автотранспорта уменьшается в десятки раз [185].

Выполненный анализ и исследования по охране агроландшафтов от деградации при подтоплении и загрязнении отходами сельскохозяйственного производства [121, 132, 184–187, 189, 216, 275, 288, 276 и др.] позволили объединить технологические процессы в единую модель «Агроландшафт — технология». Модель с учетом мелиоративной направленности исследований представлена на рисунке 3.6 в виде структурной схемы для охраны земель и водных объектов от деградаций.



Рисунок 3.6 — Структурная схема «Агроландшафт — технология» в системе СМК

Структурная модель может дополняться или сокращаться в зависимости от поставленной цели. Модель «Агроландшафт — технология» выражается в конечном решении – это повышение АРП с новыми улучшенными потребительскими свойствами сельскохозяйственных земель и улучшение МСП.

Исследования модели «Агроландшафт — технология» по утилизации отходов на ЗПО площадью 272 га показывают, что удобрительная ценность очищенных производственных сточных вод консервного завода ООО «Кубанские консервы» в Тимашевском районе Краснодарского края — высокая (таблицы 3.1 и 3.2) [210, 275].

Таблица 3.1 — Состав очищенных сточных вод на ЛКОС

Наименование показателей	Показатели, мг/л	Наименование показателей	Показатели, мг/л
<i>РН</i>	6,5	Калий	307
Взвешенные вещества	100	Натрий	55
Азот	270	Кальций	70
Фосфор	112	Магний	40

Таблица 3.2 — Удобрительная ценность очищенных сточных вод

Содержание элементов питания	Концентрации, мг/л	
	Высокая ценность (1-я группа)	После ЛКОС
Азот	свыше 100	270
Фосфор	30	112
Калий	70	307

Как видно из представленных данных, сточная вода предприятия ООО «Кубанские консервы» после очистки на ЛКОС обладает высокой ценностью по содержанию элементов питания для растений.

Установлено, что в системе АПК наиболее значимыми для модели «Агроландшафт — технология» являются

агромелиоративные мероприятия, которые обеспечивают устойчивое развитие АРП агроландшафтов, создают предпосылки получения конкурентных и высоких урожаев. Агромелиоративные мероприятия предупреждают деградацию агроландшафта, выполняются на фоне отвода избыточных вод [159, 287].

Для эффективного функционирования технологий необходимо иметь адаптированную земельно-охранную систему (АЗОС), которая могла бы эффективно обеспечивать устойчивое развитие сельскохозяйственных земель.

3.3 Обоснование адаптированной земельно-охранной системы

Высокие и гарантированные урожаи сельскохозяйственных культур можно получать на мелиорируемых землях, где одним из главных условий является выполнение баланса веществ, управление режимами почвы и агроресурсным потенциалом агроландшафта. Следовательно, для получения конкурентных урожаев сельскохозяйственных культур высокого качества необходимо разрабатывать АЗОС для защиты агроландшафтов от деградаций.

Адаптированная земельно-охранная система — это комплекс мероприятий, направленный на охрану агро-ресурсного потенциала агроландшафтов бассейнов рек от техноприродных чрезвычайных ситуаций.

АЗОС выполняет функции по предупреждению и локализации чрезвычайных ситуаций на объектах сельскохозяйственного производства, создает условия для повышения урожайности сельскохозяйственных культур на антропогенных агроландшафтах. Адаптированная ЗОС должна быть неотъемлемой частью СМК, органично вписываться в его структуру.

Комплекс мероприятий АЗОС должен выполняться на матрице (среде), которую можно рассматривать как физическую модель агроландшафта с заданными граничными условиями в рамках бассейна реки. Матрица — это основа для создания системы мониторинга управления качеством агроландшафта, направленная на сохранение агроресурсного потенциала земель.

Для управления системой СМК обоснована и разработана адаптированная земельно-охранная система, которая позволяет поддерживать уровни СМК при устойчивом развитии АРП агроландшафта [140, 193, 272, 273, 284] (рисунок 3.3).

Мероприятия АЗОС прошли широкую апробацию в условиях Азово-Кубанской низменности (степной части) и в предгорной зоне, получили положительную оценку на уровне районных управлений сельского хозяйства Краснодарского края [93, 214–216].

Понятие матрицы агроландшафта. Матрица агроландшафта — это «среденная природно-антропогенная среда», которая имеет осредненные входные, промежуточные и выходные параметры.

Осредненная природно-антропогенная среда — квази-природно-антропогенная среда, необходимая для принятия стандартных и нестандартных решений для сохранения агроресурсного потенциала ландшафта.

Матрица с позиций мелиорации и охраны земель — «фильтрующий элемент», который обеспечивает «проникновение» на восстановленные агроландшафты инновационных, адаптированных и ресурсосберегающих технологий. Технологии обеспечивают устойчивое развитие инженерных систем на «сбалансированных» агроландшафтах, продовольственную безопасность региона.

Входные параметры матрицы с позиций АЗОС.

Основные природные факторы, оказывающие влияние на систему: осадки, испарение, солнечная радиация, темпе-

ратура. Антропогенные факторы — системы агротехники, комплекс машин для обработки почвы.

Промежуточные основные природные факторы матрицы АЗОС агроландшафта: состояние почвы (содержание ППК, фильтрационные свойства, механический состав, гумус, рН и др. свойства почвы), положение УГВ.

Промежуточные основные антропогенные факторы агроландшафта: мероприятия по мелиорации земель, агро-мелиоративные обработки почвы, химические мелиорации и мелиорация водных объектов.

Выходные параметры матрицы.

Природные факторы: улучшение водно-физических свойств почвы, снижение УГВ до критической величины, не влияющей на урожай сельскохозяйственных культур, повышение плодородия почвы.

Антропогенные факторы: получение высоких конкурентных урожаев сельскохозяйственных культур, управление чрезвычайными ситуациями на агроландшафтах, сохранение и повышение агроресурсного потенциала сельскохозяйственных земель.

После внедрения АЗОС можно ожидать:

- устойчивое развитие агроландшафтов путем предупреждения и локализации чрезвычайных ситуаций, вызванных природными и техногенными факторами;
- конкурентные и высокие урожаи сельскохозяйственных культур на мелиорируемых землях, которые обеспечат продовольственную безопасность страны.

3.4 Обоснование модели рисков адаптированных технологий СМК

Использование адаптированной технологии на агроландшафте должно быть обосновано рисками, с помощью

которых можно дать оценку о будущем состоянии АРП и изменении МСП агроландшафта под действием СМК.

Агроресурсный потенциал — земли для использования в сельскохозяйственном производстве потенциально пригодные и доступные, обладающие плодородием, ресурсным и необходимым биоклиматическим потенциалом.

Мелиоративное состояние почвы (МСП) — состояние под воздействием водных, химических, земельных и других видов мелиораций, служащее для принятия решений проведения мероприятий на объекте мелиораций по повышению АРП агроландшафта.

Для охраны сельскохозяйственных земель от деградаций разработана методика безразмерных индикаторов [129], которые определяют МСП агроландшафта после применения адаптированных технологий. Технологии в ресурсной модели рассматриваются как риски для достижения намеченной цели: повышение плодородия земель, получение конкурентного урожая сельскохозяйственных культур, мелиорации агроландшафта, восстановление водного объекта и др. (рисунок 3.3).

Что значат риски для мелиорации? Например, оросительные мелиорации. Переувлажнение почвы при орошении (риск) может привести к подъему уровня грунтовых минерализованных вод, что обеспечивает вторичное засоление земель. Поэтому расчет оросительных норм — риск. Необходимо контролировать уровень грунтовых вод (УГВ) и при необходимости вводить ограничение по значению УГВ. Орошение культур очищенными сточными водами — риск, который может привести к загрязнению почв.

Следовательно, риски могут быть обоснованными и необоснованными. Какие риски можно считать необходимыми и достаточными для достижения поставленной цели при мелиорации сельскохозяйственных земель?

Мелиорация рассматривается как комплекс мероприятий, направленных на повышение мелиоративного состояния почв, сохранение агроресурсного состояния агроландшафтов, восстановление водных объектов, повышение качества воды для достижения главной цели — получения высоких и конкурентных урожаев сельскохозяйственных культур. Решить поставленную цель возможно с помощью мелиоративных систем (оросительных, осушительных, обводнительных).

При строительстве и эксплуатации мелиоративных систем возникают риски, которые сводятся к трем видам рисков: системные, внутрисистемные и локальные риски.

Строительство оросительной системы (ОС) — системный риск. Эффективная эксплуатация ОС должна снижать системные риски путем обеспечения высоких коэффициентов полезного действия (КПД) системы и межхозяйственной сети, коэффициентов использования воды и земли, поддержания водно-солевого режима в пределах допустимых значений, контроля над УГВ, работоспособности гидротехнических сооружений (ГТС). При повышении системных рисков ОС теряет экономическую эффективность, снижается экологическая безопасность, наступают процессы деградации агроландшафтов.

Следовательно, необходимо установить комплекс необходимых и достаточных системных рисков, которые бы обеспечивали целостность устойчивого развития системы в процессе эксплуатации, а также в системе выделять проблемные внутрисистемные риски, которые в дальнейшем могут отрицательно повлиять на развитие ОС.

К внутрисистемным рискам можно отнести мелиоративное состояние почвы агроландшафтов, которое определяется комплексом показателей: плодородием, содержанием макроэлементов, кислотно-щелочным балансом, агрегатным состоянием почвы, положением УГВ, содержанием солей

в почве. Данное количественное соотношение показателей определяет МСП агроландшафта: хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное, деградация [129]. Каждый из показателей в отдельности является локальным риском.

Процесс моделирования рисков в системе СМК подразделялся на четыре этапа.

Первый — выявление рисков при производстве сельскохозяйственной продукции. К основным рискам управления адаптированными технологиями, направленными для сохранения АРП, относятся:

- орошение сельскохозяйственных культур слабо минерализованными водами, вызывающее засоление пахотного горизонта почвы;

- полив сельскохозяйственных культур очищенными сточными водами, не обеспечивающий положительного экологического эффекта при их утилизации;

- подъем УГВ при воздействии антропогенных факторов (необоснованная оросительная норма, выбор поливной техники, орошение низких участков завышенными нормами, вторичное засоление почвы) на природную среду;

- снижение плодородия почвы агроландшафта за счет вторичного засоления корнеобитаемого слоя;

- снижение плодородия почвы агроландшафта при загрязнении вредными солями, поступающими с оросительной водой;

- падение плодородия почвы за счет отрицательного баланса выноса питательных веществ культурами с урожаем;

- снижение общего мелиоративного состояния почв агроландшафта, которое может привести систему к экологическому бедствию.

Второй — выбор шкалы безопасности рисков с характеристиками природных процессов в пределах точности наблюдений — проверка модели.

Третий — исследование сформулированной задачи. Главным здесь является решение прямой задачи, то есть получение показателей процесса для дальнейшего их сопоставления с результатами наблюдений изучаемых явлений [52].

Четвертый — анализ модели в связи с накоплением данных об изучаемых явлениях и модернизация модели.

Современные исследования в области природообустройства определяют критерии безопасности эксплуатации объектов мелиорации. Для оценки качества воды применяются индексы загрязненности вод [212], ирригационные коэффициенты [153]. Загрязнение почвы учитывается по концентрациям или комплексом вредных веществ в почвенном поглощающем комплексе, плодородие почвы оценивается по критериям экологической деградации [39, 81, 99]. На практике имеется достаточное количество эффективных критериев, которые определяют состояние объекта по одному или нескольким параметрам. Можно считать, что изменение каждого параметра определяет локальный риск.

Для оценки рисков разработана модель рисков [129]. Она представлена в безразмерной интегральной форме и показывает общее состояние системы:

$$I = \frac{\sum_i^n I_i}{\sum n} \leq I_{кр}, \quad (4)$$

где I — интегральный индикатор рисков (модель риска);

$I_{кр}$, — критический индикатор риска;

I_i — безразмерный индикатор i риска системы;

n — количество индикаторов, которые оказывают *существенное* влияние на систему.

В основе модели рисков лежит опыт исследований по экологической безопасности ландшафта с ограничениями

параметров по безразмерным индикаторам [177, 188]. Количество индикаторов риска в модели (4) можно принимать без ограничения. Однако общее количество индикаторов должно быть необходимым и достаточным для решения поставленной целевой функции.

Суммарное количество отдельных «обоснованных» рисков определяет *«эталонный» интегральный индикатор*.

Для интегральной оценки МСП разработана методика, по которой можно оценить состояние агроресурсного потенциала (АРП) агроландшафта. За эталонный индикатор принимается показатель риска, отвечающий оценке «хорошо». Мониторинг позволяет получать количественные показатели агроландшафта. Показатели подлежат экспертизе, которая назначает необходимое и достаточное количество индикаторов для данного типа агроландшафта. Количество показателей может быть увеличено или уменьшено в зависимости от поставленной цели использования ландшафта.

Исходное состояние агроландшафта можно оценить с учетом показателей по пахотному (корнеобитаемому) горизонту почвы. Риски выстраиваются по ранжиру, каждому риску присваивается номер. Под действием антропогенных факторов происходит изменение УГВ, *pH*, макроэлементов, гумуса, солевого и водно-воздушного режима и др., все эти изменения в почве агроландшафта — локальные риски, а выстроенные по ранжиру риски — это внутрисистемный риск.

Оценка риска выполняется безразмерными индикаторами. Безразмерный индикатор каждого показателя имеет ограничения по рискам. Мелиоративное состояние почвы агроландшафта при оценке «хорошо» определяется индикатором риска — 1, «удовлетворительно» — 2, «неудовлетворительно» — 3 и «деградация» — 4. Следовательно, для каждого показателя установлен числовой индикатор, который изменяется от 1 до 4. При восьми показателях рисков эталонным интегральным индикатором агроландшафта

является суммарный индикатор 8, при этом все учтенные эталонные индикаторы будут равны 1. Для рисков безопасности агроландшафта разработана интегральная «шкала безопасности рисков», которая представлена на рисунке 3.7.

Интегральная шкала безопасности рисков показывает, что при несоблюдении агромелиоративных мероприятий система будет набирать баллы, что приведет к деградации агроландшафта. Мелиоративное состояние агроландшафта определяется каждый год после уборки урожая с помощью мониторинга, который покажет, какие изменения произошли в агроландшафте от исходного его состояния. Если имеется динамика снижения суммы индикаторов риска, то можно сделать вывод о восстановлении АРП.

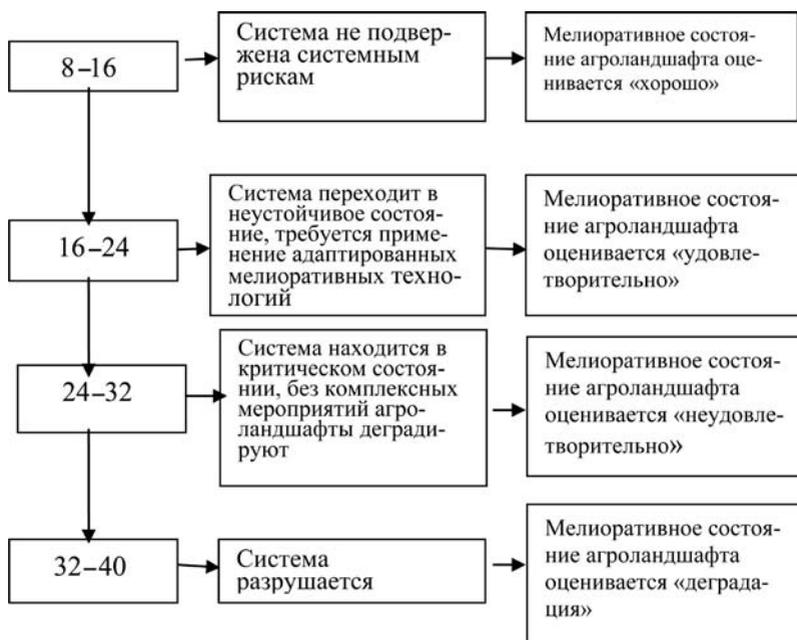


Рисунок 3.7 — Интегральная «шкала безопасности рисков» для принятия решений по управлению мелиоративным состоянием почв

Используя количественные значения показателей, разработана система экологической безопасности агроландшафтов по рискам (таблица 3.3).

Таблица 3.3 — Индикаторы экологической безопасности агроландшафта по рискам

Номер риска	Система рисков, оказывающих влияние на агроресурсный потенциал агроландшафта	Значение рисков	Индикатор риска
1	2	3	4
1	Уровень грунтовых вод, м	> 3,0 3,0–1,5 1,5–1,0 <1,0	1 2 3 4
2	Кислотно-щелочной баланс (<i>pH</i>)	7,0 5,5–7,0 7,0–7,5 <5,5 >7,5	1 2 2 3 3
3	Гумус, %	6,0–7,0 5,0–6,0 4,0–5,0 <4,0	1 2 3 4
4	Обеспеченность гидролизуемым азотом, мг/100 г	> 5 5–4 4–3 3–2	1 2 3 4
5	Обеспеченность подвижным фосфором, мг/100 г	> 3 3–2 2–1 <1	1 2 3 4
6	Обеспеченность подвижным калием, мг/100 г	>30 20–30 10–20 5–10	1 2 3 4
7	Незасоленные почвы, % Слабая степень засоления, % Средняя степень засоления, % Сильная степень засоления, %	Менее 0,15 0,15–0,30 0,30–0,40 0,40–0,60	1 2 3 4

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4
8	Содержание почвенных агрегатов 0,25–10 мм, %	Больше 75 75–50 50–30 Менее 30	1 2 3 4

Примечание. Оценки экспертизы (мониторинг) МСП почвы по индикаторам риска: 1 — хорошо; 2 — удовлетворительно; 3 — не удовлетворительно; 4 — деградация почв.

Для поддержания системы на устойчивом уровне необходимо учитывать ограничения по отдельным индикаторам (таблица 3.3). Например, для гумидной зоны первый показатель должен обеспечивать понижение УГВ, при этом индикатор не должен превышать значение «2». При повышении УГВ может наблюдаться вторичное засоление, индикатор «7» ограничивается до «2». Для аридной зоны большое значение имеет индикатор «8», где механический состав определяет плодородие почвы, а также показатели «3»–«6».

Следовательно, методика позволяет по ограничению показателей планировать внутрисистемные риски возделывания сельскохозяйственных культур, разрабатывать комплексы мероприятий для восстановления АРП путем управления рисками.

Необоснованные риски при управлении мелиоративными технологиями могут приводить систему к дисбалансу на уровне «ландшафт – технология» [121, 136].

В модели рисков (4) безразмерный индикатор риска I_i определяется по формуле:

$$I_i = I_{\text{ШКАЛ.}} / I_{\text{ОГРАН.}}, \quad (5)$$

где $I_{\text{ШКАЛ.}}$ — исследуемый индикатор риска, находящийся в диапазоне от 1 до 4 (таблица 3.3);

$I_{ОГРАН.}$ — соответствующий индикатор риска ограничения параметра (для МСП индикатор $I_{ОГРАН.}=1,0$).

По шкале (рисунок 3.3) приняты оценки рисков агроландшафта. Интегральный индикатор ограничения риска по шкале от «8» до «16» принимает оценку «хорошо».

Следовательно, индикатор риска должен быть в диапазоне $1,0 < I_{РИСК} \leq 2,0$. При $I_{РИСК} > 2,0$ система переходит в неустойчивое состояние. Интегральный индикатор рисков $I_{АРП}$ для «эталонного» состояния агроландшафта равен «1».

Для агроландшафта по значимости рисков в системе СМК они располагаются в следующем порядке:

1. Содержание агрегатов в пахотном горизонте почвы — I_1 .
2. Обеспеченность подвижным калием — I_2 .
3. Обеспеченность подвижным фосфором — I_3 .
4. Обеспеченность гидролизуемым азотом — I_4 .
5. Содержание гумуса — I_5 .
6. Кислотно-щелочной баланс (pH) — I_6 .
7. Степень засоления почвы — I_7 .
8. Уровень грунтовых вод на участке агроландшафта — I_8 .
9. Интегральный безразмерный индикатор.

Модель рисков была апробирована на консервном заводе предприятия ООО «Кубанские консервы» Тимашевского района при утилизации очищенных стоков на сельскохозяйственных полях орошения. На ЗПО используется кормовой севооборот, который орошается очищенными сточными водами завода после ЛКОС. Для оценки риска орошения (утилизации) культур на черноземных почвах использовали модель рисков (4). Исследованиями установлено, что подготовленная сточная вода завода к утилизации имеет высокую удобрительную ценность. Почва ЗПО имеет содержание гумуса 5,1 % — индикатор риска по гумусу «2». Кислотно-щелочной баланс оросительной воды близок к нейтральной среде. Индикатор риска для pH равен «1».

Степень засоления почвы в пахотном горизонте почвы ниже 0,1 % , индикатор риска «1». УГВ на участке агроландшафта ниже 4 м, индикатор риска «1».

По уравнению (4) получен интегральный индикатор риска «1,25», что меньше критического индикатора. Следовательно, мероприятия по утилизации очищенных стоков обеспечивают устойчивое развитие агроландшафта.

Разработана шкала безопасности системных рисков открытых и закрытых оросительных систем (ОС) (таблицы 3.4 и 3.5). Для новых построенных ОС критический индикатор рисков равен «1». При дальнейшей эксплуатации ОС происходит изменение агроландшафтов и технического состояния сооружений. Система подвергается рискам под действием антропогенных факторов. Системные риски должны ограничиваться критическим индикатором $I_{КР} = 2,0$, выше которого система переходит в неустойчивое состояние.

Проверка системных рисков была выполнена для оросительных систем Ростовской области [32]. Для обоснования рисков использовалась модель рисков (4). В таблице 3.4 представлены результаты системных рисков технического состояния оросительных систем.

Таблица 3.4 — Индикаторы риска технического состояния открытых ОС Ростовской области

Номер риска	Система рисков, оказывающих влияние на техническое состояние	Значение рисков	Индикатор риска	Индикатор риска оросительных систем		
				Миусская	Азовская	Донская
1	2	3	4	5	6	7
1	КПД системы	>0,80 0,75–0,80 0,65–0,75 <0,65	1 2 3 4	2	4	3

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6	7
2	КПД межхозяйственной сети	>0,90 0,80–0,90 0,75–0,80 <0,75	1 2 3 4	3	4	2
3	Коэффициент использования воды	0,9–0,85 0,85–0,80 0,80–0,75 <0,75	1 2 3 4	4	4	3
4	Коэффициент земельного использования	>0,90 0,90–0,85 0,85–0,75 <0,75	1 2 3 4	4	4	4
5	Положение УГВ, м	>3 3–2 2–1,5 <1,5	1 2 3 4	3	3	3
6	Площадь земель с УГВ больше критического, %	0 5–10 10–20 <20	1 2 3 4	4	4	4
7	Площадь земель с критическим засолением, %	0 5–10 10–20 <20	1 2 3 4	4	4	4
8	Работоспособность ГТС, %	100 95–85 85–80 <80	1 2 3 4	4	4	4
Интегральные индикаторы риска оросительных систем Ростовской области				3,50	3,87	3,38

По результатам анализа технического состояния с учетом системного риска все ОС находятся в критическом состоянии. Системный риск ОС Ростовской области лежит в диапазоне от «3,38» до «3,50» при $I_{KP} = «2,0»$.

Сложившуюся критическую ситуацию на ОС можно исправить путем внедрения комплекса мероприятий: восстановить дренажную сеть (повысится работоспособность ГТС до 85 %, понизится УГВ до 2–3 м, уменьшится площадь подтопления до 0 %); выполнить химические мелиорации для снижения засоления корнеобитаемого слоя на 10 %; выполнить биологическую рекультивацию засоленных земель; изменить технику полива; подобрать адаптивные севообороты.

Мероприятия, выполненные в полном объеме, позволят понизить системный риск до $I_{KP} = \langle 2,0 \rangle$. Дальнейшее понижение системного риска возможно при полном техническом переоснащении ОС.

Разработана шкала безопасности системных рисков для закрытых оросительных систем (ЗОС). К закрытым оросительным системам относятся оросительные системы с напорными магистральными и поливными трубопроводами и дождевальными машинами (ДМ), системы капельного орошения (КО). В таблице 3.5 приведены индикаторы риска для технического состояния ЗОС.

Таблица 3.5 — Индикаторы риска для обоснования технического состояния закрытых оросительных систем

Номер риска	Система рисков, оказывающих влияние на техническое состояние	Значение рисков	Индикатор риска
1	2	3	4
1	КПД системы	>0,98	1
		0,98–0,95	2
		0,95–0,90	3
		<0,90	4
2	КПД внутрихозяйственной сети	>0,98	1
		0,98–0,95	2
		0,95–0,90	3
		<0,90	4

Продолжение таблицы 3.5

1	2	3	4
3	коэффициент использования воды	>0,98 0,98–0,95 0,95–0,90 <0,90	1 2 3 4
4	коэффициент земельного использования (КЗИ)	>0,90 0,90–0,85 0,85–0,75 <0,75	1 2 3 4
5	коэффициент использования земли (КИС)	>1,0 1,0–0,95 0,95–0,90 <0,90	1 2 3 4
6	положение УГВ, м	>3 3–2 2–1,0 <1,0	1 2 3 4
7	площадь земель с УГВ больше критического, %	0 2,5 5,0 <5,0	1 2 3 4
8	площадь земель с критическим засолением, %	0 2,5 5,0 <5,0	1 2 3 4
9	надежность сети, %	100 98 96 <95	1 2 3 4
10	автоматизация полива, %	100 90 50 <50	1 2 3 4

Для ОС с круговыми ДМ КЗИ имеет оценку риска от «2» до «4». Но при круговом орошении достигается 100 % автоматизация полива.

При КО надежность сети имеет оценку риска от «1» до «3». Интегральный критический риск $I_{кр}$ для ЗОС капельного орошения находится в диапазоне 1,0–1,2.

Следовательно, методика управления МСП позволяет планировать риски при возделывании сельскохозяйственных культур на различных оросительных системах по ограничению индикаторов экологической безопасности. Методику можно использовать для прогнозов устойчивого развития оросительных систем в зонах с рискованным земледелием.

Для управления системой СМК на уровне внедрения адаптированных технологий необходимо иметь «модели ресурсного риска», которые позволят сохранить АРП и эффективно применять каждую технологию.

3.5 Обоснование ресурсной модели риска для охраны агроландшафтов от деградаций

Для эффективного управления СМК необходим комплекс современных адаптированных ресурсосберегающих технологий, направленных на охрану агроландшафта от деградаций. Реализация комплекса основывается на уровне современных моделей компьютерного и ресурсного моделирования почвенных процессов агроландшафта. Для реализации системного техногенного метода охраны агроландшафта от деградаций обоснованы основные исходные параметры и составляющие компоненты среды, которые включают:

- 1) мониторинг сельскохозяйственных земель деградированных участков агроландшафта (загрязнений, засоления, подтопления или переувлажнения) на электронных картах;
- 2) прогнозы изменений компонентов агроландшафта под действием технологий в системе СМК;

3) характеристики, определения глубины и сложности деградации почвенных массивов — круглогодичное наличие воды (заболачивание); сезонное потопление; характер и направление расположения подтопленных участков на местности, их площадь и удаленный вес в агроландшафте, характер и размеры загрязнений почвы;

4) причины переувлажнения, загрязнения земель и деградации агроландшафта и мероприятия для их ликвидации;

5) севообороты с включением в состав мелиорантов;

6) способы очистки загрязненной воды и утилизации очищенных стоков, перерабатывающих заводов АПК;

7) комплексные мероприятия, направленные на охрану АРП в составе АЗОС.

Используя теоретические подходы к устойчивому развитию агроландшафта [32, 51, 52, 62, 104] и собственные исследования [136, 140, 193, 272, и т.д.], обоснована модель адаптированной ресурсосберегающей технологии по охране сельскохозяйственных земель от подтопления и переувлажнения.

В основу положена концепция устойчивого развития СМК, многолетние натурные исследования, выполненные на сельскохозяйственных землях в степной и предгорной зонах Краснодарского края в 2002–2013 гг. [178, 179, 214, 217–220].

Модель адаптированной ресурсосберегающей технологии состоит из 5 уровней:

1) *компьютерная диагностика агроландшафта*, включающая сбор и обработку информации о его состоянии с помощью современных методов получения и анализа сложившейся обстановки;

2) *компьютерное моделирование агроландшафта*, основу которого составляет имитационное моделирование, предназначенное для определения свойств изучаемого объекта, в частности, исследование отклика моделируемой системы

«Агроландшафт — технология» на изменения ее параметров и начальных условий в зависимости от вариантных методов управления технологическими операциями;

3) *модель «Агроландшафт — технология»*, позволяющая осуществлять управление откликом имитационного моделирования агроландшафта, где в качестве управляемого параметра используется агресурсный потенциал сельскохозяйственных земель;

4) *оптимизированные комплексы мероприятий и технологические схемы по экономической и экологической составляющей восстановления* агресурсного потенциала сельскохозяйственных земель;

5) *экологические и экономические критерии* оценки обоснованных комплексных мероприятий и схем обработки сельскохозяйственных земель, позволяющие пользователям-аграриям делать вывод о целесообразности их применения в конкретных агрометеорологических условиях.

В результате получаем ресурсную модель СМК «Агроландшафт — технология», которая будет основным управляющим элементом, отображающим все компоненты агроландшафта.

Ресурсная модель для адаптированных ресурсосберегающих технологий по охране агроландшафта от избыточных вод позволяет:

– разработать количественные значения показателей мелиоративного состояния почв, подверженных подтоплению и переувлажнению, для оценки экологической безопасности агроландшафтов;

– разработать компьютерную модель, в основе которой лежит количественная оценка МСП, для проведения мероприятий с помощью адаптивных технологических комплексов, направленных на повышение урожайности сельскохозяйственных культур и АРП агроландшафта;

– обосновать комплекс необходимых минимальных энергозатрат (введенных ограничений по энергетическим, финансовым и трудовым ресурсам), необходимых для выполнения мероприятий, направленных на повышение МСП с учетом различных почвенных условий и введенных ограничений по выбору схем отвода избыточных вод и адаптивного подбора мелиоративной техники для их реализации.

3.6 Модель прогноза изменения водно-солевого режима АРП

Применение адаптированных технологий для утилизации отходов обуславливает необходимость контролировать изменение водно-солевого режима почвы агроландшафта. Очищенные стоки содержат водорастворимые и токсические соли, которые могут глубоко проникать в слои почвы, загрязняя их своими накоплениями. Для прогноза изменения водно-солевого режима агроландшафта при утилизации очищенных жидких стоков необходимо иметь данные о составе водорастворимых и токсических солей, динамике их накопления или вымывания. Водно-солевой режим агроландшафта определяет состав комплекса мероприятий для повышения АРП.

Агроресурсный потенциал агроландшафта перед утилизацией отходов имеет начальное состояние, которое можно оценить общим содержанием солей в почве как по всему профилю, так и отдельно по горизонтам с помощью уравнения:

$$\Delta S_{\text{исх}} = \Delta S, \quad (6)$$

где ΔS — содержание солей в слое почвы перед утилизацией оросительной воды.

Считаем, что адсорбция солей в почве при орошении происходит по интегральному закону. После выдачи оросительной нормы ежегодно в почве адсорбируется ΔS_{op} солей.

Следовательно, новое исходное состояние АРП агроландшафта после выдачи оросительной нормы будет оцениваться по уравнению:

$$\Delta S_{исх.н} = \Delta S_{op} + \Delta S, \quad (7)$$

где ΔS_{op} — количество солей в слое почвы после орошения, %.

Величину ΔS_{op} рекомендуется определять по методике И.П. Айдарова и др. [6–8, 12], которые считают, что при орошении до 50 % солей, поступающих с оросительной водой, адсорбируются слоем почвы. Количество солей, оставшихся в слое (горизонте) почвы после орошения (при $\beta=50$ %), будет:

$$\Delta S_{op} = \beta C_o Q_p / an100, \quad (8)$$

где C_o — минерализация воды, г/дм³;

Q_p — оросительная норма, мм;

a — средняя объемная масса расчетного слоя толщиной n , г/см³.

При воздействии оросительной воды происходит накопление солей в почве. При ежегодной утилизации отходов на ЗПО суммарную адсорбцию солей ($\Sigma \Delta S_{исх}$) можно оценить уравнением:

$$\Sigma \Delta S_{исх} = \Sigma (\Delta S_{op} + \Delta S). \quad (9)$$

Полученная концентрация солей обуславливает новое качество АРП. Новое качество почвы контролируется индикаторами МСП.

Одним из основных индикаторов МСП является степень засоления почв, которая определяет содержание солей в ППК

и плодородие почв. При достижении в почве критического содержания солей происходит деградация агроландшафта. Критическое содержание солей ($S_{крит}$) не должно превышать индикатор 0,15–0,30 %. Мероприятием, предупреждающим засоление и заболачивание почвы, является устранение причин подъема грунтовых вод и выноса солей из нижних соленосных горизонтов в корнеобитаемый слой почвы.

Обобщая ранее выполненные исследования и собственные опыты по водно-солевому режиму при орошении культур дождеванием, получено интегральное уравнение адсорбции (накопления) солей в расчетном горизонте почвы (модель водно-солевого режима):

$$\Delta S_p = \sum_1^T (\Delta S_{ucx} + \Delta S_{op}) K_t < S_{крит}, \quad (10)$$

где ΔS_p — изменение общего содержания солей в почве агроландшафта после утилизации очищенных стоков в течение периода времени T относительно исходного состояния АРП, %;

ΔS_{ucx} — количество солей в агроландшафте перед утилизацией СВ, %;

K_t — коэффициент, учитывающий неравномерность адсорбции солей в почве при орошении дождеванием в течение данного промежутка времени.

Уравнение (10) показывает, за какой период времени произойдет накопление солей до критического индикатора. При накоплении солей в почве до величины $S_{крит}$ следует принять меры по восстановлению МСП агроландшафта.

Из-за разнородности состава почвенных разностей адсорбция солей почвой происходит неравномерно. Следовательно, вводится коэффициент неравномерности адсорбции солей почвой.

Коэффициент неравномерности адсорбции солей в почве при орошении определяется по формуле:

$$Kt = (1 + \Delta S_{op})^{-\Delta S_{op}}. \quad (11)$$

Коэффициент неравномерности адсорбции солей в почве при орошении дождеванием показывает, в какой мере изменяется адсорбция от суммарного количества солей, поступающих в почву с оросительной водой.

Из уравнения (10) можно определить период, при котором система будет устойчивой. Прогнозировать время накопления солей в почве до критического индикатора можно по формуле:

$$T = S_{крит} / \Delta S_{ПИ}, \quad (12)$$

где $\Delta S_{ПИ}$ — проектное (обоснованное) изменение общего содержания солей агроландшафта после утилизации СВ после 1-го года эксплуатации ЗПО, % / год.

Зная время накопления солей в почве до критического индикатора и состав солей, можно определить комплекс мероприятий для восстановления агроландшафта ЗПО. При деградации почвы от засоления и загрязнения необходим комплекс земельно-охранных мероприятий для восстановления АРП. Комплекс земельно-охранных мероприятий должен быть направлен на снижение общего засоления почвы агроландшафта. К таким мероприятиям можно отнести плановые промывки почвы перед оросительным сезоном (затопление полей слоем воды), использование повышенных поливных норм, применение кальциевых и химических мелиорантов, включение в состав севооборота люцерны.

С помощью комплекса земельно-охранных мероприятий увеличивается время устойчивого функционирования агроландшафта. Мелиоративный эффект после проведения комплекса земельно-охранных мероприятий можно

прогнозировать с помощью уравнения (модель прогноза мелиоративного эффекта):

$$\Delta S_{pm} = \sum_1^T (\Delta S_{ucx} + \Delta S_{op}) K_t - \sum_1^T \Delta S_t \cdot K_t < S_{крит}, \quad (13)$$

где ΔS_{pm} — мелиоративный эффект после проведения комплекса земельно-охранных мероприятий, % /год;
 ΔS_t — вымывание (вынос) солей из расчетного горизонта почвы агроландшафта с помощью земельно-охранных мероприятий, % /год.

Время устойчивого развития АРП агроландшафта после внедрения комплекса земельно-охранных мероприятий увеличивается на ΔT за счет мелиоративного эффекта и определяется по формуле:

$$\Delta T = S_{крит} / (\Delta S_{pn} - \Delta S_{pm}). \quad (14)$$

Учитывая (14), можно получить критический индикатор устойчивого развития АРП. После истечения времени T получим ($\Delta S_{крит} = \Delta S_{pm}$), следовательно критический индикатор устойчивого развития АРП агроландшафта будет равен единице:

$$i_{крит} = \Delta S_{pn} / S_{крит} = 1,0. \quad (15)$$

При $i_{крит} \geq 1,0$ агроландшафт перейдет в неустойчивое развитие, приблизится к порогу деградации.

Ранее выполненные исследования по сохранению МСП агроландшафта показывают, что порог деградации агроландшафта по индикатору устойчивого развития АРП не должен превышать $i_{порог} \leq 2,0$.

Таким образом, разработана новая инновационная методика прогноза водно-солевого режима влияния оросительной воды на АРП агроландшафта, в основе которой лежат исследования по изменению МСП под действием

антропогенных факторов [48, 122, 124, 129, 132, 218, 273, 277, 279].

В результате анализа выполненных исследований можно сделать выводы.

1. Разработана концепция сельскохозяйственного мелиоративного комплекса для повышения АРП агроландшафта, направленная на получение конкурентных и высоких урожаев сельскохозяйственных культур, имеющая в основе замкнутость природного и техногенного цикла на ресурсной составляющей геосистемы.

2. Определен ресурсный метод, который позволил разработать адаптированную модель «Агроландшафт — технология», которая определяет новое ресурсное состояние агроландшафта.

3. Разработана модель адаптированной земельно-охранной системы, которая управляет элементами СМК, позволяет определять риски и прогнозы изменения агро-ресурсного состояния агроландшафта с помощью модели «Агроландшафт — технология». АЗОС выполняет функции по предупреждению и локализации чрезвычайных ситуаций на объектах сельскохозяйственного производства, создает условия для повышения урожайности сельскохозяйственных культур на антропогенных агроландшафтах.

4. Обоснованы научные подходы к разработке адаптированных ресурсосберегающих технологий, направленные на охрану агроландшафтов, в составе которых необходимо иметь инновационные локальные комплексные очистные сооружения, которые повысят эффективность сельскохозяйственного производства.

5. Для охраны сельскохозяйственных земель от деградаций разработана методика безразмерных индикаторов, которые определяют АРП агроландшафта после применения технологий. Технологии в ресурсной модели рассматриваются как риски для достижения намеченной цели:

повышение плодородия земель, получение конкурентного урожая сельскохозяйственных культур, мелиорации агроландшафта, восстановление водного объекта.

6. Разработана модель управления рисками СМК, которая направлена для достижения поставленной цели — повышения АРП и получения конкурентных урожаев культур. Модель рисков включает ограничения (критические индикаторы) и обеспечивает устойчивое развитие окружающей среды.

7. Установлено, что риски адаптированных ресурсосберегающих технологий СМК могут быть описаны моделью безразмерного интегрального индикатора агроландшафта моделью риска (4).

8. Разработана ресурсная модель адаптированной ресурсосберегающей технологии, состоящей из 5 уровней, которая позволяет управлять ресурсами (природными, техногенными) для получения улучшенного свойства агроландшафта.

9. Получено интегральное уравнение адсорбции солей (13) в расчетном горизонте почвы (модель водно-солевого режима) при орошении сельскохозяйственных культур.

4 АДАПТИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД КОНСЕРВНЫХ ЗАВОДОВ ДЛЯ ОХРАНЫ АГРОЛАНДШАФТОВ

4.1 Обоснование технологии утилизации сточных вод консервных заводов АПК

Развитие инвестиционного сотрудничества в области сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности поставило цель — создание инновационных консервных заводов, отвечающих современным требованиям

по эффективности производства консервной продукции высокого качества, полного удовлетворения потребности населения в продуктах питания, обеспечение сохранения окружающей среды.

Сохранение окружающей среды при переработке продукции на предприятиях АПК состоит в охране агроландшафтов и водных источников от загрязнений и деградации. При производстве консервов потребляется большое количество воды, которая после производственных процессов должна полностью утилизироваться в связи с поставленной инновационной целью. Утилизация сточных вод должна быть направлена не только на сохранение окружающей среды, но и на повышение эффективности перерабатываемых отходов утилизации.

Целью переработки сельскохозяйственной продукции является разработка адаптивных технологий полной утилизации отходов переработки при сохранении природной среды. Одним из эффективных способов утилизации отходов является полная утилизация жидких стоков на ЗПО.

Для выполнения поставленных целей должен быть решен комплекс задач по мелиорации земель и охране водных объектов.

1. Установить агромелиоративные требования к сточным водам для получения качественной продукции на ЗПО.

2. Определить степень очистки сточных вод, которые могут быть использованы на сельскохозяйственных полях орошения после очистки и специальной подготовки.

3. Обозначить удобрительную ценность сточных вод.

4. Разработать комплекс природоохранных мероприятий при орошении очищенными производственными сточными водами.

5. Обосновать режим орошения культур севооборота очищенными производственными водами и технику полива в условиях дефицита водных ресурсов.

6. Доказать эффективность адаптированных технологий утилизации очищенных производственных стоков на ЗПО.

Под полной утилизацией отходов производства понимается их очистка, подготовка к транспортировке, утилизация в виде удобрений и получение конкурентных урожаев сельскохозяйственных культур.

Разработан технологический комплекс полной утилизации стоков консервных заводов для охраны агроландшафтов от загрязнений. Комплекс обеспечивает переработку отходов в экологически безопасные стоки, накопление, трубопроводную транспортировку для подачи к дождевальным системам и утилизацию в виде оросительной воды на ЗПО.

Технологический комплекс по утилизации отходов является универсальным, так как разработан для стандартного консервного завода по переработке овощей, и поэтому может быть адаптирован для аналогичных предприятий АПК.

Разработанная технология является современной и инновационной, в которой применены новые подходы к утилизации отходов консервных заводов.

Адаптивность технологии полной утилизации отходов для охраны АРП агроландшафтов обеспечивается замкнутым циклом СМК: урожай — переработка — отходы — очистка — утилизация — урожай.

Объектом разработки и исследований была технология полной утилизации очищенных производственных сточных вод для нового современного предприятия ООО «Кубанские консервы» французской группы «СЕСАВ» по переработке и консервированию овощей, расположенного в г. Тимашевске Краснодарского края.

При разработке технологии была принята производственная программа завода по переработке овощей с учетом природно-климатических условий района.

Были установлены объемы сточных вод завода. Основные стоки завода: хозяйственно-бытовые стоки, их объем составлял 2 %; поверхностные стоки — 7 % и производственные стоки — 91 %. Главным источником загрязнения природной среды являются производственные сточные воды.

Для очистки хозяйственно-бытовых и поверхностных стоков разработана биологическая очистка, которая обеспечивала степень очистки стоков до требований, предъявляемых к водам для рыбохозяйственных целей [202].

Из анализа научных и технических источников было установлено, что специализированных очистных сооружений и методов очистки производственных сточных вод практически нет. На консервных заводах производственные СВ, как правило, направляются в сплавные канализации населенных пунктов, очистка стоков в пределах заводов не выполняется, не используется энергетическая и удобрительная ценность отходов.

Специфика консервных заводов позволяет эффективно использовать очищенные производственные стоки в АПК. Заводы находятся, как правило, на окраинах населенных пунктов и примыкают к сельскохозяйственным угодьям. В условиях дефицита водных ресурсов доставка и подготовка очищенных производственных стоков к использованию в качестве оросительной воды являются приоритетным инновационным направлением развития сельскохозяйственного производства.

На кафедре гидравлики и сельскохозяйственного водоснабжения КубГАУ была разработана адаптированная технология полной утилизации очищенных производственных сточных вод на агроландшафтах ЗПО [286, 288], на базе которой были разработаны проект и рабочая документация инновационных ЛКОС *«Очистные сооружения для поверхностных, хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод на территории завода ООО «Кубанские*

консервы». В 2008 г. были построены ЛКОС и разработана адаптированная земельно-охранная система для утилизации СВ завода (приложение).

Утилизация очищенных стоков осуществляется на сельскохозяйственных полях орошения. Площадь орошаемого участка, который расположен на территории ООО «Прогресс» Тимашевского района в 3 км от завода «Кубанские консервы», 272 га. Для орошения культур севооборота ЗПО были приняты дождевальные системы американской фирмы *Lindsay* (США).

Внедрение адаптированной технологии полной утилизации очищенных сточных вод выполнялось в два этапа.

В основу этапа был положен принцип охраны окружающей среды. Первый этап состоял в разработке новых очистных сооружений для очистки производственных СВ, где производилась раздельная очистка производственных, хозяйственно-бытовых и поверхностных стоков до нормативно допустимых сбросов для водоемов рыбохозяйственного назначения. Приоритетным направлением являлась охрана воздушного пространства, охрана реки Кирпильцы от загрязнения стоками, обеспечение экологической безопасности территории в пределах санитарной защитной зоны консервного завода.

Результатом решения первого этапа была разработка новой конструкции ЛКОС с инновационными технологическими процессами подготовки воды к утилизации на ЗПО.

Второй этап включал внедрение адаптированной технологии утилизации оросительной воды на ЗПО. В состав этапа входили разработка адаптированного севооборота, сохранение МСП агроландшафта, охрана агроландшафтов от загрязнения при орошении технических культур. На ЗПО решалась задача сохранения плодородия почв при повышении урожайности технических культур путем орошения дождеванием очищенными СВ.

Для охраны агроландшафтов от загрязнений при утилизации очищенных промышленных сточных вод консервного завода были обоснованы, разработаны и внедрены локальные комплексные очистные сооружения (ЛКОС).

При разработке способов очистки и утилизации отходов были изучены природно-климатические условия Тимашевского района, которые влияют на состав технологических операций и режим работы ЛКОС, выбор поливной техники и режима орошения культур севооборота.

На территории района преобладают массы континентального воздуха умеренных широт. Приходящие извне воздушные массы атлантического, арктического и тропического происхождения обычно бывают уже в значительной степени трансформированными и вскоре окончательно перерождаются в континентальный воздух умеренных широт. При этом существенное влияние на общую циркуляцию оказывают система хребтов Западного Кавказа и близость двух морей — Азовского и Черного.

Средняя многолетняя температура воздуха за год равна $+10,4$ °С. Самым холодным месяцем является январь со среднемесячной температурой воздуха минус $2,8$ °С и абсолютным минимумом минус 30 °С. Продолжительность теплого периода со среднесуточной температурой воздуха выше 0 °С составляет 281 – 298 дней. Наиболее жаркий месяц — июль, среднемесячная температура которого $+23,4$ °С. Абсолютный максимум температуры воздуха $+43$ °С отмечен в августе. Средняя дата появления снежного покрова — середина декабря, схода покрова — середина марта. Влияние климата сформировало на участке ЗПО плодородные черноземные земли.

Почвенными изысканиями на участке ЗПО установлено [261], что механический состав и генезис почв на территории исследуемого участка находится в прямой зависимости от геоморфологических условий. Территория участка рас-

положена на аккумулятивно-эрозионной лессовой плиоцен-четвертичной равнине. Почвообразующими породами являются лессовидные глины, реже тяжелые суглинки. Мощность гумусового горизонта 160 см, содержание гумуса в пахотном горизонте 5,76 %. Реакция почвенной среды слабощелочная по всему профилю ($pH = 7,2$). Механический состав легкоглинистый, содержание физической глины 64,4 %. Почвы не засолены (содержание токсичных солей мене 0,01 %), несолонцеваты (содержание поглощенного натрия менее 5,0 % от суммы поглощенных оснований).

Из анализа природно-климатических условий был сделан вывод, что водно-физические свойства почв и климат позволяют производить мероприятия полной утилизации очищенных производственных сточных вод завода в условиях Тимашевского района круглогодично.

Соотношение испарения и осадков (коэффициент увлажнения) благоприятно для круглогодичной утилизации очищенных стоков в пределах исследуемого агроландшафта. Однако в вегетационный период культур наблюдается дефицит водопотребления, коэффициент увлажнения приближается к критическому значению по сухости климата.

Для выбора схемы очистки производственных стоков необходимо выполнить анализ производственной программы завода по переработки овощей, определить состав основных культур, подлежащих консервированию.

Производственная программа завода составляет 80 млн евробанок в год. Распределение объема переработки по видам перерабатываемой продукции представлено в таблице 4.1.

Культуры для переработки созревают не равномерно, имеют разные вегетационные сроки, требуют различный объем воды для подготовки к консервированию.

Таблица 4.1 — Производственная программа консервного завода ООО «Кубанские консервы»

№	Наименование консервов	Производственная программа, млн евробанок
1.	Зеленый горошек	21
2.	Сахарная кукуруза	36
3.	Консервы из сушеных овощей	23
Итого: проектная мощность		80

Поэтому необходим график производственной программы переработки овощей завода, который будет определять режимы работы ЛКОС, орошения культур севооборота ЗПО. Производственная программа консервного завода дана на рисунке 4.1.

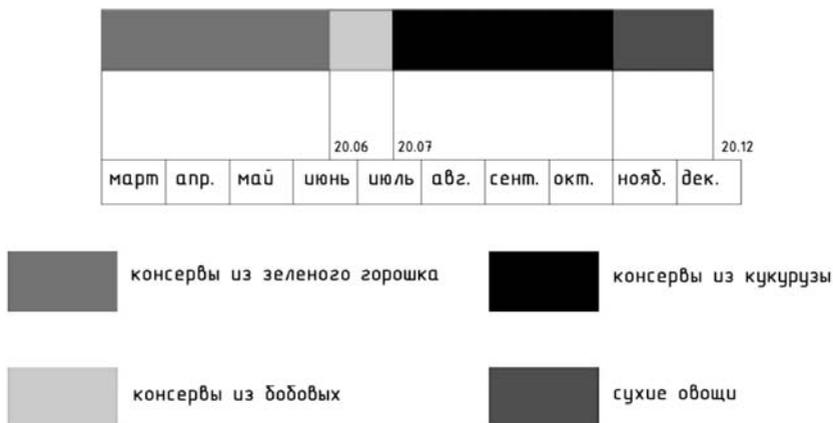


Рисунок 4.1 — Производственная программа переработки овощей консервным заводом ООО «Кубанские консервы»

4.2 Локальные КОС для очистки производственных сточных вод и охраны агроландшафтов от загрязнений

Для разработки схемы и метода очистки необходимо установить качественный состав производственных сточных вод.

Производственные сточные воды поступают на очистные сооружения от технологических процессов мойки, бланширования и охлаждения зеленого горошка, сахарной кукурузы и бобов.

В основном на консервных предприятиях не имеется локальных очистных сооружений (ЛОС), неочищенные стоки сбрасываются в канализационные коллектора, из которых стоки поступают в городские или районные очистные сооружения. Такой режим сброса неочищенных вод консервных комбинатов значительно ухудшают работу городских станций очистки стоков из-за специфики сбросных вод консервных комбинатов. Поэтому на консервных заводах должны быть индивидуальные ЛОС, которые могут частично очищать стоки для сброса в городские сети или выполнять полную очистку производственных стоков для утилизации на ЗПО.

В таблице 4.2 приведен усредненный химический состав производственных сточных вод, который был принят за основу разработки схемы и состава очистных сооружений.

Можно сделать вывод, что усредненный химический состав производственных сточных вод обладает высокой удобрительной ценностью по отношению к сельскохозяйственным культурам за исключением показателей воды по *БПК*, *ХПК*, сахарам, *pH* и взвешенным веществам.

Наиболее ценными веществами являются макроэлементы, которые имеются в составе сточных вод. Химический состав сточных производственных вод должен уточняться

в процессе переработки овощной продукции для каждого завода индивидуально. Химический состав производственных стоков является основной в процессе биологической очистки.

Таблица 4.2 — Усредненный химический состав производственных сточных вод консервных заводов

№	Наименование показателей	Единица измерения	Показатели	
			зеленый горошек	сахарная кукуруза
1	рН		5,3	4,0
2	Взвешенные вещества	мг/л O ₂	1100	2400
3	БПК	мг/л O ₂	1600÷1800	6000÷7200
4	ХПК	мг/л O ₂	3400÷4200	10000÷12000
5	Азот	мг/л	90	260
6	Калий (по K ₂ O)	мг/л	180	250
7	Фосфор (по P ₂ O ₅)	мг/л	44	60
8	Кальций	мг/л	70	75
9	Магний	мг/л	20	25
10	Натрий	мг/л	55	55
11	Хлориды	мг/л	35	40
12	Общие сахара	мг/л	–	850
	В том числе редуцированные сахара	мг/л	–	750

Оцениваются микробиологические и паразитологические показатели качества сточных вод, пригодных для орошения в соответствии с [228]. Гигиенические показатели определяют степень дегельминтизации стоков консервных заводов для полной утилизации на ЗПО. В таблице 4.3 приведены данные качества воды по микробиологическим и паразитологическим усредненным показателям.

Таблица 4.3 — Микробиологические и паразитологические усредненные показатели сточных вод

№	Показатели	Допустимое содержание в 1 дм ³	Содержание в 1 дм ³
1	число ЛПК (лактоположительные кишечные палочки)	< 1000	850
2	патогенные микроорганизмы (определение проводится по эпидпоказателям)	нет	–
3	жизнеспособные цисты кишечных простейших (дизентерийные амебы, лямблии)	< 1	0,2
4	жизнеспособные яйца гельминтов (аскариды, власоглав, острицы, токсакар, фасциолы), карликового цепня	< 1	0,1

Анализами химической лаборатории подтверждается, что на выходе производственных сточных вод не обнаруживается загрязнения паразитами выше нормы.

Для глубокой биологической очистки производственных сточных вод разработана схема очистки и конструкция аэрируемых прудов в виде биологических каскадных сооружений.

Установлено, что для ЗПО после глубокой биологической очистки в аэрируемых прудах и на полях орошения соотношение питательных элементов в производственных сточных водах должно составлять К:N:P = 100:5:1.

Исследования показывают, что производственные сточные воды завода имеют соотношение К:N:P = 100:3,0:0,2.

Следовательно, недостаточное содержание азота и фосфора должно восполняться применением удобрений на ЗПО при орошении дождевальными системами.

4.2.1 Принципиальная схема ЛКОС очистки производственных сточных вод для охраны агроландшафтов от загрязнений

При разработке схемы очистки были использованы результаты исследований для усредненного химического состава производственных стоков с учетом качественных химических показателей (таблицы 4.2, 4.3 [228]), поступающих от консервных комбинатов на очистные сооружения и коллектора. В результате исследования химического состава производственных сточных вод установлено, что воды обладают различным качественным составом в зависимости от вида перерабатываемой продукции.

Поверхностные воды с территории завода и хозяйственно-бытовые сточные воды подвергаются биологической очистке. Очистка этих стоков происходит отдельно. Очищенные стоки можно направлять в накопитель или использовать для других нужд, например, для орошения технических культур, газонов и др.

Основным видом загрязнителей производственных сточных вод являются нерастворенные примеси — взвешенные вещества. При разработке схемы была положена концепция комбинированной очистки производственных стоков, когда происходит механическое отделение взвешенных веществ от производственных сточных вод и направление очищенных вод от взвешенных на биологическую очистку.

Преимущества данной схемы заключаются в отдельном окислении очищенных сточных вод от взвешенных веществ. При этом тратится меньше энергии по сравнению с известными способами очистки воды в очистных сооружениях.

Существующие на консервных заводах устройства практически не обеспечивают полного отделения взвешенных веществ от стоков, а если и обеспечивают, то требуется устройство больших по размерам отстойников. Такие со-

оружия применяются на городских очистных станциях и занимают большие площадки под технологические процессы отстаивания загрязненных стоков.

Решение проблемы полной утилизации производственных стоков требует разработки новых, совершенно отличающихся по конструкции и технологии очистных сооружений. Для глубокой очистки производственных вод разработана принципиально новая схема ЛКОС, с помощью которой можно выполнять комплексную очистку и полную утилизацию стока на ЗПО (рисунок 4.2).

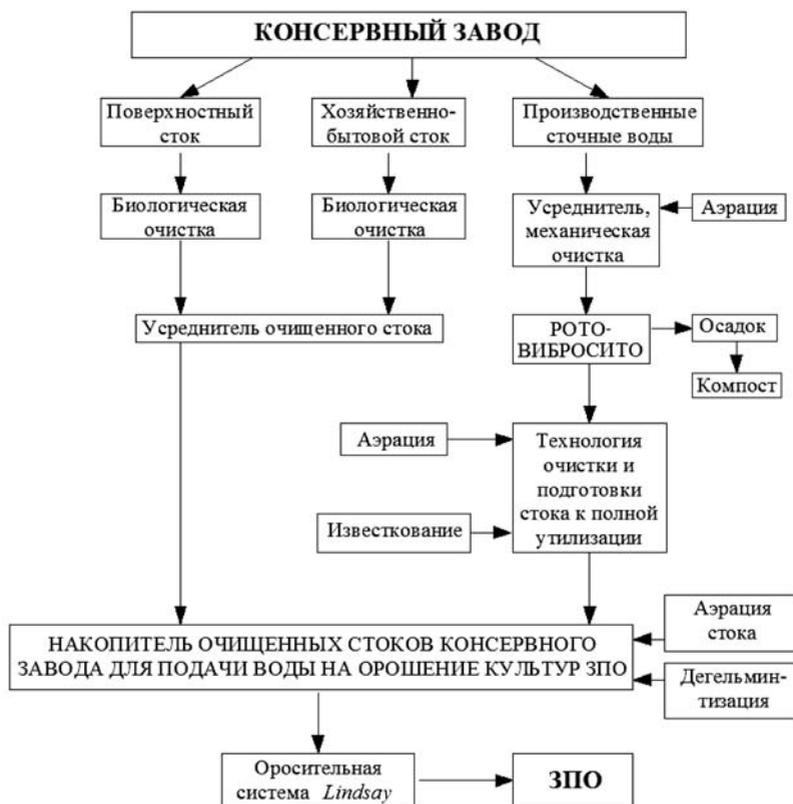


Рисунок 4.2 — Принципиальная комплексная схема ЛКОС для очистки производственных стоков

Технологические процессы ЛКОС являются составной частью СМК, без которых невозможно осуществлять полную утилизацию стоков консервных заводов АПК. Основные технологические процессы ЛКОС по утилизации стоков на ЗПО включают:

- биологическую очистку поверхностных сточных вод с территории завода, которая необходима для технических нужд завода и для использования на ЗПО;
- биологическую очистку хозяйственно-бытовых стоков;
- биологическую очистку производственных стоков, объем которых составляет 85–90 % от общего суммарного стока загрязненных вод завода.

Биологическая очистка хозяйственно-бытовых стоков и поверхностных вод не является новой технологией, а входит в комплекс полной утилизации стоков, поэтому в работе рассматриваться не будет.

4.2.2 Разработка технологических процессов для утилизации очищенных сточных вод на сельскохозяйственных полях орошения

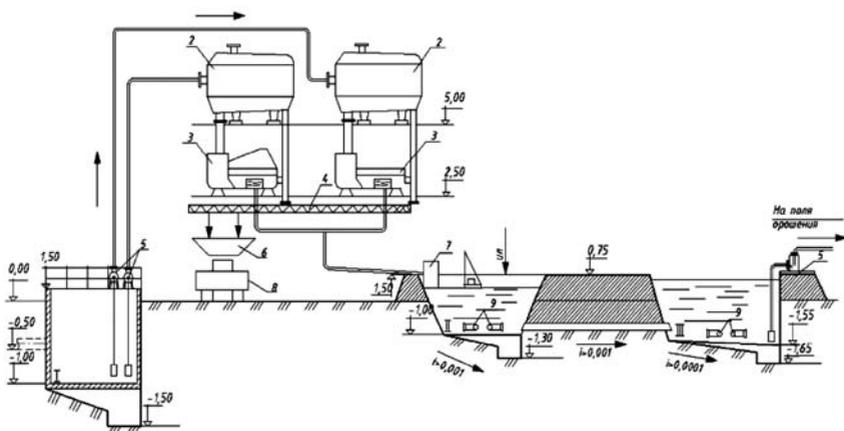
Технологические процессы полной утилизации очищенных сточных вод на ЗПО включают комплекс мероприятий, направленных на повышение АРП в системе СМК. Для полной утилизации стоков на ЗПО разработаны технологические процессы:

- обезвоживание твердых примесей (взвешенных веществ) от производственного стока;
- сбор взвешенных веществ в контейнере для дальнейшей утилизации;
- подготовка очищенного стока от взвешенных веществ к утилизации;
- накопление условно чистого стока к полной утилизации на ЗПО;

– транспортировка очищенных стоков к оросительной системе;

– орошение сельскохозяйственных культур.

Принципиальная схема полного технологического процесса очистки производственного стока для полной утилизации на ЗПО представлена на рисунке 4.3.



1 — усреднительная емкость; 2 — ротосито; 3 — приемник очищенных стоков от взвешенных; 4 — вибросито; 5 — самовсасывающие насосы; 6 — приемник осадка; 7 — умягчитель стоков; 8 — автомобиль для транспортировки осадка; 9 — аэраторы.

Рисунок 4.3 — Принципиальная схема полного технологического процесса очистки производственного стока для полной утилизации на ЗПО

Технологическая последовательность процессов состоит в следующем. Неочищенные производственные сточные воды с завода направляются в усреднитель, где имеется устройство для отделения твердой фракции от сточной воды. В усреднителе происходит предварительная аэрация и перемешивание стока. С помощью самовсасывающих насосов производительностью $100 \text{ м}^3/\text{час}$ сток подается на рото- и два вибросита, где происходит отделение взвешен-

ных веществ от стока и обезвоживание твердых примесей от производственного стока.

Твердая фракция может забивать отверстия дождевальных машин, истирать стенки трубопроводов. Данная операция необходима для защиты оросительной системы.

Очистка стока от взвешенных веществ позволяет оптимизировать перекачивание воды и непрерывное процеживание, что обеспечивает меньший износ оборудования, и предохранять систему от гидравлических ударов и более эффективно процеживать производственные стоки.

Сточная вода, поступающая с завода на очистку, имеет показатель $pH = 4,0-5,3$. При данных показателях pH аэробные процессы не эффективны, поэтому предусматривается внесение извести, доза которой варьируется от 0,3 до 1,0 тонны в сутки в зависимости от pH . Производственные сточные воды рекомендуется нейтрализовать до $pH = 6,5-7,5$ добавлением известкового молока к объему сточной воды, находящемуся в биологическом пруде, где происходит процесс очистки сточных вод.

При выработке консерв из зеленого горошка pH повышается, но незначительно. Показатель повышается выше нормы на (6,5–5,3) 1,2 единицы.

При выработке консерв из сахарной кукурузы pH повышается на (6,5–4,0) 2,5 единицы.

Это вызвано образованием органических кислот при разложении растворимых сахаров, редуцированных сахаров, имеющих склонность к ферментации.

Добавление известкового молока исключит развитие кислородного голодания в аэрируемом пруде.

При нейтральной среде ($pH = 7$) закисления почвы орошаемых земель ЗПО не наблюдается.

Процеживание производственных стоков.

Количество взвешенных веществ в производственных сточных водах консервных заводов принимается усред-

нено — 1,1 г/л. Эти вещества, выделенные из воды в виде осадка, представляют собой обводненную массу.

Для процеживания и удержания крупных частиц, взвешенных веществ использовались 2 ротационных сита, которые были установлены на площадке с отметкой +5,0 м от пола площадки.

Ротационные сита представляют собой цилиндр, внутри которого расположено специальное распределительное устройство, моноблочный шнековый транспортер и ротационные щетки. Жидкость фильтруется через отверстия в барабане $d = 1,5$ мм и через выходное отверстие по трубопроводу направляется к виброситу.

Для выполнения этой операции разработана конструкция технологического устройства, которое выполняет отделение взвешенных веществ от производственных сточных вод.

Конструкция устройства очистки стоков от взвешенных веществ представлена на рисунке 4.4.



Рисунок 4.4 — Конструкция технологического устройства отделения взвешенных веществ от производственных сточных вод

Выходная труба роторного сита подключается таким образом, чтобы отфильтрованная жидкость свободно сливалась в вибросито с помощью гибкого шланга.

Вибросито состоит из приемного ковша, фильтра с регулируемым углом наклона, днища для фильтрата и системы очистки (воздухом или водой).

Отходы от процеживания из ротационного сита и вибросита направляются через шнековый транспортер, в котором они спрессовываются, и поступают в накопитель или кузов грузовика.

Очищенная вода от взвешенных веществ направляется в аэрируемый пруд емкостью 1000 м³. Пруд является 1-й ступенью биологической очистки, где происходят процессы нейтрализации и окисление производственного стока.

Для удаления из производственных стоков растворенных органических веществ применяется биологическое окисление, которое происходит в аэрируемом пруде 1-й ступени. Далее очищенный сток поступает во второй пруд, который выполняет функцию 2-й ступени биологической очистки. Второй пруд является накопителем, из которого подготовленная вода для утилизации забирается насосами и транспортируется на ЗПО.

Производственные сточные воды агрессивны по отношению среды, так как в составе сточных вод имеется аммиак, сероводород, метан и др. вещества, которые разрушают бетонные и металлические поверхности. Поэтому для процесса биологической очистки стоков разработана конструкция аэрируемых прудов, которая обеспечивает снижение капитальных затрат на строительство и увеличение срока эксплуатации очистных сооружений.

Аэрируемые пруды выполнены в земляном теле в полувыемке, покрыты современным материалом — геомембраной (рисунки 4.5).



Рисунок 4.5 — Технологическая конструкция аэрируемых прудов для биологической очистки промышленных стоков

Каскад прудов обеспечивает 2-ступенчатую биологическую очистку.

Обоснование биологической очистки в аэрируемых прудах. Для удаления из промышленных стоков растворенных органических веществ наиболее часто применяют окисление, которое происходит в биологическом пруде в аэробных условиях.

В основе процесса биологической очистки промышленных стоков лежит биологическое окисление органических загрязнений микроорганизмами активного ила в аэробных условиях.

Участвуя в конструктивном энергетическом обмене живой клеткой, органические вещества промышленных вод претерпевают сложное химическое и биологическое превращения.

В результате катаболических процессов происходит распад этих веществ с образованием более простых органи-

ческих низкомолекулярных соединений, часть из которых подвергается дальнейшему окислению до CO_2 и H_2O с выделением энергии и превращается в продукты метаболизма, а другая часть используется для биосинтеза в процессах анаболизма.

Биологическая очистка промышленных стоков происходит благодаря способности микроорганизмов питаться за счет находящихся в воде органических веществ (кислоты, спирты, белки, углеводы), которые являются для них источником углерода. В процессе питания микроорганизмов происходит прирост их массы.

В количественном отношении биомасса повышается. Ее прирост зависит от соотношения между количеством органических веществ, поддающихся биохимическому распаду, выраженным БПК, общим количеством органических веществ и ХПК.

Особое значение при биологической очистке имеет регулирование количества биомассы и сохранение ее активности, это достигается при помощи аэрации.

Для проведения биологической очистки промышленных стоков в аэрируемом пруде емкостью 1000 м^3 разработан способ аэрации сточных вод (рисунок 4.6).

Аэрируемые пруды имеют ряд преимуществ: позволяют осуществить более глубокую очистку промышленных вод от трудно окисляемых загрязнений; обеспечивают большую стабильность качества очищаемых вод; создают условия работы в аэрируемых прудах без удаления избыточного активного ила, что особенно важно при проектировании и строительстве небольших очистных станций (ЛКОС); позволяют под действием аэрируемых потоков захватывать ил насосной станцией и вместе с очищенной водой транспортировать и подавать на ЗПО, где ил утилизируется в почве агроландшафта.



Рисунок. 4.6 — Способ аэрации сточных вод

Для осуществления аэрации на дно резервуара устанавливается установка 2 гидроэжекторов — с коноидальными насадками для струйного смыва придонного осадка и энергичного перемешивания нижних слоев жидкости, которые исключают осаждение активного ила и обеспечивают стабильную эффективную работу пруда для перемешивания, аэрирования и очистки.

Таким образом, удается остановить процесс накопления осадка на дне прудов и предотвратить загрязнение воздуха.

Далее вода из пруда забирается двумя насосами производительностью $120 \text{ м}^3/\text{час}$ и затем подается на орошение сельскохозяйственных культур после контроля качества сточных вод.

Из аэрируемого пруда нейтрализованные и очищенные сточные воды («оросительная вода») поступают в накопительный резервуар. Он представляет собой промежуточный пруд с объемом 3000 м^3 , который является 2-й ступенью биологической очистки производственного стока.

Результаты исследований качества оросительной воды.

В процессе производства консервов из зеленого горошка и кукурузы вода используется на всех стадиях пригото-

ния: мойка, охлаждение и бланшировка, вследствие чего в производственные сточные воды попадают взвешенные частицы, увеличиваются показатели содержания БПК_{полн}, азота, фосфора и др. [56].

Для предотвращения загрязнения сельскохозяйственных полей орошения при поливе сточными водами выполняется их очистка на ЛКОС. Степень очистки производственных сточных вод определяется 1 раз в квартал. В результате мониторинга сточных вод устанавливаются мероприятия, которые необходимы для корректировки работы ЛКОС.

Мониторинг очищенных производственных сточных вод необходим для корректировки мероприятий по охране агроландшафтов ЗПО. Для выполнения процесса утилизации очищенных производственных сточных вод в 2009–2010 гг. были проведены исследования качества оросительной воды.

Некоторые результаты исследований качества очищенных производственных сточных вод по пригодности для орошения сельскохозяйственных культур даны на рисунках 4.7–4.11.

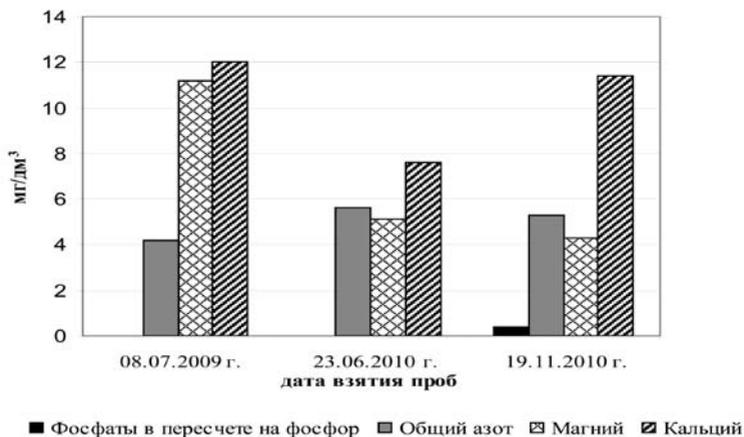


Рисунок 4.7 — Результаты химического анализа оросительной воды по содержанию общего азота, магния, кальция и фосфора

На графике видно, что содержание общего азота, магния, кальция и фосфора не превышает ПДК. Предельно допустимые дозы для азота — 270 мг/л, для кальция — 70 мг/л, для магния — 40 мг/л, для фосфора — 112 мг/л (СанПиН 2.1.7.573-96).

Исследовалось содержание в оросительной воде сухого остатка и взвешенных веществ, БПК_{полн}, проводился мониторинг жесткости и водородного показателя.

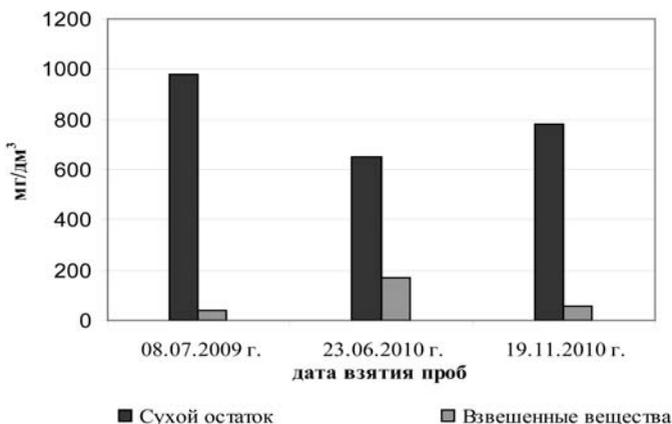


Рисунок 4.8 — Результаты химического анализа оросительной воды по содержанию сухого остатка и взвешенных веществ

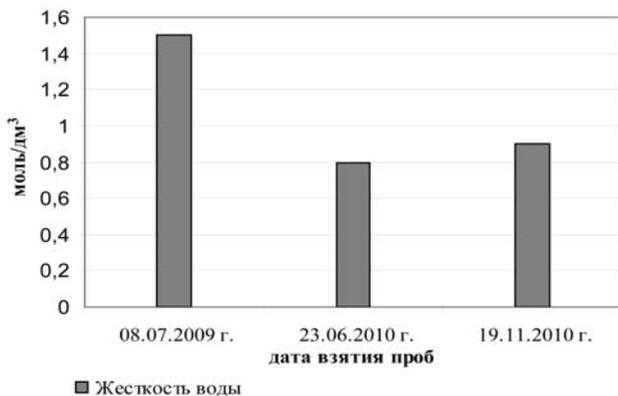


Рисунок 4.9 — Результаты химического анализа жесткости оросительной воды для полива культур

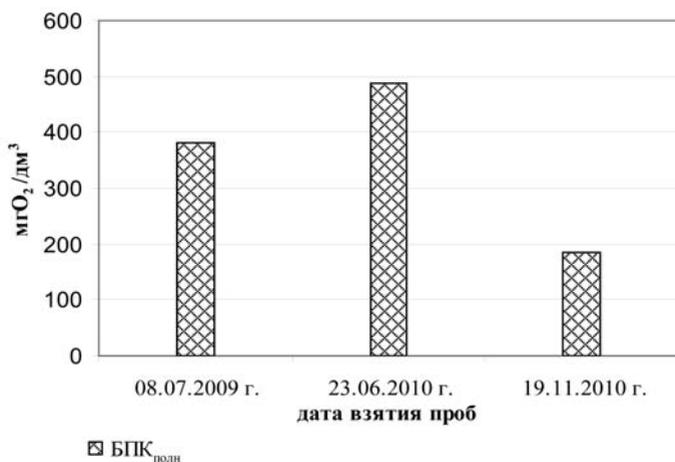


Рисунок 4.10 — Результаты химического анализа оросительной воды по содержанию в них БПК_{полн}



Рисунок 4.11 — Результаты химического анализа оросительной воды по водородному показателю

Из графиков следует, что предельно допустимые показатели сухого остатка, взвешенных веществ и БПК_{полн} в оросительной воде находятся в пределах ПДК [56].

Значения водородного показателя pH за исследуемый период изменялись незначительно (от 6,3 до 6,7 единицы)

и находились в пределах нормы для орошения сельскохозяйственных земель.

Жесткость очищенной оросительной воды изменялась от 0,8 до 1,5 моль/дм³, что также является допусаемым показателем [56].

4.3 Исследование показателей «оросительной воды» для полной утилизации на ЗПО

Обоснование качества оросительной воды для утилизации на ЗПО.

Для определения пригодности очищенных производственных сточных вод использовали различные методы.

Выполнялась оценка качества оросительной воды по А. Н. Костякову. Более полной оценкой качества оросительной воды является способ М.Ф. Буданова [26], который разработал требования по использованию очищенных сточных вод при орошении сельскохозяйственных культур.

Для оценки эффективности разработанных ЛКОС и технологических операций по очистке производственных сточных вод выполняли исследования качественных показателей оросительной воды для полива сельскохозяйственных культур.

Исследования по очистке сточных вод на ЛКОС позволяют дать оценку о влиянии утилизации очищенных производственных сточных вод на плодородие почвы ЗПО, процессах накопления токсичных солей в почво поглощающем комплексе, необходимости разработки мероприятий по повышению МСП, применению адаптированных технологий для сохранения АРП агроландшафтов.

Установлено, что общее содержание растворимых солей в очищенных сточных водах составляет не более 1,0 г/л. Следовательно, оросительная вода имеет высокое качество

для целей орошения. После очистки она имеет высокое содержание катионов, которые могут отрицательно воздействовать на МСП при ее утилизации. Поэтому оросительная вода подвергалась исследованию по качеству очистки производственных стоков на ЛКОС. Результаты влияния очистки СВ на АРП приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 — Качественные показатели оросительной воды после биологической очистки на ЛКОС

№ п/п	Наименование показателей	Показатели	Значение показателей	
			допустимые	после очистки
1	$\frac{Na^+}{Ca^+}$	$\frac{2,39}{3,5}$	≤ 1	0,66
2	$\frac{Na^+}{Ca^+ + Mg^{++}}$	$\frac{2,39}{3,5+3,3}$	$\leq 0,7$	0,35
3	$\frac{\sum \text{солей}}{Ca^+ + Mg^{++}}$	$\frac{24,22}{3,5+3,3}$	≤ 4	3,56
4	<i>pH</i>		6–8,5	6,5

Из результатов, приведенных в таблице 4.4, видно, что оросительная вода пригодна для утилизации на ЗПО, не загрязняет почву агроландшафта. Сравнение качественных показателей очищенных производственных сточных вод завода с допустимыми качественными показателями по М. Ф. Буданову показывает, что эффект очистки на ЛКОС достаточно высокий. Следовательно, можно считать, что локальные комплексные очистные сооружения удовлетворяют требованиям, предъявляемым к оросительной воде по качеству очистки для утилизации на ЗПО.

Оросительная вода после очистки на ЛКОС содержит микроэлементы, которые могут оказывать отрицательное

воздействие на культуры при утилизации. Поэтому были выполнены исследования по количественному содержанию микроэлементов в оросительной воде. Оценка качества воды выполнялась согласно требованиям Государственного стандарта (ГОСТ 17.4.3.05-86) «Требования к сточным водам и их осадкам для орошения и удобрения».

В таблице 4.5 приведены максимальные усредненные концентрации микроэлементов в оросительной воде после очистки на ЛКОС за период 2008–2011 гг.

Таблица 4.5 — Максимальные усредненные концентрации микроэлементов в оросительной воде завода ООО «Кубанские консервы» после очистки на ЛКОС

Микроэлементы	Концентрация, мг/л	Микроэлементы	Концентрация, мг/л
Барий	0,1000	Никель	0,1000
Бор	0,5000	Ртуть	0,0005
Бром	0,2000	Свинец	0,003
Ванадий	0,1000	Селен	0,001
Висмут	0,1000	Стронций	7,0000
Вольфрам	0,0500	Сурьма	0,1000
Кадмий	0,0010	Теллур	0,0100
Кобальт	1,0000	Титан	0,1000
Марганец	10,000	Фтор	1,5000
Медь	1,0000	Хром	1,5000
Молибден	0,2500	Цинк	1,0000
Мышьяк	0,0500		

Из представленного материала (таблица 4.5) по содержанию микроэлементов в очищенных производственных сточных водах видно, что концентрации микроэлементов не превышают ПДК.

Следовательно, можно считать, что оросительная вода после очистки на ЛКОС не загрязняет агроландшафты микроэлементами.

Установлена удобрительная ценность оросительной воды для полива сельскохозяйственных культур на ЗПО. Исследования по оценке качества оросительной воды показывают, что производственные сточные воды завода обладают высокой удобрительной ценностью. Сточные воды с высокой удобрительной ценностью не требуют, как правило, дополнительного внесения фосфорных и калийных удобрений.

4.4 Исследование адаптированной технологии полной утилизации очищенных сточных вод на ЗПО

Организация орошения севооборотного участка ЗПО для утилизации очищенных производственных сточных вод.

Основным фитомелиорантом для повышения АРП принята люцерна. Люцерна в севооборотах – одно из важнейших звеньев высокой культуры орошаемого земледелия, которая на сельскохозяйственных полях орошения будет обеспечивать положительный баланс веществ агроландшафта [10, 34, 61, 62, 83]. Выращивание люцерны на орошаемых почвах — самый эффективный агротехнический прием по предохранению почв от ветровой и водной эрозии [10, 62, 56, 98].

Наиболее эффективным способом полива люцерны на ЗПО является дождевание. Общий урожай сухого сена может достигать 150–240 ц/га, а зеленой массы — 450–520 ц/га.

Для условий степной зоны края обоснована оросительная норма для люцерны первого года жизни — 3500 м³/га, в последующие — 4900 м³/га. Однако при утилизации оросительной воды такие нормы полива не оправданы из-за дефицита объема производственных сточных вод, который определяется производственной программой завода.

Следовательно, оросительная норма культур севооборота ЗПО определяется производительностью ЛКОС завода, это во-первых. И, во-вторых, оросительная норма для культур ЗПО может формироваться за счет объема утилизации сточных вод и дополнительно за счет разбавления сточных производственных вод завода.

Трехлетняя люцерна оставляет азота в почве до 300 кг/га. Это обеспечивает условия повышения урожая остальных культур севооборота, а также повышение АРП агроландшафта ЗПО.

Производственная программа заводов не всегда совпадает с периодом вегетации культур севооборота. Поэтому утилизация стоков за счет орошения может быть экономически оправдана только при комплексном подходе, когда затраты частично окупаются от снижения затрат на охрану окружающей среды.

Второй культурой в структуре посевных площадей при орошении является озимая пшеница. В орошаемых условиях при достаточном количестве влаги и питательных веществ в почве имеются все возможности для получения своевременных и дружных всходов озимой пшеницы. Лучшими предшественниками для озимой пшеницы в полевых севооборотах может быть пласт многолетних трав [165]. Основным преимуществом озимой пшеницы на поливных землях независимо от засушливости года является урожай, который является стабильным и высоким [165, 230, 263].

Озимая пшеница требовательна к почве. Частые поливы малыми нормами способствуют энергичному развитию узловых корней, особенно в верхних горизонтах. Благодаря этому растения лучше используют питательные вещества и дают более высокие урожаи. Больше 2 лет возделывать озимую пшеницу на одном поле не рекомендуется, так как из-за повышения зараженности поля вредителями растений урожаи резко снижаются [165].

Для получения конкурентных урожаев и сохранения плодородия ЗПО обоснован и принят 4-польный севооборот: люцерна 1-го года; люцерна 2-го года; люцерна 3-го года и озимая пшеница.

Размеры участка увязаны с количеством оросительной воды, подаваемой на полную утилизацию для орошения культур севооборота. На утилизацию оросительной воды требуется участок ЗПО общей площадью 270 га (брутто). Орошаемая площадь — 165 га.

Для утилизации оросительной воды предоставлен участок трапециевидальной формы. Он разделен на три четырехпольных севооборота площадью 33 га, 60 га, 72 га (рисунок 4.12).

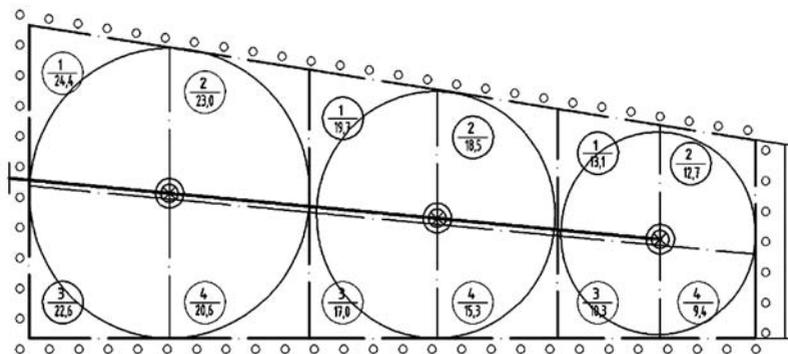


Рисунок 4.12 — План участка ЗПО для системы орошения круговыми дождевальными машинами

Севообороты разделены дорогами шириной 6 м. Внутри севооборота поля разделены полевыми дорогами шириной 3 м. В центре каждого севооборотного участка расположен стационарный гидрант для подключения оросительной системы. Гидранты расположены на закрытом трубопроводе диаметром 250 мм. Материал труб — поливинилхлорид. По контуру всего орошаемого участка для уменьшения водной и ветровой эрозии, а также для снижения испарения влаги с поверхности почвы имеются лесные полосы.

Размеры севооборотного участка ЗПО для утилизации СВ с помощью орошения круговыми ДМ даны в таблице 4.6.

Таблица 4.6 — Организация севооборотного участка

Площадь орошения, га	Площадь орошаемых участков ЗПО, га			
	1	2	3	4
72	24,4	23	22,6	20,6
60	19,7	18,5	17,0	15,3
33	13,1	12,7	10,3	9,4

Для севооборотного участка разработана адаптированная технология полной утилизации очищенных производственных СВ на ЗПО, которая включает основные операции и мероприятия:

- орошение дождеванием сельскохозяйственных культур севооборота (оросительные мелиорации);
- регулирование пищевого режима поля (внесение минеральных и органических удобрений при необходимости);
- регулирование солевого режима почвы агроландшафта (химическая мелиорация, мелиоративные обработки);
- мониторинг уровня грунтовых вод (осушительные мелиорации, строгое дозирование поливных норм, устройство дренажа);
- охрана ЗПО от деградаций при подтоплении и загрязнении агроландшафта.

Операции и мероприятия могут выполняться в полном составе или различных сочетаниях, в зависимости от почвенных, морфологических, гидрологических и агробиологических условий на ЗПО.

Для выбора технологии утилизации очищенных СВ при орошении необходимо исследовать качественные и количественные характеристики почвы ЗПО (таблица 4.7).

Таблица 4.7 — Результаты исследований качественных и количественных характеристики почвы ЗПО

№ п/п	Качественные показатели	Количественные значения	
		допустимые	установленные
1	Впитывающая способность почв в первый час, см	3–7	5,2
2	Уклон поверхности орошаемого массива	0,001–0,005	0,001
3	Степень естественной дренированности, м ³ /га в год	1500–3000	894
4	Положение УГВ, м	2–3	ниже 3
5	Увеличение степени засоления почв за сезон, %	0,01	0,002
6	Плодородие почв (балл бонитета)	80–100	94
7	Качество оросительной воды для почвы участка	II	I

Из данных таблицы 4.7 следует, что на участке ЗПО при данных природно-климатических условиях предпочтение следует отдать орошению дождеванием с помощью круговых машин (рисунок 4.13).



Рисунок 4.13 — Дождевальная система на ЗПО

Дождевание является одним из перспективных способов орошения в современных условиях выращивания и получения конкурентных урожаев сельскохозяйственных культур. Дождевание актуально, когда необходимо поливать малыми дозами и особенно при орошении очищенными сточными водами культур ЗПО.

Обоснование режима орошения культур севооборота.

По длине пролета каждой машины с шагом через 1 м устанавливаются ротаторы (ROTATOR R 3000), распыляющие оросительную воду. Ротаторы устанавливаются на высоте 0,6–0,8 м от поверхности почвы. Распылитель R 3000 имеет интенсивность дождя — 0,023 мм/мин и диаметр капли min — 0,6 мм, что является необходимым условием для охраны почвы от эрозии на участке ЗПО.

Капельно-ударные характеристики искусственного дождя применяются при оценке разрушения и уплотнения почвы. К таким характеристикам относятся кинетическая энергия, количество движения, сила удара и давление в момент удара о поверхность почвы. Исследования капельно-ударных характеристик проводятся по известному процентному спектру и интенсивности дождя.

Применительно к дождевальным машинам кругового перемещения, с учетом оросительных норм полива, размеров севооборотного участка и суточного запаса поливной воды в биологических прудах завода, установили:

1. Дождевальные машины с ротаторами R 3000 и шагом 1 м должны распылять воду на высоте около 0,6–0,8 м от поверхности почвы (установлено исследованиями).

2. Режим орошения должен иметь прерывистый характер из-за графика работы завода (очистки стока). Объем воды, поступающий на полив, должен успевать впитываться в почву, и орошение не должно иметь отрицательного воздействия на свойства почвы.

3. Интенсивность дождя при орошении обеспечивается интенсивностью ротаторов — 0,023 мм/мин. Для черноземных почв интенсивность дождя не должна быть выше 0,20–0,25 мм/мин, следовательно, интенсивность дождя с ротаторами R 3000 соответствует экологическим требованиям для данного типа почвы.

При орошении очищенными сточными водами необходимо установить, какое количество удобрений необходимо довести в почву ЗПО для сохранения АРП. Количество основных питательных элементов в почве для сохранения АРП определяется их выносом с урожаем. Были выполнены исследования по выносу питательных веществ культурами севооборота. Вынос питательных веществ был установлен для урожая озимой пшеницы 60 ц/га и люцерны 150 ц/га (за один укос). В таблице 4.8 приведены результаты расчета выноса макроэлементов.

Таблица 4.8 — Вынос макроэлементов с урожаем, кг/га год

№ п/п	Культура	Наименование питательных веществ	Вынос веществ
1	Люцерна	Азот	690
		Фосфор	180
		Калий	525
2	Озимая пшеница	Азот	120
		Фосфор	55
		Калий	40

Вынос питательных веществ из почвы с урожаем культур значителен для ЗПО. Однако ранее установлено, что очищенные производственные СВ обладают высокой удобрительной ценностью. Для обоснования режима орошения очищенными производственными сточными водами сельскохозяйственных культур дождевальными системами необходимо дать оценку его эффективности по агроресурс-

ному изменению агроландшафта при полной утилизации отходов завода. Для этого выполняется анализ баланса веществ, вносимых с оросительной водой и выносимых из почвы урожаем культур севооборота.

Режим орошения культур севооборота зависит от производственной программы завода, объема очищенных стоков, подлежащих утилизации. В таблице 4.9 приведен режим подачи оросительной воды на ЗПО.

Таблица 4.9 — Объем подачи оросительной воды на ЗПО

Режим полива	Объем оросительной воды по месяцам, тыс. м ³								
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	год
Динамика внесения очищенных стоков	8,2	8,2	8,2	30,7	23,35	29,10	28,7	11,1	147,55

Динамика внесения питательных веществ с оросительной водой через ДМ показывает, что максимальные объемы подачи воды наблюдаются в самые жаркие месяцы, когда выращивается люцерна. Культуры с урожаем выносят питательные вещества из почвы. Почва теряет АРП. Вынос питательных веществ из почвы с урожаем культур севооборота ЗПО представлен в таблице 4.10.

Таблица 4.10 — Вынос питательных веществ из почвы, кг /год

№ п/п	Наименование культуры	Количество питательных веществ		
		N	P	K
1	Люцерна	89700	23400	68250
2	Озимая пшеница	4200	1925	1400
3	Всего	93900	25325	69650

Как видно из таблицы 4.10, наибольшее количество питательных веществ из почвы выносятся люцерной. Но, с другой стороны, люцерна оставляет в почве больше питательных веществ, чем другие культуры.

Для обоснования оросительной нормы культур севооборота были выполнены расчеты для года 95 %-ной обеспеченностью осадками с учетом испарения, транспирации, типа почвы ЗПО.

Определяется потребность в объеме оросительной воды для каждой культуры. Объемы воды для орошения культур севооборота приведены в таблице 4.11.

Таблица 4.11 — Потребность очищенных производственных сточных вод для орошения культур севооборота, м³/год

№ п/п	Наименование показателей	Объем
1	Всего расходуется сточных вод	147550
2	Расход на полив люцерны	144304
3	Расход на полив озимой пшеницы	3246

Исследования показывают, что оросительная норма для люцерны составляет 1166,09 м³/га и озимой пшеницы — 78,69 м³/га. Оросительная норма для культур севооборота занижена относительно дефицита влаги для природно-климатических условий района, так как ресурсы ограничены производственной программой завода.

Для ресурсной оценки состояния АРП необходимо установить баланс питательных веществ после исходного состояния агроландшафта, как изменился баланс веществ после внедрения адаптированной технологии полной утилизации очищенных производственных стоков. Расчет баланса

питательных веществ в ЗПО агроландшафта представлен в таблице 4.12.

Исследования по балансу питательных веществ показывают, что при орошении очищенными сточными водами происходит накопление фосфора и калия, почва теряет азот. Следовательно, при орошении сточными промышленными водами консервных заводов необходимо дополнительно вносить азот как для люцерны, так и озимой пшеницы.

Таблица 4.12 — Баланс питательных веществ ЗПО, кг/га

№ п/п	Наименование веществ	Поступление питательных веществ со сточными водами	Вынос питательных веществ с урожаем	Баланс питательных веществ
1	Люцерна:			
	Азот	300	390	-90
	Фосфор	124	56	+68
	Калий	340	185	+155
2	Озимая пшеница:			
	Азот	25	95	-70
	Фосфор	10,4	44,6	-34,2
	Калий	28,5	11,5	+5,8

– недостаток;

+ избыток питательных веществ в почве ЗПО для культур севооборота.

Вывод. Анализ пищевого режима почвы показывает, что максимальные нормы орошения культур ЗПО меньше расчетных. Для люцерны рекомендуется поливная норма 200–220 м³/га; для озимой пшеницы – 35–40 м³/га.

Применение заниженных поливных норм при орошении люцерны исключает вымывание питательных веществ, загрязнение почвы ЗПО.

4.5 Комплекс мероприятий по охране агроландшафтов от загрязнений при утилизации оросительной воды

Мероприятия по мониторингу уровня грунтовых вод на ЗПО

При орошении культур очищенными производственными сточными водами на агроландшафтах происходит изменение водно-воздушного и солевого режимов почвогрунтов. Изменение режимов в почвогрунтах обуславливается рядом причин: подъемом или опусканием УГВ; высокой минерализацией грунтовой воды; растворением вредных веществ в почве оросительной водой; содержанием в оросительной воде вредных веществ и др.

Наиболее существенным влиянием на устойчивое развитие АРП оказывается УГВ, который вызывает подтопление и переувлажнение агроландшафтов. При орошении очищенными сточными водами, которые содержат большое количество макро- и микроэлементов, может наблюдаться химическое загрязнение агроландшафтов ЗПО. Химическое загрязнение почвогрунтов при высоком УГВ (0,5–2,0 м) приведет к падению плодородия почвы агроландшафта из-за вторичного засоления.

Орошение очищенными сточными водами в дальнейшем может обусловить процесс осолонцевания почвы.

Исследованиями И. А. Кузнецова [141] установлена особенность водного режима черноземов Кубани: передвижение сплошной массы воды по капиллярам происходит лишь в верхних слоях почвы и только в случае хорошего увлажнения. При уменьшении запасов влаги быстро происходит разрыв воды, находящейся в капиллярах, и в связи с этим прекращается подача ее к местам биологического и физического иссушения. Поэтому черноземы края обладают очень слабой водоподъемной способностью [305, 309].

Таким образом, небольшие запасы продуктивной влаги, высокий процент влажности завядания, слабая водоподъемная способность обуславливают неудовлетворительную влагообеспеченность растений. Грунтовые воды расположены на глубине ниже 3 м, в таком случае капиллярное поднятие воды от поверхности грунтовых вод в расчет не вводят [15].

В практике орошаемого земледелия нередко наблюдается засоление и при глубоком залегании грунтовых вод. Это бывает при наличии в почвогрунтах уплотнительного горизонта, являющегося водоупором. Образующаяся над ним верховодка способствует капиллярному выносу солей в пахотный слой.

Агроландшафты участка ЗПО по классификации имеют почвы с содержанием поглощенного натрия (23 %) [210], являются несолонцеватыми.

Геологическое строение участка (сверху вниз):

- почвенно-гумусный слой 1,0–1,5 м, $K_{\phi} = 0,1$ м/сут;
- бурые, карбонатные тяжелые суглинки, близкие к глинам от 1,5 м до 5,0 м, коэффициент фильтрации почвенного слоя $K_{\phi} = 0,1$ м/сут, характерно плотное сложение грунта, плотность скелета $\gamma_{ск} = (1,64–1,79)$ г/см³.

Оценка влияния УГВ на агроландшафты ЗПО

Определяется величина инфильтрационного питания на участке методом водно-балансового расчета по максимально возможным поступлениям суточным объемам воды, используемым для дождевания культур севооборота. Для ЗПО объемы составляют 1400 м³/сут.

Вычисляются величины дополнительного инфильтрационного питания, как возможные (непроизводительные) потери поливной воды (для закрытой системы полива) — 0,5%.

Величина инфильтрационного питания составит:

$$W = \frac{Q \cdot 0,005}{S}, \quad W = 4,12 \cdot 10^{-6} \text{ м/сут.}, \quad (16)$$

где W — инфильтрационное питание, м/сут;

Q — максимальный суточный объем воды, м³/сут;

S — площадь орошения, м².

Расчет положения техногенной верховодки (h) определяется для двух случаев: а) в центральном пятне участка при $r = 20$ м; б) на границе поливного участка при $r = R = 475$ м.

Предельное стационарное положение техногенной верховодки на ЗПО рассчитывается по формуле:

$$h^2 = \frac{W}{2 \cdot K_{\phi}} (R^2 - r^2) + \left(\frac{W \cdot R}{2 \cdot K_{\phi}} \right)^2, \quad (17)$$

где $W = 4,12$ м/сут — инфильтрационное питание;

$K_{\phi} = 0,1$ м/сут — коэффициент фильтрации;

r — радиус пятна, м;

R — максимальный радиус действия машины.

В центральном пятне участка ЗПО имеем высоту поднятия УГВ:

$$h_1 = 0,00824 \text{ м.}$$

На границе поливного участка ЗПО:

$$h_2 = 0,000122 \text{ м} \approx 0.$$

Таким образом, можно сделать вывод, что подъем грунтовых вод на кубанских черноземах при орошении малыми дозами не вызывает поднятия уровня грунтовых вод, следовательно утилизация очищенных сточных вод на ЗПО не вызывает вторичного засоления почв, т. к. глубина залегания УГВ ниже 3–5 м.

Фактически используемый объем поливной воды не создает предпосылок для заболачивания участка и подъема установившегося уровня грунтовых вод.

Мероприятия по накоплению и сохранению гумуса на ЗПО

Гумус — органическое вещество, образующееся в верхних слоях почвы в результате сложных процессов разложения растительных и животных остатков, совершенно утративших признаки своего клеточного строения.

Мониторинг состояния черноземов по гумусу, проведенный учеными КубГАУ за последние 45–50 лет по зонам края, показал, что произошли существенные качественные и количественные изменения его состава. За этот период черноземами потеряно до 40–42 % гумуса [225, 37, 224, 223].

В результате анализа выполненных исследований на ЗПО рекомендуется комплекс мероприятий по сохранению и накоплению гумуса в почве:

1. Обработка почвы ЗПО безотвальными почвообрабатывающими сельскохозяйственными орудиями.

2. Применение почвозащитных технологий – севообороты с многолетними травами — обогащают почву органическими веществами, улучшают водно-физические и биологические свойства посевы. Севообороты с люцерной прекращают нарастание негативных изменений хозяйственно полезных показателей плодородия.

3. Использование органических удобрений на ЗПО в совокупности с оставлением стерни после уборки интенсивно восстанавливает гумус.

4. Применение минеральных удобрений совместно с орошением очищенными сточными водами завода ООО «Кубанские консервы» будет увеличивать прирост гумуса, что объясняется минерализацией большого количества пожнивных остатков и корневых масс, вследствие чего происходит формирование высоких урожаев культур севооборота [33].

5. На ЗПО обязательно должны быть посевы люцерны первого, второго и третьего года жизни, которые увеличивают количество бактерий в 2–2,5 раза, стимулируют рост

грибного мицелия в 1,5–2 раза. В почве посевов люцерны третьего года жизни происходит выравнивание количественного состава микробного пула почвы за счет потенциальной способности люцерны накапливать в пахотном слое почвы большое количество биологически активных веществ и азота.

В летний период вегетации при орошении культур на ЗПО наблюдается резкое увеличение общего запаса грибного мицелия в почве. Биомасса, которая образуется в результате гибели живых клеток микроорганизмов, имеет большое практическое значение, так как после минерализации становится запасным питательным веществом в почве, участвующим в почвообразовательном процессе [2].

Мероприятия по защите почв от эрозии

Термин «эрозия» означает «разъедание». Различают эрозию водную и ветровую. Под воздействием сильных ветров и поверхностного стока поля становятся неудобными для обработки, почвы постепенно теряют свое плодородие — это и есть эрозия почвы.

Необходимым условием возникновения водной эрозии почвы является поверхностный сток. Поверхностный сток размывает верхний слой почвы с илистыми частицами грунта [98].

В создании водопрочных агрегатов особую роль играет гумус со склеивающей и цементирующей способностью.

Сопротивляемость почв эрозии тем выше, чем больше в них содержится гумуса [98].

Установлено, что фракции почвы размером меньше 1 мм начинают передвигаться по поверхности почвы при скорости ветра 3–6 м/с, а фракции крупнее 1 мм — при скорости 11–13 м/с. Почвы рассматриваемого участка состоят из фракций диаметром 1 мм и менее (56 %), то есть почвы ЗПО предрасположены к эрозии.

Для разработки мероприятий по охране почвы от эрозии необходимо выполнять расчеты по экологической безопасности почв при поливе дождеванием (таблица 4.13).

Таблица 4.13 — Расчет экологической безопасности почв от водной эрозии при поливе дождеванием

Наименование показателей	Величина эрозии g, т/га	Коэффициент превышения K_v	Экологическая безопасность $P_э$
черноземы малогумусные сверхмощные легкоглинистые	2,6	1,092	0,96
допустимый предел	2,6	1,0	1,0

Примечание: величину эрозии при поливе дождеванием принимаем по результатам расчетов для Краснодарского края — 2,6 кг/га [158]

На полях ЗПО при орошении дождевальными машинами интенсивность дождя не должна быть выше 0,0250 мм/мин. Это достигается при мелкодисперсном форсуночном разбрызгивании очищенных сточных вод. Интенсивность дождя в час не должна превышать $0,0250 \times 60 = 1,50$ мм/час (в сутки при максимальной работе дождевальных машин $1,50 \times 19,3 = 28,95$ мм/сут). Для условий ЗПО впитывающая способность почвы в сутки составляет 60 мм/сут, то есть вся распыленная очищенная сточная вода будет поглощена растениями без образования луж и поверхностного стока.

Экологическая безопасность по величине эрозии при поливе дождеванием $P_э = 0,96$, что входит в границы допускаемых значений для почв Краснодарского края. На ЗПО при орошении культур севооборота очищенными сточными водами не будет наблюдаться эрозии почвы.

Для охраны агроландшафтов от деградации почвенного покрова разработан комплекс противоэрозионных мероприятий, который приведен на стр. 138–139. Комплекс

противоэрозионных мероприятий аналогичен мероприятиям по сохранению гумуса на ЗПО.

4.6 Риски и анализ степени загрязнения почв при утилизации производственных стоков на ЗПО

В условиях орошения культур очищенными производственными сточными водами создаются принципиально отличные типы водных режимов, зависящие от режима подачи воды на орошение, качества оросительной воды и способа утилизации сточных вод.

Почвы на ЗПО имеют хорошую водопроницаемость только в слое аэрирования, а в остальных слоях – плотное сложение из глин — 66,9 % [261], отсюда меньшая водопроницаемость. Следовательно, возникают риски по накоплению солей в пахотном горизонте почвы ЗПО.

При составлении водного баланса можно выявить доминирующий режим, который влияет на почвообразовательный процесс (восходящее и нисходящее движение влаги и солей в почве) [2]. При утилизации производственных очищенных СВ имеется два основных режима: водно-воздушный и солевой режимы.

Особенности водного баланса агроландшафта при утилизации сточных вод

К основным составляющим баланса относится искусственная подача оросительной воды с малой интенсивностью, которая практически не влияет на движение почвенной влаги к поверхности почвы при низком залегании УГВ.

ЗПО занимают относительно небольшие по размерам территории с однородной геоморфологией, поэтому следует учитывать при составлении баланса поверхностный и подземный приток на массив. Удобно рассматривать отдельно

поверхностный и подземный сток, определять воздействие каждого на мелиоративное состояние агроландшафта и АРП ЗПО.

Дополнительно необходимо составить водные балансы поверхностных вод, вод зоны аэрации и подземных вод. Эти балансы позволяют исследовать миграцию солей в ППК, определять сроки проведения коренных мелиораций для восстановления АРП агроландшафтов, выполнять прогнозы изменения солевого режима почвогрунтов.

Режимы агроландшафта ЗПО определяются свойствами капиллярной влаги, которая зависит от агрегатного состояния почв. При высоком УГВ подъем капиллярной влаги может привести участок ЗПО к заболачиванию или вторичному засолению.

Практически условия миграции солей в почве, поступающих с оросительной водой, очень сложны: часть солей будет перемещаться при поливах и с атмосферными осадками в более глубокие слои. Экспериментами доказано, что содержание солей за счет оросительных вод увеличивается в метровом слое примерно на 0,01 % (допустимый процент соли в почве для растений 0,3 %) [84].

Изменение водного баланса и влагообмена в зоне аэрации под воздействием орошения приводит к коренным преобразованиям солевого баланса агроландшафта. При этом довольно часто возникают неблагоприятные явления — заболачивание и вторичное засоление сельскохозяйственных полей. Элементы водного и солевого режима деятельного горизонта почвогрунтов тесно связаны.

Риски при утилизации сточных вод

Утилизация очищенных производственных сточных вод выполнялась с помощью круговых ДМ на агроландшафте ЗПО. При орошении дождеванием около 50 % солей, поступающих с оросительной водой, адсорбируется метровым

слоем почвы и рассчитывается по формуле (8) (где C_o — минерализация оросительной воды, $C_o = 0,6$ г/дм³; M — оросительная норма, $M = 90$ мм; α — средняя объемная масса расчетного слоя, $\alpha = 1,38$ г/см³; h — мощность расчетного слоя, $h = 1$ м).

Установлено, что в метровом слое при орошении дополнительно аккумулируется 0,002 % солей, а всего в метровом слое будет:

$$\Sigma\Delta = 0,145 + 0,002 = 0,147 \%$$

Процент риска засоления орошаемых почв ЗПО круговыми ДМ в год составит:

$$\Delta \% = \frac{0,002}{0,147} = 0,013 \cdot 100 = 1,3 \%$$

Откуда следует, что индекс экологический безопасности (*ИЭБ*) по засолению почв очищенными оросительными сточными водами составляет *ИЭБ* = 0,987.

При утилизации очищенных стоков возникают риски на уровне применения адаптированных технологий для сохранения АРП. Для оценки рисков использовали ресурсную модель рисков (4) СМК. Как показали исследования, очищенная вода обладает высокой удобрительной ценностью. Следовательно, индикаторы по *НРК* равны 1.

Почва ЗПО имеет высокое содержание гумуса, индикатор рисков по гумусу принимается равным 2.

Кислотно-щелочной баланс оросительной воды близок к нейтральной среде. Индикатор для *pH* принимается равным 1.

Степень засоления почвы в пахотном горизонте почвы ниже 0,1 %, следовательно, индикатор риска равен 1.

Уровень грунтовых вод на участке агроландшафта ниже 3 м, индикатор риска равен 1.

Вычисляем интегральный безразмерный индикатор рисков по (4), который определяет общее состояние АРП агроландшафта ЗПО.

Установлено, что для ЗПО интегральный безразмерный индикатор рисков составляет 1,250, что является меньше критического индикатора исходного АРП.

Следовательно, риск утилизации очищенных стоков на ЗПО можно считать экологически обоснованным и безопасным.

Прогнозы изменения водно-солевого режима агроландшафта

Водно-солевой режим определяет МСП агроландшафта. Увеличение солей в почве приводит к деградации агроландшафта.

Количество солей в метровом слое после оросительного сезона определяется по формуле (8) и составило: $\Delta S_{op} = 0,002 \%$.

Исходное состояние агроландшафта перед утилизацией оросительной воды зависит от общего содержания солей в почве ЗПО. Установлено, что начальное количество солей в метровом слое почвы было $0,145 \%$.

С учетом водного режима суммарное количество поступающих солей в метровый слой почвы будет: $\Delta S_{исх.н} = 0,147 \%$.

При утилизации оросительной воды происходит накопление солей в почве. Количественная концентрация солей обуславливает новое качество почвы АРП после орошения культур севооборота.

Для прогноза изменения концентрации солей в почве ЗПО под воздействием орошения используется уравнение (10), где приняли нормативное время эксплуатации ЗПО — 7 лет.

$$\Delta S_{PM} = 1,008 \% \approx S_{крит.} = 1 \%$$

Мелиоративный эффект от эксплуатации ЗПО (по формуле 12) при утилизации отходов составит 7 лет. Через данный

период необходимо проводить комплексные мелиорации для восстановления АРП и повышения МСП.

Мелиоративный эффект можно увеличить за счет промывного режима почвы ЗПО, где в формуле (13) параметр ΔS_T будет учитывать комплекс мероприятий, повышающий МСП.

Выводы:

1. Разработан новый способ очистки производственных сточных вод и комплекс локальных очистных сооружений для консервных заводов по переработке овощей, который создан учеными в КубГАУ и впервые построен в России на консервном заводе ООО «Кубанские консервы» Тимашевского района Краснодарского края.

2. Сформирована методика оценки водно-солевого режима и прогноз изменения состояния агроландшафта при утилизации производственных сточных вод на ЗПО.

3. Создана адаптивная инновационная технология полной утилизации очищенных сточных вод консервных заводов на ЗПО с помощью дождевальных систем, которая позволяет сохранять агроресурсный потенциал агроландшафтов.

4. Разработана принципиально новая схема очистки производственных СВ консервных заводов по переработке овощей для использования на ЗПО. Обоснованы и исследованы технологические процессы очистки производственных сточных вод консервного завода. Установлено, что для полной очистки необходимо иметь комплекс сооружений, в которых последовательно выполняются операции механической очистки, сепарации, процеживания, аэрации и перемешивания стоков под действием аэрации.

5. При орошении подготовленными сточными водами требуется на 30–50 % меньше минеральных удобрений для культур севооборота для сохранения АРП ЗПО.

6. Разработаны мероприятия по охране агроландшафтов от загрязнений «оросительными водами». Установлены

риски загрязнения почвы и срок эксплуатации ЗПО, в основе которого использован водно-солевой режим почвы агроландшафта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для сохранения агресурсного состояния агроландшафтов разработан сельскохозяйственный мелиоративный комплекс. СМК обеспечивает охрану сельскохозяйственных земель от техногенного воздействия агропромышленного комплекса, повышает качество природной среды путем применения адаптированных технологий, направленных на повышения урожайности сельскохозяйственных культур. В систему СМК входят адаптированные технологии по полной утилизации отходов предприятий АПК, направленные на охрану агроландшафтов и водных объектов от загрязнений.

Эффективность СМК при защите агроландшафтов от подтопления и переувлажнения обеспечивается применением адаптированной земельно-охранной системы.

Инвестиции в проект АЗОС.

Проект АЗОС включает расчистку русла реки, отвод избыточных вод с агроландшафта, восстановление оросительной способности участка водного объекта, зарыбление, орошение сельскохозяйственных культур. Усредненная стоимость 1 км расчистки русла реки земснарядом составляет 17,50 млн руб. Устройство дренажа и рекультивация — 2,0 млн руб. Приобретение рыбопосадочного материала для рыборазведения — 0,1 млн руб. Усредненная стоимость СМР по строительству оросительной системы (1000 га) — 100 млн руб.

Суммарные инвестиции, направленные в проект, — 119,6 млн руб. Прирост чистой прибыли от вложения инвестиций в проект составляет от реализации: сельско-

хозяйственной продукции на орошении — 63,0 млн руб.; рыбной продукции — 3,0 млн руб.; дополнительной прибавки урожая — 5,5 млн руб. за счет восстановления подтопленных и переувлажненных земель. Итого прирост чистой прибыли — 71,5 млн руб.

Результаты расчетов показателей экономической эффективности инвестиционного проекта АЗОС приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Показатели экономической эффективности проекта АЗОС по расчистке русла степной реки для получения гарантированных урожаев на орошении

Показатели	Значение
Дисконтированный чистый доход ЧДД (NPV), тыс. руб.	490047
Индекс доходности (PI)	5,7
Дисконтированный срок окупаемости проекта, лет	4,0

Дисконтированный срок окупаемости с учетом срока строительства ОС 12 месяцев и производства работ по расчистке 23 месяца составляет 4,0 года. Следовательно, проект является привлекательным для инвестиций. Вложенные капитальные затраты на осуществление проекта обеспечат не только высокую прибыль, но и экологическую безопасность агроландшафтов, охрану сельскохозяйственных земель от подтопления и переувлажнения и социальную направленность.

Инвестиции в проект утилизации очищенных производственных сточных вод консервных заводов АПК.

Суммарные инвестиции, направленные в проект утилизации очищенных производственных сточных вод (по строительству ЛКОС и обустройству ЗПО) для консервного

завода производительностью 80 млн условных евробанок, составляют 44,0 млн руб.

Эколого-экономическая эффективность утилизации очищенных производственных сточных вод на ЗПО складывается из получения урожая технических культур на ЗПО, утилизации очищенных производственных сточных вод на ЗПО, снижения платы за выбросы вредных веществ в окружающую среду. Эффективность проекта составляет в среднем 8,2 млн руб.

Результаты показателей эколого-экономической эффективности инвестиционного проекта по утилизации очищенных производственных сточных вод на ЗПО приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Показатели эффективности проекта утилизации очищенных производственных сточных вод на ЗПО

Показатели	Значение
Дисконтированный чистый доход ЧДД (NPV), тыс. руб.	30159
Индекс доходности (PI)	1,68
Дисконтированный срок окупаемости проекта, лет	7,50

Анализ показателей проекта утилизации очищенных производственных сточных вод (таблица 2) показывает эффективность проекта, так величина $PI = 1,68 > 1,0$.

Дисконтированный срок окупаемости с учетом срока строительства ЗПО и ЛКОС составляет 7,5 года. Следовательно, проект является привлекательным для инвестиций. Вложенные капитальные затраты на осуществление проекта обеспечат не только высокую прибыль, но и экологическую безопасность агроландшафтов и водных объектов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Авакян К. М. Почвенные ресурсы дельты р. Кубани и их агропроизводственная группировка / К. М. Авакян, А. Я. Ачканов, И. В. Подлесный // Бюллетень научно-технической информации ВНИИРиса. — Краснодар. — 1978. — Вып. № 24. — С. 51–54.

2. Аверьянов С. Ф. Борьба с засолением орошаемых земель / С. Ф. Аверьянов. — М.: Колос, 1978.

3. Аверьянов С. Ф. Горизонтальный дренаж при борьбе с засолением орошаемых земель (расчет). М.: изд-во АН СССР, 1959. — 288 с.

4. Агромелиоративные приемы обработки почв переувлажняемых сельскохозяйственных земель: рекомендации / Е. В. Кузнецов, А. Е. Хаджиди, С. Ю. Орленко // Краснодар: изд-во ИП Тафинцев Адольф Григорьевич. — 2009. — 55 с.

5. Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края: сб. науч. тр. КубГАУ. — 1997. — Вып. № 1. — 236 с. — 2002. — Вып. № 2. — 284 с.

6. Айдаров И. П. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель / И. П. Айдаров, А. И. Голованов, Ю. Н. Никольский // М.: Агропромиздат, 1990. — 59 с.

7. Айдаров И. П. Оросительные мелиорации / И. П. Айдаров, А. И. Голованов, М. Г. Мамаев // М.: Колос, 1982. — 176 с.

8. Айдаров И. П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель / И. П. Айдаров // М.: Агропромиздат, 1985. — 210 с.

9. Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши. — Л.: Гидрометеиздат, 1973. — 268 с.

10. Амелин В. П. Критерии и коэффициенты эффективности использования земельного фонда / В. П. Амелин // КубГАУ. — Краснодар. — 1996. — 32 с.

11. Амелин В. П. Режим орошения как основной компонент ресурсосберегающей безгербицидной технологии возделывания риса / В. П. Амелин, С. А. Владимиров // Научные основы индустриальной технологии возделывания риса на Кубани: сб. науч. тр. КубГАУ. — Краснодар. — 1986. — Вып № 266 (294). — С. 31–40.

12. Астапов С. В. Предупреждение и борьба с засолением и заболачиванием орошаемых земель / С. В. Астапов, В. В. Стенглер // М.: Сельхозгиз, 1956. — 159 с.

13. Багров М. Н. Прогрессивная технология орошения сельскохозяйственных культур: учеб. пособие / М. Н. Багров, И. П. Кружилин. — М.: Колос, 1980. — 208 с.

14. Багров М. Н. Сельскохозяйственная мелиорация / М. Н. Багров, И. П. Кружилин // М.: Агропромиздат, 1985. — 271 с.

15. Багров Н. Н. Оросительные системы и их эксплуатация / Н. Н. Багров, И. П. Кружилин. — М.: Колос, 1973.

16. Бараев А. И. Почвозащитное земледелие / Бараев А. И. Под общ. ред. // М.: Колос, 1975. — 304 с. с ил.

17. Безднина С. Я. Экологические основы водопользования. /С. Я. Безднина // ВНИИАгрохим. — М. — 2005. — 224 с.

18. Беккер А. А. Охрана и контроль загрязнений природной среды: учеб. пособие / А. А. Беккер, Т. Е. Агаев. — Л.: Гидрометеоиздат, 1989.

19. Беличенко Ю. П. Рациональное использование и охрана водных ресурсов / Ю. П. Беличенко, Н. М.Швецов. — М.: Россельхозиздат, 1986. — 303 с.

20. Березин П. Н. Физические основы и критерии слитогенеза / П. Н. Березин, А. Д. Воронин, Е. В. Шеин // Физика

и мелиорация почв. Вестник московского унив-та. Сер. 17. Почвоведение. — 1989. — Вып. № 1. — С. 31–38.

21. Бондаренко Н. Ф. Физика движения подземных вод/ Бондаренко Н. Ф. // Гидрометеоиздат, Ленинград, 1973. — 215 с.

22. Бородянский Н. И. Применение статистических критериев для прогнозирования предаварийных состояний производственных систем, деятельность которых связана с экологическим риском / Н. И. Бородянский // Моделирование и оптимизация: сб. науч. тр. Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова. — Киев. — 1990. — С. 25–31.

23. Бочко Т. Ф. Почвоведение / Т. Ф. Бочко, И. Д. Черниченко, К. М. Авакян // 1992. — Вып. № 9. — 236 с.

24. Бранд Т. Анаэробиз у беспозвоночных / Т. Бранд; пер. с англ. — М. — 1951.

25. Будаговский А. И. Впитывание воды в почву/ Будаговский А. И. // Издательство академии наук СССР. — Москва. — 1955. — 115 с.

26. Буданов М. Ф. Требования к качеству оросительной воды // Водное хозяйство. 1965. — № 1. — С. 31–35.

27. Будько Е. Н. Динамика уровня грунтовых вод и солевой режим почв на массиве Веселовской и восточной части Азовской оросительных систем / Сборник трудов ЮжНИИГиМа — Новочеркасск. — 1956. — Вып. IV (393). — С. 167–195.

28. Бюро мелиорации. Система классификации земель. М. — 1967. — 250 с.

29. Вавилов В. П. Растениеводство учеб / В. П. Вавилов, В. В. Грищенко, В. С. Кузнецов. — М.: Колос, 1979. — С. 346–357.

30. Вальков В. Ф. Почвоведение / В. Ф. Вальков, Ю. А. Штомпел, В. И. Тюльпанов // Учебник для вузов. — Краснодар: Советская Кубань. — 2002. — 186 с.

31. Вальков В. Ф. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана / Вальков В. Ф., Штомпель Ю. А., Трубилин И. Т. и др. //СКНЦ ВШ. — Ростов н/Д. — 1995. — 192 с.

32. Васильев С. М. Повышение устойчивости и эффективности использования агроландшафтов аридной зоны в условиях постоянного и циклического орошения / С. М. Васильев. — Ростов н/Д: изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кав. регион», 2006. — 364 с.

33. Василько В. П. Плодородие выщелочного чернозема и продуктивность орошаемого агроциноза в зависимости от агроприемов выращивания культур в условиях Краснодарского края // «Совершенствование систем земледелия в различных агроландшафтах Краснодарского края» / В. П. Василько, А. В. Сисо, В. Н. Герасименко / под ред. И. Т. Трубилина.

34. Ведомственные строительные нормы ВСН 33-2.2.02-86. Оросительные системы с использованием сточных вод. Нормы проектирования. — М. —1986.

35. Ведомственные строительные нормы ВСН 33-2.2.01-85 «Оросительные системы с использованием животноводческих стоков». — Минводхоз СССР. — 1985.

36. Ведомственные строительные нормы ВСН-П-28.76 Инструкция по проектированию земледельческих полей орошения. — М.: Минводхоз СССР, 1976. — 34 с.

37. Величко Е. Б. Проблемы охраны водных ресурсов Кубани / Е. Б. Величко // Экология и земледелие: сб. науч. тр. — М.: Наука., 1980. — С. 258–267.

38. Вильямс В. Р. Поля орошения / В. Р. Вильямс // сбор. соч. — М.: Сельхозгиз, 1950. — Т. 2. — 452 с.

39. Виноградов Б. В., Орлов В. П., Снакин В. В. Биотические критерии выделения зон экологического бедствия России // Известия АН. Сер. географ. — 1993. — № 5.

40. Вода и нефть? Создание единой водохозяйственной системы / Д. В. Козлов, И. П. Айдаров, Л. Д. Раткович,

И. С. Румянцев и др.; под общей редакцией проф., д. т. н. Д. В. Козлова. — М.: МППА БИМПА, 2008. — 456 с.

41. Волковский П. А. Регулирование водного режима осушаемых земель / Волковский П. А., Тельцов А. П. // Москва: РОССЕЛЬХОЗИЗДАТ, 1979. — 58 с.

42. Воловник Г. И. Водоотведение промышленных предприятий: учеб. пособие / Г. И. Воловник, Л. Д. Терехов, Е. Л. Терехова. — Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008. — 411 с.

43. Воропаев Г. В. Невегетационное накопление и круглогодичная эксплуатация оросительных систем / Г. В. Воропаев // Водные мелиорации в СССР. М.: Наука, 1974. — С. 134–171.

44. Гарипова Р. Ф. Практика устройства земледельческих полей орошения как способ утилизации хозяйственно-бытовых, промышленных стоков и проблема техногенного загрязнения / Р. Ф. Гарипова // Электронный научный журнал / КубГАУ. — Краснодар: КубГАУ, 2006. — Режим доступа: <http://www.ej.kubagro.ru/2006/07/pdf/02.pdf>.

45. Гедройц К. К. Поглотительная способность почвы и почвенные цеолитные основания: учеб. пособия / К. К. Гедройц. — М.: Сельхозгиз, 1955. — Изд. 1. — 175 с.

46. Гедройц К. К. Учение о поглотительной способности почвы: учеб. пособие / К. К. Гейц. — М.: Сельхозгиз, 1932. — 244 с.

47. Гельмиярова В. Н. Математическая модель распространения влаги при иссушении почвы агроландшафтов / В. Н. Гельмиярова, А. Е. Хаджиди, А. Д. Гумбаров // Труды КубГАУ. — 2012. — Вып. 3 (36), — С. 334–336.

48. Гельмиярова В. Н. Моделирование распространения влаги при боковом периодическом подтоплении почвогрунта / В. Н. Гельмиярова, А. Е. Хаджиди, А. Д. Гумбаров // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2012. — № 82 (08). Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/08/pdf/06.pdf>.

49. Глухов В. В. Экономические основы экологии / В. В. Глухов. — СПб.: Специальная литература, 1995. — 280 с.

50. Годовой отчет климатических данных по Краснодарскому краю. — КубГАУ, Краснодар. — 2003–2007 гг.

51. Голованов А. И. Методические указания по проектированию инженерной защиты городской территории от затопления и подтопления / А. И. Голованов // М.: МГУП, 1996. — 66 с.

52. Голованов А. И. О целях и сущности мелиорации земель / А. И. Голованов // Вестник с/х науки. — 1991. — Вып. № 12. — С. 8–13.

53. Голованов А. И. Эколого-экономическое обоснование мелиоративных режимов / А. И. Голованов // Экологические основы орошаемого земледелия: сб. науч. тр. ВНИИГиМ. — М. — 1995. — С. 175–182.

54. Гончарук Е. И. Санитарная охрана почв от загрязнения химическими веществами / Е. И. Гончарук. — Киев: Здоровье, 1997. — 142 с.

55. Горюнов Н. С. Орошение сельскохозяйственных культур и мелиорация засоленных почв / Н. С. Горюнов. — Алма-Ата, 1970.

56. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. — Нормативные документы. — Введ. 2001-10-01. — М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. — 5 с.

57. Гостищев Д. П. Орошение сточными водами / Д. П. Гостищев, Н. Б. Менаридзе // Водосберегающие технологии оросительных мелиораций: сб. науч. тр./ Волгоградский с.-х. ин-т. — Волгоград, 1993. — С. 60–63.

58. Гостищев Д. П. Охрана водных источников от загрязнения их сточными водами и животноводческими стоками / Д. П. Гостищев // Экологические проблемы загрязнения водоемов Волжского бассейна, современные методы и пути

их решения: материалы науч.-практ. конф. / Волгоградский с.-х. ин-т. — Волгоград, 2004. — С. 52–57.

59. Григоров М. С. Капельное орошение саженцев винограда, молодых и плодоносящих виноградников Волгоградской области / Курапина Н. В., Гусев Д. Э. // Труды КубГАУ. Серия Агроинженер 2/ 2008 — 2008. — С. 26–31.

60. Гришина Л. А. Почвоведение. Учеб. для ун-тов. В 2 ч./Под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. Ч. 1. Почва и почвообразование/ Г. Д. Белицина, В. Д. Васильевская, Л. А. Гришина и др. — М.: Высш. шк., 1988. — 400 с.: ил.

61. Губайдуллин Х. П. Люцерна на корм и семена / Х. П. Губайдуллин, Р. С. Еникеев. — М.: Россельхозиздат, 1982. — 111 с.

62. Гумбаров А. Д. Комплексные мелиорации в дельте реки Кубани / А. Д. Гумбаров // Краснодар: Советская Кубань. — 2001. — 180 с.

63. Данилов Ф. А. Биологическая очистка сточных вод / Ф. А. Данилов. — М., 1980.

64. Деградация и охрана почв / под ред. Г. В. Добровольского. — М.: МГУ, 2002. — 323 с.

65. Добровольский Г. В. Систематика и классификация почв (история и современное состояние) / Добровольский Г. В., Трофимов С. Я. // Учеб. пособие. — М.: Изд-во МГУ, 1996. — 80 с.

66. Добровольский Г. В. Экологическое значение охраны почв / Г. В. Добровольский. // Вестник с/х науки. М. — 1990. — Вып. № 7. — С. 34–39.

67. Додолина В. Т. Классификация сточных вод по степени пригодности их для орошения / В. Т. Додолина // VI Международное совещание по сельскохозяйственному использованию сточных вод: сб. науч. тр. — Киев: Урожай, 1970. — С. 16–174.

68. Додолина В. Т. Перспективность использования для орошения сточных вод предприятий пищевой промышленности

ности / В. Т. Додолина, Р. П. Воробьева // Хозяйственно-питьевая и сточные воды. Проблемы очистки и использования. — Пенза, 1985. — С. 40–41.

69. Додолина В. Т. Подготовка сточных вод маслосыр-заводов для орошения сельскохозяйственных культур / В. Т. Додолина // Прогрессивные технологии и технические средства сельскохозяйственного использования сточных вод и животноводческих стоков. — М. — 1984. — С. 187–190.

70. Доклад о состоянии окружающей природной среды Краснодарского края в 2006 году. — Краснодар. — 2007. — 379 с.

71. Докучаев В. В. Избранные труды / В. В. Докучаев. — М.: АН ССР, 1949. — 425 с.

72. Дорошенко А. Д. Санитарное состояние почвы при орошении животноводческими стоками / А. Д. Дорошенко, М. С. Григоров, А. С. Овчинников. — Белгород: ЦНТИ, 1981. — 4 с.

73. Дорошенко В. П. Мелиоративно-гидрогеологические условия низовий р. Кубани и очередные задачи гидрологических исследований / В. П. Дорошенко, Н. А. Дорошенко // Труды ВНИИриса. Вып. № 1. — Краснодар. — 1971. — С. 162–173.

74. Дреф Ф. Экология / Ф. Дреф. — М. — 1976. — 168 с.

75. Думбляускас А. М. Осушение земель под сады. М.: Колос, 1976. — 119 с.

76. Дьяченко Н. П. Динамика развития переувлажнения почв в бассейне р. Кирпили / Н. П. Дьяченко // Труды КубГАУ. — 2007. — Вып. 429/457. — С. 7–10.

77. Дьяченко Н. П. Комплекс гидротехнических мероприятий для улучшения мелиоративного состояния сельскохозяйственных земель степной зоны Краснодарского края. г. Краснодар. — 2007. — 127 с.

78. Дьяченко Н. П. Комплекс технологических операций для повышения эффективности обработки почвы подтопля-

емых и переувлажненных сельскохозяйственных территорий. Труды КубГАУ. Выпуск 2 (11). — 2008. — С. 246–248.

79. Дьяченко Н. П. Мелиоративные приемы для ликвидации подтопления и переувлажнения сельскохозяйственных земель / Н. П. Дьяченко, А. Е. Хаджиди // Актуальные проблемы развития агропромышленного комплекса: Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 60-ю Победы в Великой Отечественной войне / ВГСХА. — Волгоград. — 2005. — С. 153–156.

80. Дьяченко Н. П. Увеличение пропускной способности малых рек бассейна р. Кирпили для предупреждения подтопления сельскохозяйственных земель / Н. П. Дьяченко, П. Ю. Шугай, А. Е. Хаджиди // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник материалов I Всероссийской конференции молодых ученых / КубГАУ. — Краснодар. — 2007. — С. 343–344.

81. Емельянов А. Г. Комплексный геоэкологический мониторинг. Учебное пособие. — Тверь: Твер. гос. ун-т, 1994. — 88 с.

82. Еремеев Ю. Н. Режим орошения сельскохозяйственных культур / Ю. Н. Еремеев, А. С. Михайлин — М.: Россельхозиздат, 1983. — 63 с.

83. Жаринов В. И. Люцерна / В. И. Жаринов, В. С. Ключ — М.: Урожай, 1983. — 230с.

84. Жовтоног И. С. Орошение южных суглинистых черноземов неосветленными сточными водами / И. С. Жовтоног, С. А. Яковлев // Мелиорация и водное хозяйство. — Киев: Урожай, 1968. — С. 11–19.

85. Жуков А. И. Методы очистки производственных сточных вод / А. И. Жуков, И. Л. Монгайт. И. Д. Родзиллер. М.: Стройиздат, 1987.

86. Зайдельман Ф. Р. Процесс глееобразования и его роль в формировании почв / Зайдельман Ф. Р. // М.: МГУ. — 1998. — 300 с.

87. Зайдельман Ф. Р. Экологическая защита мелиорируемых почв и ландшафтов / Зайдельман Ф. Р. // Почвоведение. — 1993. — Вып. № 1 — С. 5–15.

88. Зайдельман Ф. Р. Естественное и антропогенное переувлажнение почв / Ф. Р. Зайдельман // — Спб.: Гидрометеоиздат, 1992. — 270 с.

89. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация почв / Зайдельман Ф. Р. //: Учебник. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Изд-во МГУ, 2003. — 448 с., ил. — (Классический университетский учебник).

90. Зайдельман Ф. Р. Практикум по курсу «Мелиорация почв» / Зайдельман Ф. Р., Смирнова Л. Ф., Шваров А. П., Никифорова А. С. // — М.: Изд-во МГУ, 2002. — 52 с.

91. Зайдельман Ф. Р. Эколого-мелиоративное почвоведение / Ф. Р. Зайдельман // М. — 1991. — 300 с.

92. Закржевский Т. И. К вопросу оценки мелиоративного состояния осушаемых земель / Т. И. Закржевский // Тр. Бел.НИИВХ. — М. — 1986. — С. 7–15.

93. Земельно-охранная система для защиты от подтопления сельскохозяйственных земель Азово-Кубанского бассейна: рекомендации / Е. В. Кузнецов, Н. П. Дьяченко, А. Е. Хаджиди и др.; ООО «Полиграфика». — Краснодар. край, ст. Павловская, 2005. — 95 с.

94. Зубец В. М., Эксплуатация закрытого дренажа. — Минск. — 1961.

95. Иванов А. Ф. Густота травостоя и семенная продуктивность люцерны в год высева / А. Ф. Иванов, Г. А. Медведев // Резервы увеличения производства кормов. — Волгоград. — 1974. — С. 51–57.

96. Иванов В. Ф. Краткий исторический очерк развития способов очистки сточных вод / В. Ф. Иванов. — Спб. — 1914. — 84 с.

97. Ивицкий А. И. Осушительно-увлажнительное действие малоуклонного дренажа по исследованиям на опыт-

но-производственном участке «Озерцы» / А. И. Ивицкий, В. И. Селезнев. — В кн.: Вопросы эксплуатации осушительно-увлажнительных систем. — 1983. — С. 204–213.

98. Ивонин В. М. Эрозия почв и противоэрозийные системы / В. М. Ивонин, В. А. Тертерян. — Ростов-на-Дону: Дон, 2003. — 163 с.

99. Израэль Ю. А., Гасилина Н. К., Ровинский Ф. Я. Мониторинг загрязнения природной среды. — Л.: Гидрометеиздат, 1978. — 560 с.

100. Каверин А. Ф. Способ охраны земель от переувлажнения / А. Ф. Каверин, Е. В. Кузнецов, А. Е. Хаджиди и др. // Информационный листок № 10–103 ЦНТИ. Краснодар: типография Краснодарского ЦНТИ, 2010. — 14 с.

101. Казаков В. С. Механизация строительства закрытого дренажа на осушаемых и орошаемых землях / Казаков В. С., Томин Е. Д. // М.: Россельхозиздат, 1969. — 134 с.

102. Калининченко В. П. Организация и производство работ по защите почв от водной эрозии / В. П. Калининченко // М.: Высшая школа. — 1973. — 192 с.

103. Каштанов А. Н. Почвоводо-охранное земледелие / Каштанов А. Н., Заславский М. Н. // — М.: Россельхозиздат, 1984. — 496 с.

104. Кирейчева Л. В. Восстановление природно-ресурсного потенциала агроландшафтов комплексными мелиорациями / Л. В. Кирейчева // Мелиорация и водное хозяйство. — 2004. — № 5. — С. 32–35.

105. Кирейчева Л. В. Значение комплексных мелиораций для формирования продуктивного и устойчивого агроландшафта / Л. В. Кирейчева // Мелиорация и водное хозяйство. — 2004. — № 4. — С. 23–26.

106. Кисаров О. П. О выборе критерия по оптимизации при ирригационном проектировании / О. П. Кисаров // Освоение орошаемых земель и защита почв от эрозии на Северном Кавказе. — Т. XIV. — Вып. № 2. — 1973. — 658 с.

107. Климентов П. П. Методика гидрогеологических исследований / П. П. Климентов. — М., 1967.

108. Климко А. И. Мелиоративная обработка почвы при осушении / Климко А. И., Снигирева А. В. // Москва / — 1971. — 67 с.

109. Ковальчук И. П. Изменение структуры речных систем и состояния малых рек под влиянием естественных и антропогенных факторов // Водные ресурсы. — Том 22. — № 3. — 1995. — 315 с.

110. Ковда В. А. Основы учения о почвах / В. А. Ковда // М.: Наука. — 1987. — 154 с.

111. Ковда В. А. Почвоведение. Учеб. для ун-тов. В 2 ч. / Под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. Ч. 2. Типы почв, их география и использование / Богатырев Л. Г., Васильевская В. Д., Владыченский А. С. и др. // — М.: Высш. шк., 1988. — 368 с.

112. Ковда В. А. Проблемы использования минерализованных вод / В. А. Ковда // Вопросы проектирования мелиоративных и водохозяйственных объектов с использованием подземных и дренажных вод. — М., 1980. — № 53. — С. 3–8.

113. Ковриго В. П. Почвоведение с основами геологии / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова / — М.: Колос, 2000. — 416 с.: ил. — (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

114. Козин В. М. Двойное регулирование водного режима на осушаемых землях / Козин В. М., Циприс Д. Б., Шевелев Я. З. // — Москва: Россельхозиздат. — 1972. — 78 с.

115. Козин М. А. Водный режим почв и урожай / М. А. Козин. — М., 1977. — 304 с.

116. Колесников В. А. Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод / В. А. Колесников, Н. В. Меньшутина. — М.: ДеЛи принт, 2005. — 266 с.

117. Коммунальная гигиена / под ред. К. И. Акулова и К. А. Буштуевой. — М., 1486. — 149 с.

118. Концепция мелиораций сельскохозяйственных земель в России / под общ. ред. А. В. Гордеева, Г. А. Романенко; Московский государственный университет природообустройства. — М.: МГУП, 2005. — 70 с.

119. Костяков А. Н. Основы мелиорации / А. Н. Костяков // М.: Сельхозгиз, 1961. — 622 с.

120. Кружилин И. П. Мелиорация земель как фактор продовольственной и экологической безопасности / И. П. Кружилин // Мелиорация и водное хозяйство. — 2004. — № 2. — С. 18–20.

121. Кузнецов Е. В. Адаптированные технологии повышения агресурсного потенциала агроландшафтов / Е. В. Кузнецов, А. Е. Хаджиди, А. Д. Гумбаров // Труды КубГАУ. — 2013. — Вып. 2 (41). — С. 183–187.

122. Кузнецов Е. В. Анализ мероприятий по охране от подтопления сельскохозяйственных земель северо-западной части Краснодарского края // Е. В. Кузнецов, Н. П. Дьяченко, А. Е. Хаджиди // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2005. — № 04 (12). Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/04/17/>.

123. Кузнецов Е. В. Земельно-охранные системы для сохранения и восстановления плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / Кузнецов Е. В., Хаджиди А. Е., Гельмиярова В. Н. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. — № 23 (07). Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/07/pdf19.pdf>.

124. Кузнецов Е. В. Значение природно-ресурсного потенциала для обеспечения устойчивого функционирования степной зоны Кубани / Е. В. Кузнецов, С. А. Владимиров, Н. П. Дьяченко // Труды КубГАУ. — 2007. — Вып. 5 (9) — С. 176–179.

125. Кузнецов Е. В. К вопросу об эффективности очистки сточных вод / Е. В. Кузнецов, Н. Н. Крылова, Д. Г. Серый // Сб. ст. — Краснодар: КубГАУ, 2001. — С. 45.

126. Кузнецов Е. В. Комплекс мероприятий по расчистке русел рек бассейна р. Кирпили для охраны земель от подтопления / Е. В. Кузнецов, Н. П. А. Е. Хаджиди, П. П. Коломоец // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2006. — № 03 (19). Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/03/04/p04.asp>.

127. Кузнецов Е. В. Комплексный подход к мелиорации переувлажненных земель предгорной зоны Кубани / Е. В. Кузнецов // Тр. КубГАУ. — Краснодар. — 2004. — Вып. № 407 (435). — С. 143–148.

128. Кузнецов Е. В. Мелиорация — современное состояние и перспективы / Е. В. Кузнецов, А. Д. Гумбаров, Ю. А. Свистунов и др. // Труды КубГАУ. — 2002. — Вып. № 400 (428). — С. 347–353.

129. Кузнецов Е. В. Методы количественной оценки мелиоративного состояния агроландшафта и риски управления системой сельскохозяйственного мелиоративного комплекса / Е. В. Кузнецов, А. Е. Хаджиди // Труды КубГАУ. — 2013. — Вып. 4 (43). — С. 266–271.

130. Кузнецов Е. В. Охрана земель от переувлажнения и подтопления и мероприятия по их предотвращению / Е. В. Кузнецов, Г. В. Шевченко // Оросительные мелиорации: сб. науч. тр. КубГАУ. — Краснодар. — 2000. — С. 185–190.

131. Кузнецов Е. В. Охрана сельскохозяйственных земель и водных объектов от техногенных загрязнений: уч. пособие / Е. В. Кузнецов, Н. П. Дьяченко, С. А. Владимиров и др. // Краснодар: КубГАУ, 2005. — 235 с.

132. Кузнецов Е. В. Оценка мелиоративных приемов по снижению подтопления сельскохозяйственных земель / Е. В. Кузнецов, А. Е. Хаджиди, Н. П. Дьяченко // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2005. — № 04 (12). Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/04/18/>.

133. Кузнецов Е. В. Проблемы рекультивации и охраны земель прибрежных ландшафтов степных рек Кубани / Е. В. Кузнецов, А. А. Приходько // Труды КубГАУ. Вып. 1 (34), 2012. — Краснодар: КубГАУ, 2012. — С. 205–207.

134. Кузнецов Е. В. Прогноз водно-солевого режима почвогрунтов / Е. В. Кузнецов, Т. И. Сафронова // Математика, компьютер, образование: сб. науч. тр. — Вып. № 11, ч. 2. — М. — 2004. — С. 655–658.

135. Кузнецов Е. В. Прогноз минерализации грунтовых вод и засоления зоны аэрации / Е. В. Кузнецов, Т. И. Сафронова, Д. Г. Серый // Образование. Экология. Экономика. Информатика: сб. науч. тр. VIII Международной конференции. — Астрахань: ИПЦ «Факел». — 2004 — С. 335–339.

136. Кузнецов Е. В. Разработка адаптированной модели «Агроландшафт — технология» для охраны земель от подтопления и переувлажнения / Е. В. Кузнецов, А. Е. Хаджиди, В. Т. Ткаченко // Кадастр земельных ресурсов: состояние, проблемы и перспективы развития: материалы межд. научно-практ. конференции, посвящ. 100-ю выпуска первого меиоратора России. Вып.2.: НГМА. — Новочеркасск: изд-во «НОК», 2012. — С.154–158.

137. Кузнецов Е. В. Разработка мероприятий по восстановлению водоемов для охраны земель от подтопления / Е. В. Кузнецов, Н. П. А. Е. Хаджиди, П. П. Колomoец // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2006. — № 03 (19). Режим доступа: <http://ej.kubgro.ru/2006/03/05/p05.asp>.

138. Кузнецов Е. В. Технология получения биогумуса и внесения его под сельскохозяйственные культуры / Е. В. Кузнецов, Я. А. Полторак // Труды КубГАУ. — 2010. — Вып. 1 (22). — С. 177–181.

139. Кузнецов Е. В. Управление водно-солевым режимом почв Закубанского района, подверженных влиянию переувлажнения / Е. В. Кузнецов, Т. И. Сафронова, Г. В. Шев-

ченко // Состояния и пути мелиорации черноземов Кубани: сб. тр. Сев.-Кав. НИИ садоводства и виноградарства. — Краснодар. — 2002. — С. 99–106.

140. Кузнецов Е. В. Функционально-адаптивная технология стабилизации и повышения биопотенциала агроэколандшафтов / Е. В. Кузнецов, А. Х. Дышеков // Труды КубГАУ. — 2010. — Вып. 6 (27). — С. 160–163.

141. Кузнецов И. А. Обработка почвы. — Краснодар. — 1964. — 112 с.

142. Кузнецов М. С. Эрозия и охрана почв / Кузнецов М. С. //: Учебник. — М.: Изд-во МГУ, 1996. — 335 с.

143. Кузнецов М. Я. Разработка и использование математических моделей для исследования водного обмена на мелиорируемых землях: автореф. дис. канд. техн. наук / М. Я. Кузнецов // МГУ. — М. — 1999. — 21 с.

144. Кузнецова А. Е. Перспективы мелиораций черноземов степной зоны Кубани / А. Е. Кузнецова, Ю. А. Свистунов // Мелиорация земель и повышение эффективности технических средств при орошении: Материалы региональной науч.-практ. конф / КубГАУ. — Краснодар. — 2000. — С. 38–39.

145. Кульский Л. А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды: Процессы и аппараты / Л. А. Кульский. — 3-е изд., перераб. и доп. — К.: Наук. думка, 1980. — 563 с.

146. Курбанов С. А. Проблема мелиорации и охраны прибрежных урбанизированных зон малых рек на юге России. Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы мелиорации земель и воспроизводства почвенного плодородия». Труды КубГАУ. — 2008. — С. 86–90.

147. Кутепов Л. Е. Использование на полях орошения сточных вод Волжского промрайона и влияние их на агро-мелиоративные показатели почвы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Л. Е. Кутепов. — М. — 1974. — 23 с.

148. Лапшенков В. С. Без малых рек нет рек больших. — Ростов-на-Дону. — 1983. — 128 с.

149. Левин Я. К. Методика моделирования движения промывных вод для обоснования вариантов промывок и дренажа / Левин Я. К. // Новочеркасск. — 1973. — 40 с.

150. Лопатин В. Н. Автоматизация мониторинга / В. Н. Лопатин // Контроль состояния окружающей среды. — М. — 1985. — Вып. № 10. — С. 21–79.

151. Лопатин В. Н. Региональные аспекты контроля за состоянием окружающей среды. Достижения и перспективы / В. Н. Лопатин // Природные ресурсы и окружающая среда. — М. — 1986. — Вып. 47, № 14. — С. 78–87.

152. Львович А. И. Использование сточных вод для орошения за рубежом / А. И. Львович — М.: ВНИТИСХ, 1968. — 207 с.

153. Маккавеев А. А. Словарь по гидрогеологии и инженерной геологии / А. А. Маккавеев. — М.: Недра, 1971. — 214 с.

154. Марымов В. И. Испытание и подбор перспективных культур наиболее приспособленных к орошению сточными водами / В. И. Марымов // Информационный листок. № 478. — 1972. — 4 с.

155. Маслинков М. И. Технология производства люцерны / М. И. Маслинков, Н. А. Уразаев, А. А. Вакулин. — М.: Колос, 1996.

156. Мелиорация орошаемых земель: сб. науч. тр. НПО Югмелиорация. — Новочеркасск. — 1988. — 210 с.

157. Мероприятия по охране почв от эрозии: научный обзор ФГНУ «РосНИИПМ» / составители: Г. Т. Балакай, Е. В. Полуэктов, Н. И. Балакай, А. Н. Бабичев, В. А. Кулыгин, Л. А. Воеводина, Л. И. Юрина, Н. И. Тупикин, Е. А. Кропина, А. Б. Финошин. — М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2010. — 71 с.

158. Методика определения предотвращенного экологического ущерба. Гос. комитет РФ по охране окружающей среды. — М. — 1999. — 74 с.

159. Микитюк А. В. Оценка схем отвода избыточных вод с сельскохозяйственных земель бассейна р. Кирпили / А. В. Микитюк, А. Е. Хаджиди, П. Ю. Шугай // Актуальные проблемы мелиорации на Северном Кавказе: Сб. науч. р. / КубГАУ. — 2007. — С. 208–209.

160. Михальский В. В. Противофилтрационные экраны из трамбованных грунтов в ложе оросительных каналов. / Михальский В. В. / Водное хозяйство. — Киев, 1965. — Вып. 3 (214). — С. 140–148.

161. Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и самоочищение почв: учеб. пособие / Е. Н. Мишустин, М. И. Перцовская. — М.: АН СССР, 1954. — 651 с.

162. Можейко А. М. Некоторые вопросы использования сточных вод на орошение // Сельскохозяйственное использование сточных вод: материалы VI Междунар. совещания ученых соцстран по использованию сточных вод в сельском хозяйстве. / М. — 1972. — С. 110–115.

163. Музыченко Л. А., Юсупов Р. М. Эколого-экономическая эффективность орошения сточными водами // Хозяйственно-питьевая и сточные воды. Проблемы очистки и использования: сб. науч. тр. / Пенза. — 1996. — С. 77–78.

164. Мусийчук Н. С., Шмаков В. И. Мелиоративное состояние земель при орошении сточными водами животноводческих комплексов и пути улучшения экологической обстановки. // Хозяйственно-питьевая и сточные воды. Проблемы очистки и использования: сб. науч. тр. / Пенза. — 1996. — С. 63–67.

165. Никоненко Д. А. Озимая пшеница на орошении / Д. А. Никоненко, О. А. Черников. — М.: Колос, 1974.

166. Новиков В. М. Орошение городскими сточными водами в округе Маскигон / В. М. Новиков, Э. Е. Элик // Гидротехника и мелиорация. — 1981. — № 8.

167. Обоснование допустимых глубин грунтовых вод орошаемых земель: сб. науч. тр. ВНИИГиМ. — М.: — 1987. — 189 с.

168. Обыденкова С. Современные технологии очистки сточных вод / С. Обыденкова // Акватерм. <http://www.toiletexpo.ru/content/view/67/>.

169. Овцов Л. П. Использование сточных вод в орошаемом земледелии / Л. П. Овцов, Э. Е. Элик // Мелиорация и водное хозяйство / — 1988. № 6. — С. 30–31.

170. Овцов Л. П. Экологические аспекты технологий использования сточных вод на орошение / Л. П. Овцов, С. И. Мишин // Хозяйственно-питьевая и сточные воды. Проблемы очистки и использования: сб. науч. тр. / Пенза. — 1996. — С. 85–88.

171. Орленко С. Ю. Проблема охраны сельскохозяйственных земель от подтопления в Азово-Кубанском бассейне / Е. В. Кузнецов, Н. П. Дьяченко, С. Ю. Орленко, А. Е. Хаджиди // Тр. КубГАУ. — 2008. — Вып. № 4 (13). — С. 220–224.

172. Орленко С. Ю. Современное состояние сельскохозяйственных земель Азово-Кубанского бассейна / С. Ю. Орленко // Труды КубГАУ. — 2007. — Вып. 429/457. — С. 123–129.

173. Орлов В. П. Земледельческие поля орошения / В. П. Орлов. — 3-е изд. — М. — 1961.

174. Орлов Л. С. Особенности органического вещества орошаемых почв / Л. С. Орлов, Е. М. Аниканова, А. А. Маркин // Проблемы ирригации юга черноземной зоны: учеб. пособие. — М.: Наука, 1980. — С. 35–61.

175. Орловский З. В. Аэротенк. Очистка сточных вод в аэротенках / З. В. Орловский. — М.: Стройиздат, 1960.

176. Оросительные мелиорации: сб. науч. тр. КубГАУ. — Краснодар. — 2000. — 211 с.

177. Отчет о выполнении научно-исследовательской работы «Разработка элементов системы управления мелиоративным состоянием почв восстановленных и существующих рисовых полей для экологической безопасности, сохранения агроресурсного потенциала и экономии энергоресурсов на сбалансированной рисовой оросительной системе». Департамент сельского хозяйства и перераб. пром-ти Краснодарского края. — 2011. — 75 с.

178. Отчет о научно-исследовательской работе на тему: «Восстановление почвенного плодородия переувлажненных земель Предгорной зоны Краснодарского края». Научно-изыскательское общество Гея-НИИ. I этап. — 2000 — 1 том. II этап. — 2001. — 1 том. III этап. — 2002. — 1 том.

179. Отчет по научно-исследовательской работе по теме: «Разработка мероприятий по охране сельскохозяйственных земель от подтопления», Краснодар. — 2007. — 104 с.

180. Очистка промышленных стоков. Очистка сточных вод свиноводческих комплексов [электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www/inecs.org/content/production/sosv/prom>

181. Паспорт инновационного проекта. Земельно-охранные системы для защиты от деградации сельскохозяйственных земель / Е. В. Кузнецов, А. Е. Хаджиди, А. В. Литовченко: Каталог инновационных проектов / под ред. А. И. Трубилина; Кубан. гос. агр. ун-т. — Краснодар: КубГАУ, 2011. — С. 105–106.

182. Паспорт инновационного проекта. Технологический комплекс очистных сооружений консервных заводов по утилизации очищенных сточных вод для сохранения плодородия почв / Е. В. Кузнецов: Каталог инновационных проектов / под ред. А. И. Трубилина; Кубан. гос. агр. ун-т. — Краснодар: КубГАУ, 2010. — С. 69–70.

183. Паспорт инновационного проекта. Технология восстановления плодородия деградированных агроландшафтов

для повышения агресурсного потенциала / Е. В. Кузнецов, А. Е. Хаджиди, В. В. Цыбулевский: Каталог инновационных проектов / под ред. А. И. Трубилина; Кубан. гос. агр. ун-т. — Краснодар: КубГАУ, 2011. — С. 108–109.

184. Пат. 2285768 Российская Федерация, МПК E02B 11/00; заявитель и патентообладатель КубГАУ. — 2005111313/03; заявл. 18.04.2005; опубл. 20.10.2006. — 3 с. Кузнецов Е. В., Хаджиди А. Е., Дьяченко Н. П. Способ осушения сельскохозяйственных земель.

185. Пат. 2371426 Российская Федерация от 27.10.2009 г. (заявка № 2007135507 от 25.09.07 г). Способ утилизации отходов спиртового производства для сельскохозяйственных целей и система для его осуществления. Кузнецов Е. В., Щеколдин Ю. А.

186. Пат. 2402493 Российская Федерация, МПК B65G47/34; заявитель и патентообладатель КубГАУ. — 1347938; опубл. 21.01.2010. — 3 с. / Е. В. Кузнецов, Я. А. Полторак, А. Е. Хаджиди. Способ утилизации свиноводческих отходов.

187. Пат. 2402510 Российская Федерация, МПК C05F5/00; заявитель и патентообладатель КубГАУ. — 2009111962/21; заявл. 31.03.2009; опубл. 27.10.2010. — 3 с. / Е. В. Кузнецов, Я. А. Полторак, А. Е. Хаджиди. Способ получения вермикомпоста.

188. Пат. 2466522 Российская Федерация, МПК A01B 79/02 (2006.1), G01N33/24 (2006.1), A01G16/00 (2006.1); заявитель и патентообладатель КубГАУ. — 4 с. Кузнецов Е. В., Хаджиди А. Е., Приходько И. А. Способ определения агресурсного состояния почв по мелиоративной шкале рисовой оросительной системы.

189. Пат. 2326210 Российская Федерация, МПК E02B 11/00; заявитель и патентообладатель КубГАУ. — 2006139610/03; заявл. 08.11.2006; опубл. 20.12.2006. —

З с. Кузнецов Е. В., Хаджиди А. Е., Дьяченко Н. П. Способ снижения деградации почв сельскохозяйственных полей.

190. Пацевич А. А. Режим грунтовых вод и воднорастворимых солей почвы при орошении дельте Терека / Пацевич А. А. // Сборник трудов ЮжНИИГиМа. — Новочеркасск. — 1956. — Вып. VII (209). — С. 35–45.

191. Пестряков В. К. Земледельческие поля орошения / В. К. Пестряков, Я. З. Шевелев. — Л.: Лениздат, 1981. — С. 22–31.

192. Петросян Л. А. Математические модели в экологии / Л. А. Петросян // Спб. — 1997. — 256 с.

193. Пинчук А. П. Влияние орошения водами различной степени минерализации на свойства черноземов Кубани / А. П. Пинчук, А. И. Столяров // Труды. Почвенно-экологические проблемы земельного фонда Краснодарского края. Вып. № 373 (401). — С. 81–97.

194. Полевая гидрохимическая лаборатория (для общего анализа воды). /Сост. А. А. Резников, И. Ю. Соколов. — М. —1984. — 43 с.

195. Полторацк Я. А. Способы утилизации отходов сельскохозяйственного производства и их влияние на экологическое состояние мелиоративных земель / Я. А. Полторацк // Труды КубГАУ. — 2008. — Вып. 2/2008. — С. 68–71.

196. Пособие к ВНТП 01-98 Оросительные системы с использованием сточных вод и животноводческих стоков. — М.— 1998.

197. Пособие по эксплуатации ирригационных полей утилизации животноводческих стоков. Минсельхоз РФ. — М. — 1993.

198. Постановление главы администрации (губернатора) Краснодарского края от 29 сентября 2011 года № 1080 «О некоторых мерах по улучшению инвестиционного климата в Краснодарском крае».

199. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник. — М.: ВНИИ стандарт. — 2001. — 300 с.

200. Почвенно-экологическая оценка земельного фонда Краснодарского края и пути оптимизации плодородия: сб. науч. тр. КубГАУ. — Краснодар. — 1997. — 149 с.

201. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв / под ред. Д. С. Орлова, В. Д. Васильевской. — М.: МГУ. — 1994. — 272 с.

202. Приказ Госкомрыболовства РФ от 28.04.99 г. № 96 «Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение».

203. Приходько И. А. Обеспечение устойчивости агроландшафтов с учетом особенностей возделывания сельскохозяйственных культур // И. А. Приходько, С. Ю. Орленко, А. Е. Хаджиди // Труды КубГАУ. — 2009. — Вып. № 4 (19). — С. 231–235.

204. Проблемы переувлажнения земель в Краснодарском крае; факторы, определяющие переувлажнение земель и направление мелиорации. «Кубаньводпроект», НИИ «Гея-НИИ». — Краснодар. — 1997. — 34 с.

205. Проблемы переувлажнения земель, состояние орошаемых земельных участков в Краснодарском крае. «Кубаньводпроект». — Краснодар. — 1998. — 113 с.

206. Прудников А. Г. Оценка эколого-экономической эффективности производства зерна озимой пшеницы / А. Г. Прудников, А. И. Трубилин, В. В. Шоль // Совершенствование систем земледелия в различных агроландшафтах Краснодарского края / под ред. Трубилина И. Т.

207. Пындак В. И. Проблемы загрязнения окружающей среды отходами производства при очистке сточных вод /

В. И. Пындак, А. Е. Новиков // Успехи современного естествознания. — 2012. — Вып. № 2. — С. 121–123.

208. Пындак В.И. Технические решения экологических проблем на очистных сооружениях с получением высокоэффективных удобрений / В.И. Пындак, Е.Ф. Помогаев // Фундаментальные исследования. — 2011. — № 8. — С. 660–662.

209. Работнова И. Л. Общая микробиология / И. Л. Работнова. — М. — 1966.

210. Рандольф Р. Что делать со сточными водами / Р. Рандольф; пер. с нем. — 2001.

211. Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р (ред. от 08.08.2009) «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» (вместе с «Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года»).

212. РД 52.24.643 — 2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнения поверхностных вод по гидрохимическим показателям.

213. Рекомендации по мелиорации переувлажненных земель Закубанской равнины и предгорной зоны Краснодарского края. — Выпуск 1. — Краснодар. — 2001. — 39 с.

214. Рекомендации по осветлению и доочистке поверхностных и дренажных вод сельскохозяйственных угодий Предгорной зоны Краснодарского края: рекомендации / Е. В. Кузнецов, В. В. Пушкин, М. В. Пашков и др.: Краснодар, КубГАУ. — 2003. — 48 с.

215. Рекомендации по предупреждению, устранению переувлажнения почвы в замкнутых понижениях рельефа и отводу с полей избыточных вод / КубГАУ, департамент с/х и продовольствия администрации Краснодарского края. — Краснодар. — 1997. — 16 с.

216. Рекомендации. Земельно-охранная система для защиты от подтопления сельскохозяйственных земель Азо-

во-Кубанского бассейна. Департамент сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края. — Краснодар: КубГАУ, 2005. — 56 с.

217. Рекомендации. Комплексные мелиорации для защиты сельскохозяйственных земель от подтопления в Центральной степной части Краснодарского края. Министерство сельского хозяйства РФ. Департамент сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края. — Краснодар: КубГАУ, 2006. — 41 с.

218. Рекомендации. Комплексные мелиорации для охраны сельскохозяйственных земель от подтопления. Министерство сельского хозяйства РФ. КубГАУ. Управление сельского хозяйства Павловского района Краснодарского края. — Павловская. — 2003.

219. Рекомендации. Мелиорация сельскохозяйственных земель для охраны почв от подтопления в степной зоне Краснодарского края. Министерство сельского хозяйства РФ. Департамент сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края. — Краснодар: КубГАУ, 2007. — 12 с.

220. Рекомендации. Обоснование способов охраны переувлажненных земель. Министерство сельского хозяйства РФ. ОАО «Кубаньводпроект» Министерство сельского хозяйства РФ. — Краснодар. — 2002.

221. Рекс Л. М. Интегральные оценки экологической безопасности в проблемах рационального природообустройства в регионе. / Л. М. Рекс, Ю. А. Ростопшин, П. С. Русинов, И. Б. Руссман, В. М. Умывакин // Институт системного анализа РАН. — М. — 1999. — 48 с.

222. Рекс Л. М. Системные исследования мелиоративных процессов и систем. / Л. М. Рекс // М.: АСЛАН, 1995. — 167 с.

223. Роде А. А. Основы учения о почвенной влаге. Т. 1. Водные свойства почв и передвижения почвенной влаги /

Роде А. А. // Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1965. — 663 с.

224. Руденко В. А. Экологическая эффективность орошения сточными водами: учеб. пособие / В. А. Руденко, М. Т. Левченко — К.: УкрНИИТИ, 1975. — 56 с.

225. Рыжова И. М. Математическое моделирование почвенных процессов. — М.: Изд-во МГУ, 1987. — 82 с.

226. Рябчиков Б. Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. / Б. Е. Рябчиков. — М.: ДеЛи принт, 2004. — 328 с.

227. Санитарные правила и нормы «Охрана поверхностных вод от загрязнения». СанПин 4630-88. Министерство здравоохранения СССР. — Москва. — 1988 г.

228. СанПиН 2.1.17.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения». — Москва. — 1996.

229. Сафронова Т. И. Вопросы динамики грунтовых вод на оросительной системе / Т. И. Сафронова, В. И. Степанов // Образование и наука в третьем тысячелетии: сб. научн. тр. — Барнаул. — 2002. — Вып. № 4. — С. 403–407.

230. Саяпин В. П. Ветеринарно-гигиеническая оценка растениеводческой продукции, выращенной при орошении сточными водами текстильного производства.

231. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ от 01.09.10 г. № 2010615681 / Хаджиди А. Е., Цыбулевский В. В., Кузнецов Е. В. Оптимизация выбора мелиоративных агрегатов для охраны земель по обобщенной функции желательности.

232. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ от 09.06.10 г. № 2010613804 / Кузнецов Е. В., Хаджиди А. Е., Цыбулевский В. В. Оптимизация выбора мелиоративных машин по часовой производительности для охраны земель.

233. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ от 09.06.10 г. № 2010613803 / Кузнецов Е. В., Хаджиди А.Е., Цыбулевский В. В. Определение коэффициентов по функции желательности (топливо) выбора оптимального мелиоративного агрегата.

234. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ от 09.06.10 г. № 2010613801 / Кузнецов Е. В., Цыбулевский В. В., Хаджиди А. Е. Технологическая карта для охраны сельскохозяйственных земель от подтопления и переувлажнения при возделывании пшеницы.

235. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ от 09.06.10 г. № 2010613805 / Кузнецов Е. В., Цыбулевский В. В., Хаджиди А. Е. Технологическая карта для повышения мелиоративного состояния почв при возделывании пшеницы.

236. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ от 09.06.10 г. № 2010613802 / Кузнецов Е. В., Цыбулевский В.В., Хаджиди А.Е. Технологическая карта для восстановления почвенного плодородия при возделывании пшеницы.

237. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ от 11.01.10 г. № 2010610321. Модель комплекса технологических операций по улучшению мелиоративного состояния богарных земель / Кузнецов Е. В., Дьяченко Н. П., А. Е. Хаджиди и др.

238. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ от 11.01.10 г. № 2010610322 / Кузнецов Е. В., Дьяченко Н. П., Приходько И. А. и др. Комплекс мероприятий для восстановления агроресурсного потенциала почв

239. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ от 17.09.10г. № 2010616139 / Якуба С. Н., Кузнецов Е. В., Цыбулевский В. В., Хаджиди А. Е. Управление уровнем грунтовых вод на чеках в предуборочный период.

240. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ от 17.09.10 г. № 2010616180 / Якуба С. Н., Кузнецов Е. В., Цыбулевский В. В., Хаджиди А. Е. Управление уровнем грунтовых вод для снижения подтопления рисовых чеков

241. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ от 27.08.10 г. № 2010615546 / Хаджиди А. Е., Кузнецов Е. В., Цыбулевский В. В. Оптимизация выбора мелиоративных машин по затратам труда для охраны земель.

242. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ от 27.08.10 г. № 2010615545 / Хаджиди А. Е., Кузнецов Е. В., Цыбулевский В. В. Технологическая карта для повышения мелиоративного состояния почв при возделывании озимого ячменя.

243. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ от 28.05.10 г. № 2010613526 / Хаджиди А. Е., Кузнецов Е. В., Цыбулевский В. В. Технологическая карта для охраны сельскохозяйственных земель от подтопления и переувлажнения при возделывании озимого ячменя.

244. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ от 28.05.10 г. № 2010613527 / Кузнецов Е. В., Цыбулевский В. В., Хаджиди А. Е. Расчет коэффициентов для оптимизации выбора мелиоративных машин — металлоемкость.

245. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ от 28.05.10 г. № 2010613530 / Кузнецов Е. В., Хаджиди А. Е., Цыбулевский В. В. Расчет коэффициентов для выбора оптимального мелиоративного агрегата по энергоемкости.

246. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009615097, 2009 г. / Гельмиярова В. Н., Кузнецов Е. В., Цыбулевский В. В. Модель изменения влажности почвы после подтопления земель.

247. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009615198, 2009 г. / Гельмиярова В. Н., Кузнецов Е. В., Цыбулевский В. В. Графическая

интерпретация модели изменения влажности почвы после подтопления грунта.

248. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009615200, 2009 г. / Гельмиярова В. Н., Кузнецов Е. В., Цыбулевский В. В. Каноническое преобразование модели изменения влажности почвы после подтопления земель.

249. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009615582, 2009 г. / Хаджиди А. Е., Цыбулевский В. В., Кузнецов Е. В. и др. Графическое построение модели осушения сельскохозяйственных земель.

250. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009615584, 2009 г. / Хаджиди А. Е., Цыбулевский В. В., Кузнецов Е. В. и др. Математическое обеспечение для модели осушения грунта в мнимых значениях.

251. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009615394, 2009 г. / Хаджиди А. Е., Цыбулевский В. В., Кузнецов Е. В. и др. Модель прогноза осушения грунта сельскохозяйственных земель.

252. Себелледи Л. Состояние научно-исследовательских работ и практическое осуществление орошение сточными водами в Венгерской народной республики / Л. Себелледи, Л. Вермаш // Сельскохозяйственное использование сточных вод: учеб. пособие. — М. — 1972. — С. 152–164.

253. Семенов А. Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. — Л.: Гидрометеоиздат, 1977. — 541 с.

254. Симакин А. И. Агрохимическая характеристика кубанских черноземов и удобрения. — Краснодар. — 1969.

255. Скопинцев Б. А., Овчинников Ю. С. Определение растворенного кислорода в водах, содержащих различные окислители и восстановители // ЖПХ, 1933. — Т. 6, вып. 6. — С. 173–179.

256. Смагин А. В. Моделирование динамики органического вещества посевов. / А. В. Смагин, Н. Б. Садовникова, М. В. Смагина и др. // — М.: Изд-во МГУ, 2001. — 120 с.

257. Смирнов Р. А. Оценка методов определения инфильтрационного питания грунтовых вод. / Смирнов Р. А. // Вып. 4 (218). — С. 97–105.

258. Соколовская Л. Н. Осушение земель закрытым комбинированным дренажем / Соколовская Л. Н. // Москва: Колос, 1966. — С. 82.

259. Степанов А. М. Взаимодействие микроэлементов с органическим веществом почв / М. Д. Степанов // Почвоведение. — 1974. — № 12. — С. 70–73.

260. Терновцев В. Е. Очистка промышленных стоков. — К.: Будівельник, 1986.

261. Технический отчет о почвенном обследовании проектируемого орошаемого участка в ОАО Агроплемзавод «Индустриальный» Тимашевского района (272 га). «Гей-НИИ», 2006.

262. Технология орошения животноводческими стоками (авт. А. М. Буцыкин и др.). — М.: Агропромиздат, 1987. — 160 с.

263. Тимоченко И.И. Использование различных видов сточных вод для орошения сельскохозяйственных культур: учеб. пособие / И. И. Тимоченко, В. А. Калачиков — К.: УкрНИИНТИ, 1976. — 60 с.

264. Ткаченко К. Д. Влияние растительного покрова на величину инфильтрационного питания грунтовых вод. / Ткаченко К. Д. // Водное хозяйство, Киев, 1965. — Вып. 3 (214). — С. 22–25.

265. Требования к качеству оросительных вод // «Водное хозяйство». — 1954. — № 1.

266. Тур Н. С. Введение в экологическое земледелие и растениеводство / Н. С. Тур // Краснодар: КубГАУ, 1999. — 187 с.

267. Тур Н. С. Динамика и прогноз минерализации грунтовых вод / Н. С. Тур, И. Д. Черниченко, А. В. Осиков // Тр. КубГАУ. — Краснодар. — 1999. — С. 98–108.

268. Указ Президента РФ от 7 мая 2012 г. № 596 «О долгосрочной государственной экономической политике».

269. Филимонов М. С. Кормовые культуры на орошаемых землях: учеб. пособие / М. С. Филимонов, В. Ф. Мамин. — М.: Россельхозиздат, 1983. — 237 с.

270. Фробишер М. Основы микробиологии / М. Фробишер; пер. с англ. — М. — 1965.

271. Хаджиди А. Е. Восстановление пропускной способности русел степных балок / А. Е. Хаджиди, Н. Н. Крылова, К. В. Яценко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник материалов VI Всероссийской конференции молодых ученых / КубГАУ. — Краснодар, 2012. — С. 538–540.

272. Хаджиди А. Е. Земельно-охранная система для сохранения агресурсного потенциала агроландшафтов / А. Е. Хаджиди // Интеграция науки и производства — стратегия устойчивого развития АПК России в ВТО: матер. междунар. научно-практ. конференции, посв. 70-ю Победы в Сталинградской битве. Том 1. — Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2013. — С. 213–215.

273. Хаджиди А. Е. Земельно-охранная система как мера надежности и устойчивого развития ландшафтов / А. Е. Хаджиди, Е. В. Кузнецов, П. П. Коломоец // Современные оросительные мелиорации — состояние и перспективы: Материалы Международной науч.-практ. конф. / ВГСХА. — Волгоград, 2004. — С. 56–59.

274. Хаджиди А. Е. Комплекс мероприятий для охраны земель сельскохозяйственного назначения от подтопления и переувлажнения / А. Е. Хаджиди, Г. И. Булатецкий, В. Н. Гельмиярова // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2006. — № 23 (7).

275. Хаджиди А. Е. Комплекс природоохранных мероприятий при орошении очищенными сточными водами консервного завода / А. Е. Хаджиди, О. В. Шаповалова // Университет. Наука, идеи и решения». — 2010. — № 2/2010. — С. 183–185.

276. Хаджиди А. Е. Комплексная технология утилизации сточных вод спиртзаводов на сельскохозяйственных полях орошения / А. Е. Хаджиди // Труды КубГАУ. — 2012. — Вып. 5 (38). — С. 177–181.

277. Хаджиди А. Е. Концептуальный подход к охране сельскохозяйственных земель от деградации / А. Е. Хаджиди // Труды КубГАУ. / КубГАУ. — 2010. — Вып. № 1 (22). — С. 186–189.

278. Хаджиди А. Е. Мониторинг уровней коллекторов и Кирпильского лимана для охраны сельскохозяйственных земель Азово-Кубанского бассейна / А. Е. Хаджиди, Н. П. Дьяченко // Актуальные проблемы мелиорации на Северном Кавказе. Сборник научных трудов КубГАУ. — 2004. — Вып. 407 (435). — С. 11–14.

279. Хаджиди А. Е. Обоснование экологической безопасности орошения дождеванием / А. Е. Хаджиди, В. М. Дыбля // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник материалов VI Всероссийской конференции молодых ученых / КубГАУ. — Краснодар. — 2012. — С. 538–540.

280. Хаджиди А. Е. Оптимизация выбора мелиоративных агрегатов для охраны земель // А. Е. Хаджиди, В. В. Цыбулевский. Проблемы мелиорации земель и воспроизводства почвенного плодородия. матер. 3-й Междунар. научно-практ. конференции / КубГАУ. — Краснодар, 2010. — С. 204–205.

281. Хаджиди А. Е. Основные мелиоративные мероприятия для освоения сельскохозяйственных земель предгорной зоны / А. Е. Хаджиди // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник материалов III Всероссийской

конференции молодых ученых / КубГАУ. — Краснодар, 2009. — С. 423–424.

282. Хаджиди А. Е. Охрана земель от переувлажнения / А. Е. Хаджиди // Materially II Miedzynarodowej naukowe-praktycznej konferencji «Wykształcenie i nauka bez granic — 2005». Tom 26.-Przemysł:Sp. Zo.o. «Nauka I studia». — 2005. — С. 86–88.

283. Хаджиди А. Е. Охрана сельскохозяйственных земель от подтопления и иссушения. / А. Е. Хаджиди, Л. К. Боярченко // Проблемы мелиорации земель и воспроизводства почвенного плодородия. матер. 2-й Междунар. научно-практ. конференции / КубГАУ. — Краснодар: изд-во ЭДВИ, 2009. — С. 136–139.

284. Хаджиди А. Е. Принцип формирования земельно-охранных систем для предотвращения чрезвычайных ситуаций / А. Е. Хаджиди // Мелиорация и водное хозяйство. Сборник научных трудов НГМА./ НГМА. — Новочеркасск, 2003. — С. 37–40.

285. Хаджиди А. Е. Проблема утилизации очищенных сточных вод перерабатывающих сельскохозяйственных предприятий на сельскохозяйственных полях орошения / А. Е. Хаджиди, М. Е. Кузнецова // Труды КубГАУ. — 2012. — Вып. 5 (38). — С. 156–163.

286. Хаджиди А. Е. Технология охраны сельскохозяйственных земель бассейна р. Кирпили от подтопления и иссушения / А. Е. Хаджиди, Л. К. Боярченко // Техника и технологии XXI века: материалы межвузовской научно-практической конф. студентов и молодых ученых / КБГСХА им. В. М. Кокова. — Нальчик, 2009. — С. 86–90.

287. Хаджиди А. Е. Технология сохранения почв агроландшафтов / А. Е. Хаджиди, А. Н. Куртнезирова // материалы конференции: Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник материалов IV Всероссийской

конференции молодых ученых / КубГАУ. — Краснодар. — 2010. — С. 6–8.

288. Хаджиди А. Е. Эколого — мелиоративная технология орошения очищенными сточными водами консервных заводов / А. Е. Хаджиди // Труды КубГАУ. — 2012. — Вып. 5 (38). — С. 169–173.

289. Хвесик М. А. Система контроля за качеством природных вод на территориях, орошаемых сточными водами // Гигиена и санитария. — М. — 1987. — № 8. — С. 65–66.

290. Чайлдс Э. Физические основы гидрологии почв (пер. с англ.) / Э. Чайлдс. — Л.: Гидрометеиздат, 1973. — 427 с.

291. Черниченко И. Д. Проблема переувлажнения и подтопления земель в Краснодарском крае / И. Д. Черниченко, В. Д. Жуков // Почвенно-экологическая оценка земельного фонда Краснодарского края и пути оптимизации плодородия почв. Труды. — Краснодар. — 1997. — Вып. № 358 (386). — С. 17–23.

292. Черныш А. Ф. Мониторинг земель: учебное пособие / А. Ф. Черныш. — Минск: БГУ, 2002.

293. Шевченко Г. В. Влияние климатических факторов на переувлажнение земель и физико-географическое районирование земель Краснодарского края по проявлению переувлажнения / Шевченко Г. В. // Труды КГАУ, Краснодар. — 1998. — Вып. 364 (392).

294. Шевченко Г. В. Защита от влияния антропогенных факторов на переувлажнение сельхозугодий и населенных пунктов Ейского района Краснодарского края / Шевченко Г. В. // Тезисы докладов КГАУ. — Краснодар. — 1998.

295. Шевченко Г. В. Краткий анализ переувлажненных земель в Краснодарском крае и направление мелиораций / Г. В. Шевченко, А. Е. Хаджиди Оросительные мелиорации в Краснодарском крае. Сборник трудов КубГАУ. — 2000. — Вып. 364 (392). — С. 172–178.

296. Шевченко Г. В. Мелиорация переувлажненных почв Краснодарского края / Г. В. Шевченко // Краснодар: КубГАУ, 1994. — 30 с.

297. Шевченко Г. В. Охрана земель от переувлажнения и подтопления и мероприятия по их предотвращению / Шевченко Г. В., Кузнецов Е. В. // Труды КГАУ. — Краснодар. — 1998. — Вып. 364 (392). — С. 201–211.

298. Шевченко Г. В. Причины переувлажнения земель и его последствия в Краснодарском крае / Г. В. Шевченко, И. Д. Черниченко // Мелиорация и водное хозяйство. — 2000. — Вып. № 5. — С. 23–25.

299. Шевченко Г. В. Проблемы переувлажнения почв Кубани. Причины появления, распространения, приуроченность и динамика площадей переувлажненных земель / Г. В. Шевченко, А. М. Сусликов, И. Д. Черниченко и др. // Состояние и пути мелиорации черноземов Кубани. СКЗНИ-ИСиВ. — Краснодар. — 2002. — С. 29–40.

300. Шевченко Г. В., Кузнецова А. Е. Краткий анализ переувлажненных земель в Краснодарском крае и направленные мелиорации. Труды КубГАУ. Выпуск 364/392/1988. — С. 187–193.

301. Шеин Е. В. Методические подходы к эколого-агрофизической оценке орошаемых почв / Е. В. Шеин, И. И. Гудима // Почвоведение. — 1990. — Вып. № 5. — С. 86–94.

302. Шестаков В. М. Прикладная гидрогеология / В. М. Шестаков // М.: МГУ, 2001. — 144 с.

303. Шишкина О. С. Влияние орошения сточными водами на экологическое состояние территории: дис. ... канд. с.-х. наук / О.С. Шишкина; ВГСХА. — Волгоград. — 2005. — 146 с.

304. Штомпель Ю. А. Мониторинг гумусного состояния в черноземах в условиях интенсивного сельскохозяйственного использования в агроландшафтах Кубани // Совершенствование систем земледелия в различных агроландшафтах Краснодарского края / Под ред. Трубилина И. Т.

305. Штомпель Ю. А. Охрана почв и рекультивация земель Северо-Западного Предкавказья / Ю. А. Штомпель, Н. С. Котляров, В. И. Терпелец. — Краснодар: Сов. Кубань, 2000. — 208 с.

306. Шумаков Б. А. «Орошение в засушливой зоне европейской части СССР». — М. — 1969.

307. Щедрин В. И., Ильинская Н. Н. Изменчивость природного увлажнения территории Северного Кавказа. / Мелиорация и водное хозяйство. — Выпуск 5. — 2002.

308. Яковлев С. В., Калицун В. И. Механическая очистка сточных вод. — М.: Стройиздат. — 1972.

309. Янчковский Ю. Ф. Антропогенные изменения свойств почв равнинной части Краснодарского края, их оценка и пути оптимизации. / Ю. Ф. Янчковский // Труды. Почвенно-экологические проблемы земельного фонда Краснодарского края. — Краснодар. — 2005. — Вып. 373 (401). — С. 152–163.

310. Яромский В. Особенности состава и современные способы очистки сточных вод пищевых предприятий / В. Яромский // Теория и исследования. — Вып. 3 (36). — 2011.

311. Assad A. Expert systems / Microcomputer and Operation Research // Computers and Operation Research. — 1986. — v 13. — № 2–3. — p. 301–321

312. Bouwer H. Effect of irrigated agriculture on groundwater. / Journal of irrigation and drainage eng. — 1987 — № 1. — 231 p.

313. Christianses J. Irrigation water quality evolution / J. Christianses, E. Olsen, L. Willardson. // Journal of irrigation and drainage division. — 1977 — № 2 — 156 p.

314. Ehlers, W. Water Dynamics in Plant Production / W. Ehlers, M. Goss. — New York: CABI Publishing, Inc, 2003. — 273 p. — ISBN 0-851-996-94-9

315. Johnn. N. R. An introduction to system analysis with ecological application. — 1978. — 367 p.

316. McDermott J. H. Water sewage works / J. H. McDermott — 1976/ —v. 123. № 6, p. 49.

317. Nino Zinna. Вторичное использование сточных вод / Журнал «Сантехника» № 3/2006.

318. Rodda J.C. “Facets of hydrology”/ John iley & Sons. — 1976/ —p. 443.

319. Satterthwaite F. E. Random balance experimentation. — Technometrics. — № 2. — 1959. — p. 21–26.

320. Shen J. Incorporation of a subsurface tile drainage component into a soybean growth model / J. Shen, W. D. Batchelor, J. W. Jones // Transactions of the ASAE. — 1998. — Vol. 41. — № 5. — p. 1305–1314.

321. Stanier R. General microbiology / R. Stanier, M. Doudoroff, E. Adelberg. —2 ed. —L., 1963.

322. Wesseling I. Optimal depth of drainage / I. Wesseling, W. R. Van Wijk // Netherl. J. Agr. Sci. 2. — 1955. — p. 120–125.

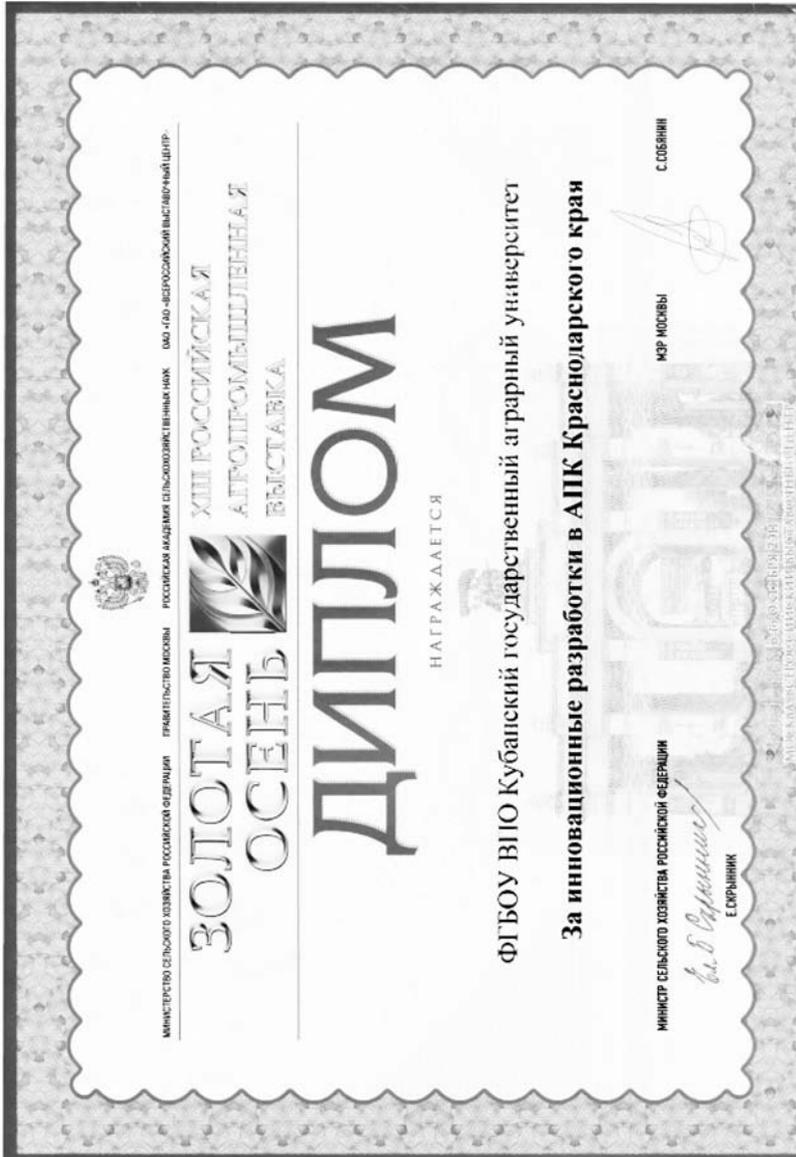
323. Yitayew, M. Hydraulic design of drainage pipes: simplified solution // Transactions of the ASAE. — 1998. — Vol. 41. — № 6. — p. 1707–1709.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ПРОБЛЕМА ОХРАНЫ АГРОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА АГРОЛАНДШАФТОВ	6
1.1 Проблема устойчивого развития агроландшафтов	6
1.2 Анализ техногенного изменения агроландшафтов	11
2 ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ОХРАНЫ АГРОЛАНДШАФТОВ ОТ ДЕГРАДАЦИЙ	18
2.1 Причины и факторы, обуславливающие подтопление агроландшафтов	18
2.1.1 Причины изменения мелиоративного состояния агроландшафтов Кубани	20
2.2 Анализ способов осушения подтопленных сельскохозяйственных земель	26
2.3 Анализ технологий по утилизации отходов переработки сырья предприятий АПК	32
2.4 Анализ технологических схем, режима орошения и пригодности оросительной воды для утилизации на ЗПО	43
3 ОБОСНОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МЕЛИОРАТИВНОГО КОМПЛЕКСА КАК СИСТЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АГРОЛАНДШАФТА	58

3.1	Сельскохозяйственный мелиоративный комплекс — система природного и техногенного компонента.	58
3.2	Обоснование адаптированных технологий повышения агресурсного потенциала агроландшафтов.	68
3.3	Обоснование адаптированной земельно-охранной системы	73
3.4	Обоснование модели рисков адаптированных технологий СМК	75
3.5	Обоснование ресурсной модели риска для охраны агроландшафтов от деградаций . .	89
3.6	Модель прогноза изменения водно-солевого режима АРП	92
4	АДАПТИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД КОНСЕРВНЫХ ЗАВОДОВ ДЛЯ ОХРАНЫ АГРОЛАНДШАФТОВ.	98
4.1	Обоснование технологии утилизации сточных вод консервных заводов АПК.	98
4.2	Локальные КОС для очистки производственных сточных вод и охраны агроландшафтов от загрязнений.	106
4.2.1	Принципиальная схема ЛКОС очистки производственных сточных вод для охраны агроландшафтов от загрязнений	109
4.2.2	Разработка технологических процессов для утилизации очищенных сточных вод на земельно-охранных полях орошения. .	111
4.3	Исследование показателей «оросительной воды» для полной утилизации на ЗПО.	122

4.4	Исследование адаптированной технологии полной утилизации очищенных сточных вод на ЗПО.	125
4.5	Комплекс мероприятий по охране агроландшафтов от загрязнений при утилизации оросительной воды	135
4.6	Риски и анализ степени загрязнения почв при утилизации производственных стоков на ЗПО.	141
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	146
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	149





МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОМО-ПАО «РОССИЙСКИЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР»

РОССИЙСКАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ НЕДЕЛЯ
ЗОЛОТАЯ ОСЕНЬ

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ СЕРЕБРЯНОЙ МЕДАЛЬЮ:

ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»

«За разработку технологии повышения агресурсного потенциала
сельскохозяйственных земель»

МИНИСТР СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В. Д. Курдюмов
Е. СЕРГИНИН



ВЕРСИЯ 2008



салон



**VI САРАТОВСКИЙ
САЛОН ИЗОБРЕТЕНИЙ,
ИННОВАЦИЙ И ИНВЕСТИЦИЙ**

ДИПЛОМ

II степени

*За проект «Технологический
комплекс очистных сооружений
консервных заводов»*

**ФГОУ ВПО «Кубанский
государственный аграрный
университет»**

Автор: Е.В. Кузнецов

Министр
промышленности и энергетики
Саратовской области
К.В. ГОРШЕНИН

Ректор
Саратовского государственного
аграрного университета
имени Н.И. Вавилова
Н.И. КУЗНЕЦОВ

СОГЛАСОВАНО

Проректор по НИР
ФГОУ ВПО «КубГАУ»



В.И. Нечаев
2010г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор
ООО «Кубанские консервы»



Дамьен Кошелин
2010г.

внедрения комплексных очистных сооружений
на заводе ООО «Кубанские консервы»

Заказчик ООО «Кубанские консервы» Тимашевского района
(наименование организации)
Дамьен Кошелин
(Ф.И.О. руководителя организации)

Настоящим актом подтверждается, что учеными кафедры гидравлики и сельскохозяйственного водоснабжения КубГАУ профессором Кузнецовым Е.В., доцентом Халкиди А.Е., магистрантом Шаповаловой О.В. разработаны и предложены комплексные очистные сооружения для очистки производственных, хозяйственно – бытовых и ливневых вод, которые построены и эксплуатируются на территории консервного завода ООО «Кубанские консервы» Тимашевского района Краснодарского края.

ООО «Кубанские консервы» Тимашевского района Краснодарского края
(наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

1. Вид внедрения результатов: Эксплуатация технологии очистки воды
(эксплуатация изделий, работ, технологий производства (изделий, работ, технологий))
2. Характеристика масштаба внедрения: Комплексные очистные сооружения позволяют очищать сточные воды с консервного завода: хозяйственные объемом 26м³/сут; ливневые - 135 л/с; производственные - 1400м³/сут.
3. Форма внедрения: Строительство комплексных очистных сооружений консервного завода.
4. Методика (метод): Сепарирование промышленных сточных вод.
5. Новизна результатов научной работы.

Принципиально новая технология

(списокские, принципиально новые, качественно новые, модификация, модернизация старых разработок)

6. Опытно – промышленная проверка: Разработка внедрена на консервном заводе ООО «Кубанские консервы» Тимашевского района Краснодарского края (2007-10г.г.). Повышает степень очистки сточных вод для повышения экологической безопасности окружающей среды.

7. Социальный и научно – технический эффект: Снижение техногенных загрязнений окружающей среды на территории консервного завода ООО «Кубанские консервы» и сельскохозяйственных земель бассейна р.Кирпили.

8. Экономический эффект от внедрения комплексных очистных сооружений утилизации промышленных сточных вод консервного завода на земельных полях орошения составил 1600 руб/га.

Исполнители:
от ФГОУ ВПО «КубГАУ»

профессор Кузнецов Е.В. _____

доцент Хаджили А.Е. _____

магистрант Шаповалова О.В. _____

от ООО «Кубанские консервы»
зам.директора по сельскому хозяйству Кадышев С.Л. _____

СОГЛАСОВАНО

Проректор по НИР
ФГОУ ВПО «КубГАУ»



В.И. Нечаев
2010г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор
ООО «Кубанские консервы»



Дамьен Кошелин
2010г.

АКТ

внедрения схемы утилизации промышленных сточных вод
на сельскохозяйственных полях орошения на площади 272га

Заказчик

ООО «Кубанские консервы» Тимашевского района

(наименование организации)

Дамьен Кошелин

(Ф.И.О. руководителя организации)

Настоящим актом подтверждается, что была разработана земледельно - ох-
ранная система и внедрена схема утилизации промышленных сточных вод
консервного завода ООО «Кубанские консервы» учеными кафедры гидрав-
лики и сельскохозяйственного водоснабжения КубГАУ профессором Кузне-
цовым Е.В., доцентом Хаджида А.Е., магистрантом Шаповаловой О.Е.

Используя схему утилизации промышленных сточных вод был выпол-
нен проект Земледельно-охранной системы на площади 272га в Тимашевском
районе Краснодарского края.

Земледельческие поля орошения ООО «Кубанские консервы» на площади
272га

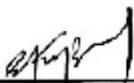
(наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

1. Вид внедрения результатов: Новая технология
(тип/уникальность изобретения, работы, технологии; производства (сплавов, работы, технологии))
2. Характеристика масштаба внедрения: Земледельческие поля орошения
площадью 272га.
3. Форма внедрения: Использование схемы утилизации промышленных
сточных вод на сельскохозяйственных полях орошения.
4. Методика (метод): Сепарирование промышленных сточных вод.
5. Новизна результатов научной работы: Принципиально новое.
(полностью, принципиально новое, известное новое, модификация, модернизация старых разработок)
6. Опытно – промышленная проверка схемы утилизации промышленных
сточных вод прошла на сельскохозяйственных полях орошения Тимашевского
района (2007-10гг.)
7. Социальный и научно – технический эффект: Повышение урожайности
кормовых культур при орошении сточными водами консервного завода.

8. Экономический эффект составил от внедрения схемы утилизации промышленных сточных вод на сельскохозяйственных полях орошения составил 1200 руб./га.

Исполнители:
от ФГОУ ВПО «КубГАУ»

профессор Кузнецов Е.В.



доцент Хаджиди А.Е.



магистрант Шаповалова О.В.



от ООО «Кубанские консервы»

зам.директора по сельскому хозяйству Кадышев С.Л.



СОГЛАСОВАНО
Проректор по НИР
ФГОУ ВПО «КубГАУ»



В.И. Печая
2010г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор
ООО «Кубанские консервы»



Дамьен Кошелли
2010г.

АКТ

внедрения земельно – охранной системы для сохранения агресурсного потенциала сельскохозяйственных полей орошения

Заказчик ООО «Кубанские консервы»
Тимашевского района Краснодарского края
(наименование организации)
Дамьен Кошелли
(Ф.И.О. руководителя организации)

Настоящим актом подтверждается, что комплексные очистные сооружения обеспечивают снижение концентрации загрязнений ниже нормативно допустимого сброса в окружающую среду путем внедрения земельно – охранной системы утилизации сточных вод на сельскохозяйственных полях при орошении кормовых культур.

Режим орошения очищенными сточными водами и их утилизация были обоснованы и разработаны в результате исследований профессора Кузнецова Е.В., доцента Хаджиди А.Е., магистранта Шаповаловой О.В., которые были использованы при строительстве очистных сооружений консервного завода ООО «Кубанские консервы» и для утилизации промышленных сточных вод на сельскохозяйственных полях орошения.

Земельные поля орошения ООО «Кубанские консервы» на площади 272га.

(наименование предприятия, где осуществилось внедрение)

1. Вид внедрения результатов: Эксплуатация новой технологии
(эксплуатация изделий, работы, технологии; производства (изделий, работы, технологии))
2. Характеристика масштаба внедрения: Земельно – охранная система внедрена на сельскохозяйственных полях орошения на площади 272га.
3. Форма внедрения: Снижение концентрации загрязнений ниже нормативно допустимого сброса в окружающую среду.
4. Методика (метод): Мониторинг окружающей среды
5. Новизна результатов научной работы: Принципиально новое
(инновационное, принципиально новое, качественно новое, модернизация, модернизация старых разработок)

6. Опытнo – промышленная проверка: Земельно – охранный система внедрена на сельскохозяйственных землях на площади 272га ООО «Кубанские консервы» Тимашевского района Краснодарского края (2007-10г.г.).

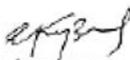
7. Социальный и научно – технический эффект: Социальный эффект достигается охраной сельскохозяйственных земель от деградации при соблюдении нормативов прошения кормовых культур. В осенне-зимний период очищенная вода идет на влагозарядковые поливы сельскохозяйственных полей орошения на площади 272га.

8. Экономический эффект от внедрения земельно-охранной системы на сельскохозяйственных полях орошения на площади 272га составил 1200руб/га.

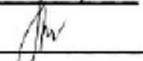
Исполнители:

от ФГОУ ВПО «КубГАУ»

профессор Кузнецов Е.В.



доцент Хаджида А.Е.



магистрант Шаповалова О.В.



от ООО «Кубанские консервы»

зам.директора по сельскому хозяйству Кадышев С.Л.



ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научное издание

Кузнецов Евгений Владимирович
Хаджиди Анна Евгеньевна

**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ
МЕЛИОРАТИВНЫЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
АГРОЛАНДШАФТОВ**

Монография

Авторская редакция

Подписано в печать 04.02.2014. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. — 11,7. Уч.-изд. л. — 10,5.
Тираж 500 экз. Заказ № 14042.

Издательство «ЭДВИ».
Россия, 350012, г. Краснодар, ул. Лукьяненко, 95/3,
тел./факс: (861) 222-01-02, 222-75-55, 220-12-56,
e-mail: info@edvi.ru