

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Департамент мелиорации**

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения  
и сельхозводоснабжения «Радуга»  
(ФГБНУ ВНИИ «Радуга»)**

**МЕТОДИКА  
ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ  
СИСТЕМ С УЧЕТОМ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ  
ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ, ВЕРОЯТНОСТНОГО  
ХАРАКТЕРА ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ  
УСЛОВИЙ, ХОЗЯЙСТВЕННЫХ, ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И  
СОЦИАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
МЕЛИОРИРУЕМЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
ЦЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ, СТЕПЕНИ ЭРОЗИИ,  
СТРУКТУРЫ ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ И  
УЩЕРБА ЗДОРОВЬЮ ЧЕЛОВЕКА**

Коломна 2015

**УДК 631.6, 626.8**

**Авторский коллектив:**

д-р экон. наук, профессор **В.Н. Краснощеков**,  
канд. экон. наук **Д.Г. Ольгаренко**

Под общей редакцией д-ра с.-х. наук, профессора **Г.В. Ольгаренко**  
(ФГБНУ ВНИИ «Радуга»)

**Методика оценки экономической эффективности мероприятий по реконструкции мелиоративных систем с учетом технического состояния гидромелиоративных объектов, вероятностного характера изменения природно-климатических условий, хозяйственных, экологических и социальных условий функционирования мелиорируемых агроландшафтов, экологической ценности природных экосистем, степени эрозии, структуры природных ландшафтов и ущерба здоровью человека:** научн. издание. – Коломна: ИП Воробьев О.М., 2015. – 116 с.

**ISBN 978-5-9906549-2-1**

Методика разработана по ГК № 1728а/20 МСХ РФ от 12.10.2014 г. и предназначена для использования Департаментом мелиорации, специалистами Минсельхоза России и Федеральными бюджетными государственными учреждениями по мелиорации, проектными, строительными и эксплуатационными организациями Российской Федерации для повышения качества работ и производительности труда, снижения себестоимости и сроков проведения работ по строительству, реконструкции и техническому перевооружению гидромелиоративных систем и ГТС в рамках выполнения Государственного задания, реализации федеральных и региональных целевых программ по мелиорации.

Рассмотрена и одобрена секцией мелиорации Научно-технического совета Минсельхоза России (протокол № 58 от 17 декабря 2014 г.).

**УДК 631.6, 626.8**

**ISBN 978-5-9906549-2-1**

© Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Методологические подходы к оценке эколого-экономической эффективности реконструкции мелиоративных систем .....	3
2. Методика оценки экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем .....	30
3. Оценка экономической эффективности мероприятий по реконструкции мелиоративных систем для 3 различных климатических зон Российской Федерации с учетом технического состояния гидромелиоративных объектов, вероятностного характера изменения природно-климатических условий, хозяйственных, экологических и социальных условий функционирования мелиорируемых агроландшафтов, экологической ценности природных экосистем, степени эрозии структуры природных ландшафтов и ущерба здоровью человека .....	85
Выводы .....	108
Список использованных источников .....	110

## **1. Методологические подходы к оценке эколого-экономической эффективности реконструкции мелиоративных систем**

Формирование стратегических направлений развития мелиорации сельскохозяйственных земель в нашей стране необходимо осуществлять на основе глубокого анализа состояния использования земельных, водных и других природных ресурсов, общей экологической обстановки ландшафтов, основных деграционных процессов природной среды, обобщения опыта и эффективности различных видов мелиорации с учетом соблюдения принципов устойчивого развития и природообустройства.

Результаты анализа данных государственного мониторинга земель за состоянием окружающей среды и многочисленных научных исследований показывают, что практически во всех субъектах Российской Федерации сохраняется тенденция к ухудшению состояния основных компонентов природной системы (приземного слоя атмосферы, почвы, растительного и животного мира, поверхностных и подземных вод и др.). В результате хозяйственной деятельности в сельском хозяйстве, зачастую, происходят существенные изменения свойств основных компонентов агроландшафта: степень открытости (потоки вещества и энергии) и целостность (направленность и интенсивность биологического и геологического круговоротов) ландшафта; его структура (распашка, вырубка лесов, застройка и др.) и функционирование (свойства и взаимосвязь биотических и абиотических компонентов агроландшафта), которые определяют экологическую устойчивость ландшафтов, состояние и развитие процессов деградации природной среды. В свою очередь, нарушение основных свойств природных ландшафтов сопровождалось и продолжает сопровождаться уменьшением биоразнообразия, изменением теплового, водного, биологического и геохимического балансов и условий почвообразования, нарушением экологического равновесия природных систем. Последствия этих изменений представляют большую угрозу для продовольственной и экологической безопасности России.

Природоразрушающий, ресурсоемкий тип развития сельского хозяйства требует пересмотра сложившейся в теории и на практике техногенной концепции развития этой отрасли. Необходим переход к устойчивому развитию аграрного сектора. Реализация стратегии улучшения состояния всех компонентов природной среды, воспроизводства возобновляемых природных ресурсов и устойчивого развития сельского хозяйства невозможна без осуществления комплекса мелиоративных мероприятий, включая гидротехнические мелиорации, широкого внедрения ресурсосберегающих технологий и новых систем земледелия, основанных на гармоничном сочетании интересов общества и законов развития природы. Особая роль в решении указанных выше задач отводится реконструкции мелиоративных систем, о чем свидетельствуют и данные табл. 1.1.

**Таблица 1.1 – Потребность в проведении реконструкции мелиоративных систем, тыс. га**

№ п/п	Федеральные округа	Общая площадь орошаемых земель	в том числе площадь, на которой требуется проведение реконструкции	Общая площадь осушаемых земель	в том числе площадь, на которой требуется проведение реконструкции (восстановление)
1.	Центральный	480,7	352,5	1395,6	366,0
2.	Южный	1076,5	559,8	54,6	14,5
3.	Северо-Кавказский	1049,7	629,7	18,1	4,8
4.	Приволжский	891,2	453,4	431,9	113,0
5.	Уральский	144,8	72,4	151,1	50,1
6.	Сибирский	500,3	228,5	228,1	84,0
7.	Дальневосточный	122,8	66,3	661,4	221,9
8.	Северо-Западный	18,6	10,8	1847,6	378,3
9.	Россия	4284,7	2294,2	4788,4	1232,1

Результаты анализа данных государственного мониторинга за техническим состоянием мелиоративных систем свидетельствуют о том, что свыше половины оросительных систем (2294,2 тыс. га) и чуть больше четверти осушительных систем (1232,1 тыс. га) нуждаются в проведении работ по реконструкции и техническому перевооружению в целях повышения безопасной их эксплуатации, улучшения состояния мелиорируемых земель и повышения их продуктивности.

В настоящее время реконструкция гидромелиоративных систем выполняется не более чем на 10 % от необходимого объема (за период реализации федеральной целевой программы «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 годы и на период до 2013 года» реконструкция мелиоративных систем проведена на площади 395 тыс. га, в т.ч. оросительных систем на площади 254,47 тыс. га, осушительных систем на площади 140,1 тыс. га).

Надо сказать, что проведение реконструкции мелиоративных систем в настоящее время сдерживается не только отсутствием финансовых ресурсов, но и несовершенной нормативно-методической базой в области мелиорации. В частности отсутствуют единые подходы к обоснованию экономической эффективности реконструкции мелиоративных систем. Объектом реконструкции, как правило, является техническая часть мелиоративной системы, включающая оросительные и осушительные системы и сооружения, а мелиорируемые земли, как природный объект и как природный ресурс (как природный объект представляют собой совокупность природных экосистем, а как природный ресурс – ряд взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов - приземный слой атмосферы, растительный и животный мир, почва, поверхностные и подземные водные ресурсы [1]), не рассматриваются. Такой подход к оценке эффективности реконструкции мелиоративных систем не отвечает действующему законодательству в области земельных и водных отношений [2 - 5, 40, 41], основанному на требованиях комплексного

решения экологических, социальных и экономических проблем, включающих:

- учет земли как основы жизни и осуществления хозяйственной и иной деятельности человека;

- приоритет охраны земли как важнейшего компонента природной среды и средства производства перед использованием, которое не должно нанести ущерб окружающей среде;

- приоритет охраны жизни и здоровья человека (например, при осуществлении мелиоративного инвестиционного проекта комплекс мероприятий должен быть направлен на предотвращение негативного воздействия на природную среду и на обеспечение сохранения жизни и здоровья человека, даже если комплекс мероприятий потребует больших затрат);

- рассмотрение земли как природного объекта и природного ресурса. Как природный объект земля представляет собой совокупность экосистем, осуществляющих функции регулирования средообразующих факторов и качества природной среды в целом (биоразнообразие, климат, качество воздуха и воды, плодородие почвы, производство биомассы). Как природный ресурс земля является одним из основных компонентов природной среды и средством производства, предоставляет человеку материальные услуги и обеспечивает человека материальными благами (продовольствие, сырье, топливо, генетические ресурсы дикой природы, чистая вода, воздух и др.);

- рассмотрение природопользования как сложной системы, в которой действуют биологические механизмы, регулирующие как состояние природной среды, так и жизнедеятельность человека;

- существование пороговых значений антропогенной нагрузки на природную среду, при превышении которых происходит необратимая деградация земли как природного объекта и природного ресурса.

И не обеспечивает комплексного решения проблем экологической, продовольственной безопасности и повышения качества жизни населения и требует дальнейшего развития. На это указывает и многолетний опыт орошения и

осушения земель: действующие нормативы оросительных норм сельскохозяйственных культур существенно завышены и не обеспечивают регулирование влажности корнеобитаемого слоя почвы в требуемых (оптимальных) пределах; существующие режим орошения и техника полива не обеспечивают рационального использования водных ресурсов (потери оросительной воды в зависимости от природно-климатической зоны и уровня грунтовых вод составляют 30...100%) и получения проектной урожайности сельскохозяйственных культур (фактическая продуктивность сельскохозяйственных культур не превышает 64% от потенциальной урожайности); интенсивный промывной режим приводит к сработке запасов гумуса, изменению кислотно-щелочного режима почв, снижению эффективности использования минеральных удобрений и снижению плодородия почв; коэффициент полезного использования воды на полях в автоморфных условиях не превышает 45...70%, а коэффициент полезного действия систем на большей площади орошения не превышает 40...60 %.

Основное требование реконструкции мелиоративных систем должно сводиться к обеспечению неразрывной связи высокопродуктивного хозяйственного использования мелиорируемой территории с соблюдением экологических ограничений. Достижение этого условия возможно только в том случае, если мелиоративная система после реконструкции будет способствовать: улучшению состояния всех компонентов природной среды (приземного слоя атмосферы, почвы, растительного и животного мира поверхностных и грунтовых вод и др.); охране, воспроизводству и рациональному использованию природных ресурсов; сохранению и воспроизводству плодородия почв и предотвращению деграционных процессов, таких как: эрозия, подкисление, засоление, заболачивание, дефицит элементов минерального питания, опустынивание земель и др.; ограничению воздействия на природную среду исходя из условий сохранения экологической безопасности, целостности и функционирования ландшафтов; регулированию биологического (изменение общих запасов органического вещества и химических элементов, содержа-



щихся в растительности и почвах агроландшафта) и геологического (изменение содержания химических элементов и органики в ежегодном опаде растительности с учетом поступления химических веществ с техногенными выбросами загрязняющих веществ в атмосферу и сбросами их в водные объекты) круговоротов воды, органических и химических веществ, предупреждению загрязнения водных ресурсов; обеспечению экологической устойчивости ландшафтов, увеличению продуктивности и обеспечению стабильности сельскохозяйственного производства.

При проведении реконструкции мелиоративных систем необходимо помнить о том, что цель комплексных мелиораций сельскохозяйственных земель заключается в расширенном воспроизводстве плодородия почвы, получении оптимального урожая определенных сельскохозяйственных культур при экономном расходовании всех видов ресурсов, недопущении или компенсации ущерба природным системам и другим землепользователям. Обеспечение функций технической части мелиоративных систем (мелиоративные системы включают две взаимосвязанные части – техническую и природную [6] в соответствии с требованиями природной среды требует и изменения цели реконструкции мелиоративных систем. Целью реконструкции мелиоративных систем является не получение максимальной материальной выгоды (например, максимальной урожайности сельскохозяйственных культур), а устранение ошибок, допущенных на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации ранее построенных систем (например, проектирование мелиоративных систем на год 95 и 75% обеспеченности орошения без экономического обоснования этого показателя, что привело в последствии к неэффективному использованию водных и земельных ресурсов и развитию негативных процессов), снижение техногенной нагрузки на природную среду, сохранение (восстановление) природных экосистем и биоразнообразия, увеличение продуктивности сельскохозяйственных угодий за счет согласования свойств природных систем с планами хозяйственной деятельности, воспроизводства природных ресурсов, повышения потребительской стоимости и

экологической устойчивости природно-хозяйственных систем. Достижение цели реконструкции систем возможно только при выполнении определенного целостного набора требований, которым должна удовлетворять система мелиоративных мероприятий. Этот набор требований назван мелиоративным режимом [7]. Применительно к сельскохозяйственным землям мелиоративный режим - это совокупность требований к управляемым факторам почвообразования, росту растений и воздействию на окружающую среду, которые должна обеспечить система мелиоративных мероприятий для достижения поставленной цели. Выбор показателей мелиоративного режима представляет собой сложную задачу и требует глубокого обобщения результатов многолетних исследований в различных природных зонах. Набор показателей зависит от вида мелиораций. Применительно к гидротехническим мелиорациям сельскохозяйственных земель набор показателей может быть следующим: допустимые пределы регулирования влажности корнеобитаемого слоя почвы; периоды и сроки затопления поверхности земли; пределы глубин грунтовых вод; направление и величина влагообмена между корнеобитаемым слоем почвы и подстилающим его слоем или грунтовыми водами; допустимое содержание токсичных солей в почвенном растворе, состав и количество поглощенных оснований, рН почвенного раствора; допустимые количество и качество дренажных вод, сбрасываемых в поверхностные водотоки или водоемы; требуемая динамика запасов гумуса и питательных веществ в почве; предельное значение общей минерализации поливной воды, соотношения в ней ионов натрия и кальция и ее рН. Количественные значения того или иного показателя устанавливаются применительно к каждой мелиорируемой территории, исходя из имеющегося опыта и выполнения специальных экономических расчетов с учетом возможного неодинакового воздействия на растение, почву, сооружения, окружающую среду.

Такая постановка вопроса указывает на то, что при обосновании экономической эффективности реконструкции мелиоративных систем необходимо рассматривать агроландшафт как единую природную систему, состоя-

щую из ряда взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов (природных - приземного слоя атмосферы, почвы, растительного и животного мира, поверхностных и подземных вод и деятельностных), развивающихся как единое целое. Использование принципа целостности при реконструкции систем позволяет объективно учесть особенности территории, где проводится реконструкция мелиоративных систем и обустройство агроландшафта, наиболее полно учесть все связи между компонентами природной и деятельностной среды, их взаимодействие и роль обустраиваемой территории в функционировании агроландшафта.

В противном случае (при покомпонентном подходе) из поля зрения выпадают основные свойства агроландшафтов и изменение их состояния в процессе реконструкции мелиоративных систем (открытость, структура, целостность, функционирование и др.), а, следовательно, и причинно-следственные связи (причина – процесс – следствие). В связи с этим планируемые мелиоративные мероприятия при реконструкции мелиоративных систем направляются не на ликвидацию причин, а на борьбу со следствиями, что способствует, во многих случаях, только ухудшению экологической ситуации в сельском хозяйстве [8].

Неверная трактовка объекта при реконструкции мелиоративных систем (рассмотрение только технической части мелиоративной системы) не позволяет оценить реальную величину экстерналий (внешних эффектов и ущербов), так как мелиорация земель сельскохозяйственного назначения, как сильный природообразующий фактор:

- оказывает существенное влияние на отдельные компоненты природной среды и на природную среду в целом [9];
- приводит к изменению состояния основных компонентов природной среды и, как следствие, к негативным экологическим последствиям (в результате воздействия человека на природную среду между хозяйственной деятельностью – мелиорацией земель и природными системами неизбежно возникают противоречия).

В связи с этим в качестве объекта реконструкции должны выступать мелиоративные системы, включающие оросительные и осушительные системы, сооружения и мелиорируемые земли. Уточнение понятия «объект реконструкции мелиоративных систем» указывает на необходимость комплексной экологической и социально-экономической оценки воздействия реконструкции мелиоративных систем на окружающую среду. Снижение негативной нагрузки на основные компоненты агроландшафта при реконструкции мелиоративных систем должно происходить за счет повышения технического уровня оросительных и осушительных систем, совершенствования техники полива, уменьшения непроизводительных потерь воды в системах и на полях, регулирования водно-солевого и химического режимов и плодородия почв.

Современное законодательство Российской Федерации, требования которого определяют политику государства в области природопользования, предусматривает осуществление хозяйственной деятельности, при которой «отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений» [2, 4, 5, 40, 41]. Необходимо отметить, что в действующем законодательстве Российской Федерации в области природопользования основным объектом технического регулирования определена именно земля, как природный ресурс и основа жизни и деятельности человека. Таким образом, основная цель мелиорации земель – обеспечение эффективного государственного управления состоянием и использованием земель за счет регулирования природных процессов [10, 11]. Отсюда логически вытекают и основные принципы реконструкции существующих оросительных и осушительных систем, состояние которых не отвечает современным требованиям:

1. Изменение существующей концепции мелиорации земель сельскохозяйственного назначения, переход от «коренного» улучшения природных

условий к управлению природными процессами, обеспечивающему улучшение окружающей среды, предотвращение деградационных процессов, сохранение целостности, функционирования и экологической устойчивости агроландшафта и ландшафта в целом, повышение продуктивности сельскохозяйственного производства.

2. Объектами реконструкции являются мелиоративные системы, включающие оросительные и осушительные системы и сооружения, а также мелиорируемые земли.

3. Реконструкция оросительных и осушительных систем должна включать:

- снижение техногенной нагрузки на природную среду, исходя из требований экологической и пожарной безопасности и улучшения окружающей среды за счет повышения технического уровня оросительных и осушительных систем, совершенствования техники полива, уменьшения непроизводительных потерь воды в системах и на полях, регулирования водно-солевого и химического режимов и плодородия почв;

- приведение техники и технологии орошения и осушения земель в соответствие с требованиями современного законодательства Российской Федерации и мировых стандартов;

- реконструкция выполняется с учетом технического состояния систем, почвенных, гидрогеологических, геохимических, организационно-хозяйственных и экономических условий.

4. При реконструкции мелиоративных систем особое внимание должно уделяться вопросам обустройства агроландшафтов и совершенствованию системы использования мелиорируемых сельскохозяйственных земель. Комплексное обустройство земель должно включать [11]:

- обустройство ландшафтов и совершенствование системы использования земельных ресурсов. На функционирование ландшафтов наиболее существенно влияет трансформация земельных угодий (вырубка лесов, распашка лугов). Нахождение оптимального сочетания угодий – сложная комплексная

задача, ее решение должно основываться на количественном описании взаимосвязанных природных процессов, антропогенных воздействий и оптимизироваться с учетом социально-экономических и природосохраняющих показателей;

- экологическую инфраструктуру (экологический каркас территории), представляющую собой совокупность природосохраняющих природных и антропогенных элементов, повышающих биотическую и абиотическую устойчивость ландшафта, улучшающих качество окружающей среды;

- природосберегающее земледелие, включающее комплекс взаимосвязанных агротехнических, почвозащитных, мелиоративных, организационно-экономических мероприятий, направленных на эффективное использование земли и агроклиматических ресурсов, повышение эффективности использования ресурсов естественного увлажнения, повышение плодородия почвы, защиту ее от эрозии, повышение экологической стабильности водосбора в целом;

- мелиорацию и рекультивацию земель (совместное применение агро-мелиоративных, агролесомелиоративных, культуртехнических мероприятий, гидротехнических мелиораций, раскисления, рассоления, рассолонцевания, улучшения теплового режима почв и микроклимата, улучшения физико-механических свойств почв), обеспечивающих восстановление нарушенных энергетического и водного балансов (за счет обоснования рационального использования агроценозов, снижения поверхностного стока и регулирования влагообмена между почвенными и грунтовыми водами, оптимизации мелиоративных режимов, снижения интенсивности водной эрозии и загрязнения водных объектов), балансов органического вещества и химических элементов (за счет повышения продуктивности сельскохозяйственных земель и возврата органического вещества в почву) и увеличение биологического разнообразия агроландшафтов;

- утилизацию дренажных и сточных вод на водосборе;

- комплексное регулирование факторов роста и развития растений;

- инженерно-экологические системы, обеспечивающие первичную очистку загрязненных земель, восстановление рельефа и почвенного покрова, а затем – локализацию очагов загрязнения, эксплуатацию инженерных сооружений (скважин, дренажей, насосных станций, увлажнительных систем и пр.), обеспечивающих доочистку земель, развитие биоты, реабилитацию сельскохозяйственных земель.

5. Реконструкция оросительных и осушительных систем и обустройство мелиорируемых земель должны выполняться комплексно, как в смысле совместного применения, так и в смысле применения их на всей площади мелиоративных систем. Как показывают результаты исследований [1, 8, 10, 14, 23 и др.], реализация стратегии улучшения состояния всех компонентов природной среды, воспроизводства возобновляемых природных ресурсов и устойчивого развития сельского хозяйства невозможна без совершенствования структуры использования агроландшафтов, осуществления комплекса мелиоративных мероприятий (комплексных мелиораций) и широкого внедрения ресурсосберегающих технологий и новых систем земледелия, основанных на гармоничном сочетании интересов общества и законов развития природы. Только их совместное применение при реконструкции мелиоративных систем будет способствовать предотвращению деградационных почвенных процессов, увеличению экономического плодородия почв и эффективности сельскохозяйственного производства, а также снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду, увеличению биоразнообразия и улучшению экологического состояния агроландшафта и ландшафта в целом.

6. Оценка эффективности реконструкции оросительных и осушительных систем и обустройства мелиорируемых земель выбирается на основании эколого-экономических расчетов, учитывающих техническое состояние мелиоративных систем, социально-экономические и экологические эффекты и ущербы.

Переход на современную концепцию мелиорации земель, основной целью которой является сохранение биоразнообразия и ценности экосистемных

услуг, указывает на необходимость глубокой проработки вопросов регулирования биоразнообразия, улучшения состояния экосистем и качества экосистемных услуг при оценке эффективности реконструкции мелиоративных систем. При этом ущерб природной среде (эффект) должен оцениваться с учетом экологической ценности природных ресурсов и потерь качества экосистемных услуг [10, 12 – 15 и др.]. Надо сказать, что оценка общей экономической ценности природных систем сопряжена с большими сложностями, которые связаны с отсутствием единого методического подхода к оценке стоимости природных ресурсов и услуг и однозначного определения «экологические услуги», а также невозможностью использования существующих моделей для описания динамики сложных неравновесных природных систем [1, 16 – 20 и др.]. В связи с этим при оценке эколого-экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем будем исходить из того, что общая экономическая ценность природных систем формируется из рыночной стоимости природных ресурсов и стоимостной оценки выполняемых ими экологических услуг и функций. В качестве рыночной стоимости природных ресурсов может выступить кадастровая стоимость земель сельскохозяйственного назначения с учетом относительной экологической значимости отдельных видов сельскохозяйственных угодий [1, 21].

Для оценки экологической ценности природных экосистем используется метод замещения, суть которого заключается в создании искусственных аналогов, заменяющих функции природных экосистем (чистые воздух и вода, производство кислорода и др.). При этом необходимо отметить, что стоимость аналога не является суммой ущербов отдельным компонентам системы, так как она включает не только замещение нарушенных функций, но и создание механизмов, обеспечивающих нормальное функционирование природной экосистемы в целом [1].

Комплексное регулирование процесса природопользования, включая и оценку экологической ценности природных экосистем, при реконструкции мелиоративных систем невозможно провести без глубокого анализа характе-



ра и масштабов возможных изменений состояния основных компонентов агроландшафта в процессе хозяйственной деятельности (мелиорации земель). Все это указывает на необходимость разработки системы интегральных показателей (согласно мировой терминологии - индикаторов устойчивого развития), без которых невозможны успех мелиорации земель и природоохранной деятельности, достоверность оценок экологического состояния компонентов агроландшафтов, эффективность и своевременность принятия управленческих решений, а также их реализация на оптимальном уровне. Необходимость разработки системы интегральных показателей обусловлена и требованиями экологической доктрины и современным законодательством Российской Федерации, которые, как было отмечено выше, направлены на защиту здоровья и жизни граждан, имущества физических и юридических лиц, государственного и муниципального имущества, охрану природной среды, жизни и здоровья животных и растений.

С помощью интегральных показателей можно:

- описать состояние основных компонентов природной системы по схеме «компонент – состояние – воздействие – отклик (изменение состояния в результате реконструкции систем)»;

- обосновать комплекс мелиоративных мероприятий по обеспечению эффективного использования природных ресурсов после реконструкции мелиоративных объектов;

- прогнозировать величину эффекта от планируемых мероприятий при реконструкции гидромелиоративных систем.

В настоящее время для оценки состояния мелиоративных систем (согласно мелиоративного кадастра) используется следующая система показателей: площади орошаемых и осушаемых земель; распределение площадей по глубинам и минерализации грунтовых вод; минерализация поливных вод; площади засоленных и осолонцованных почв; протяженность и состояние оросительной и коллекторно-дренажной сетей; общая характеристика мелио-

ративного состояния - хорошее, удовлетворительное и неудовлетворительное.

Существующая же система показателей не позволяет выявить причины изменения состояния мелиоративных систем и основных компонентов агроландшафта (приземного слоя атмосферы, почвы, растительного и животного мира, поверхностных и подземных вод и др.), а также оценить эффективность использования водных и земельных ресурсов в сельском хозяйстве. Для объективной оценки изменения состояния мелиоративных систем необходимо дополнить существующую систему показателей следующими данными: общий водозабор; оросительные нормы нетто; коэффициент полезного действия системы каналов и техники полива; водный баланс; эффективность использования водных и земельных ресурсов; объем и минерализация дренажного стока; изменение плодородия почв; урожайность сельскохозяйственных культур и др. Ретроспективный анализ состояния природных и культурных ландшафтов и долгосрочный прогноз ожидаемых последствий воздействия на них различных мелиоративных мероприятий проводится с помощью следующих интегральных показателей: «индекса сухости» (оценка изменения состояния приземного слоя атмосферного воздуха); «индекса почвы» (оценка изменения состояния почвы); общих запасов биомассы и биоразнообразия, ежегодного прироста биомассы, возврата биомассы в почву (опада) и отношения ежегодного прироста биомассы к опад, зависящих от гидротермического режима, системы земледелия и применяемых видов мелиораций (оценка изменения состояния растительного и животного мира); нормы водопотребления, режима и качества вод, которые определяются интенсивностью поверхностного стока, интенсивностью и направленностью водообмена между почвами и грунтовыми водами и поступлением загрязненных веществ с сельскохозяйственных угодий (оценка изменения состояния поверхностных и подземных вод); структурой использования земельных угодий (соотношение площади пахотных земель к общей площади рассматриваемой территории); экологической устойчивостью ландшафта (оценка

изменения состояния ландшафта в целом) (подробно о них будет сказано в следующем разделе отчета).

Высокой экономической эффективности реконструкции мелиоративных систем невозможно достичь без широкого развития адаптивно-ландшафтных систем земледелия, которые должны обеспечить получение экономически обусловленной продуктивности в соответствии с общественными потребностями, природными и производственными ресурсами при определенном способе производства, предполагающем наряду с получением качественной продукции предотвращение деградации и загрязнения природной среды и воспроизводство почвенного плодородия. Именно совместное применение мелиорации земель и адаптивно-ландшафтных систем земледелия позволит обеспечить достижения объективно возможного агроэкологического компромисса между реально существующим ресурсным потенциалом природного ландшафта и желаемыми (социально и экономически обусловленными) масштабами и технологиями сельскохозяйственного производства на мелиорируемых землях, а, следовательно, будет способствовать решению основных экологических проблем в сельском хозяйстве - снижению техногенной нагрузки на природные системы и экологического ущерба природной среде, улучшению здоровья населения и социально-экономических условий сельских территорий. При этом необходимо отметить, что система адаптивно-ландшафтного земледелия должна создаваться в пределах одного агроландшафта, т.е. в условиях природно-территориального комплекса с определенными климатическими, почвенными, гидрологическими условиями, направлением сельскохозяйственного производства, структурой сельскохозяйственного использования угодий, технологиями возделывания сельскохозяйственных культур. В основе адаптивно-ландшафтной системы земледелия должны лежать экологически безопасные способы обработки почв и повышения плодородия, оптимальная организация агроландшафтов, максимальное использование адаптивного и генетического потенциала растений [22].

Экономическое содержание категории «адаптивно-ландшафтная система земледелия» заключается в обеспечении диалектического единства решения проблем повышения уровня и качества жизни населения на рассматриваемых территориях, воспроизводства возобновляемых природных ресурсов и создания культурных ландшафтов, гарантирующих экологическую устойчивость природных систем и экономическую эффективность сельскохозяйственного производства [23]. Такой подход к созданию устойчивого и высокопродуктивного землепользования на мелиорируемых землях отличается от сложившейся практики потребительского использования сельскохозяйственных земель, что было обусловлено целым комплексом объективных и субъективных, исторических и социально-экономических причин и привело к деградации базовых компонентов агроландшафта, сельского хозяйства и окружающей среды.

В основу экологической политики обоснования эффективности реконструкции мелиоративных систем должны быть положены принципы рационального природопользования и природообустройства, которые ориентируют мелиорацию земель на постоянное улучшение качества среды, экономное расходование всех ресурсов при ее реализации, недопущение или компенсацию ущерба другим землепользователям и природе как таковой [11, 22]:

- принцип целостности природных объектов, подвергающихся обустройству или использованию. Суть принципа состоит в том, что объектом природопользования и природообустройства должен быть не отдельный ресурс или компонент природы (поверхностные или подземные воды, почва, растение) и не произвольно выбранная территория (поле севооборота, земли отдельного хозяйства), а, геосистема, занятая переустраиваемыми землями, включающая взаимообусловленный набор компонентов природы, развивающихся как единое целое и имеющая естественные границы. Такой подход (ландшафтный подход) позволяет объективно вычленять территорию, где осуществляется ресурсопользование и проводится обустройство, наиболее полно учесть все связи между компонентами природы, их взаимовлияние и

прогнозировать эколого-экономические последствия осуществления комплекса мелиоративных мероприятий при реконструкции мелиоративных систем;

- принцип сбалансированности хозяйственной деятельности на обустроенной территории с ресурсными и экологическими возможностями природных систем. Например, выращивание сельскохозяйственных культур, наиболее соответствующих местным климатическим ресурсам, применение соответствующих систем земледелия, использование технологий природопользования, наиболее органично вписывающихся в функционирование природных систем. Этим достигается меньшее вмешательство в природу и экономное пользование ресурсов;

- принцип природных аналогий, т.е. применение направлений и технологий ресурсопользования и мелиорации, которые по возможности воспроизводят естественные процессы функционирования компонентов природы. Например, если черноземные почвы исторически сформировались при увлажнении ливневыми дождями, то и полив их должен быть в виде искусственного дождя. Этот принцип созвучен с правилом «мягкого» управления природой в противовес «жесткому». Выполняя этот принцип, можно добиться экосовместимости техники и технологий с природой, наносящих минимальный эколого-экономический ущерб окружающей среде;

- принцип необходимого разнообразия: измененная природная система, создаваемая человеком при ресурсопользовании, должна быть по возможности максимально разнообразна по своему составу (севообороты, сохранение естественных биогеоценозов на части площади, достаточная экологическая инфраструктура и т.д.). Это подтверждается «правилом монокультуры» Ю. Одума, согласно которому созданные человеком монокультуры неустойчивы по своей природе. Управляющая техногенная система тогда может успешно справиться со своей функцией, когда она будет устроена также разнообразно, как и управляемая природная система. Например, гидромелиоративная система, созданная человеком для управления водным режимом почвы, должна

быть настолько разнообразна, насколько разнообразны условия формирования водного режима в разных частях конкретной геосистемы (разные типы водного питания при осушении, разная потребность в орошении). Этот принцип обосновывает, в частности, необходимость применения комплексных мелиораций, т.е. одновременного регулирования нескольких факторов, формирующих плодородие почвы и продуктивность возделываемых растений, а также сочетания разных приемов мелиорации на разных частях переустраиваемой территории;

- принцип адекватности воздействий: управление природными системами должно строиться на основе прямых и обратных связей, т.е. техногенные системы должны оборудоваться средствами получения и обработки информации о состоянии природных систем (о развитии культивируемых растений, состоянии почвы, ее влажности, количестве доступных элементов питания; об осадках, испарении, притоке воды к водохранилищу, о водозаборе – при регулировании стока и т.п.), а также блоками по выработке управляющих сигналов и их реализации в зависимости от меняющейся во времени ситуации, это очень важно для управления природными процессами, происходящими при сильной изменчивости и слабой предсказуемости погодных условий;

- принцип гармонизации круговоротов: нахождение наилучшего сочетания антропогенного и природного круговоротов веществ и энергии. Человек, вмешиваясь в природные процессы, изменяет естественные и создает новые круговороты. Например, природа часто выводит из геохимического круговорота токсичные вещества, соли, "захоранивает" их в глубоких пластах или в полузамкнутых геологических образованиях, человек, интенсифицируя круговорот воды орошением и дренажем, "распечатывает" эти склады, что может приводить к засолению почв, загрязнению речных вод и нанесению эколого-экономического ущерба природной среде. В связи с этим возникает необходимость в обосновании оптимального соотношения между этими двумя видами круговоротов вещества и энергии;

- принцип предсказуемости (принцип опережающего отражения): мелиорация земель должна опираться на достоверные количественные долгосрочные прогнозы изменения как функционирования природных систем под действием управляющих воздействий, так и на прогнозы изменения экономической и социальной обстановки. Этому соответствует принцип «обманчивого благополучия», когда первые успехи от преобразования природы могут в последующем измениться на неблагоприятные, для объективной оценки мероприятий нужны годы;

- принцип одновременной эффективности и безопасности (не навреди!): Природопользование и природообустройство не должны наносить вреда человеку, биоте и окружающей среде, в противном случае негативные последствия должны быть компенсированы или устранены (использование экономических принципов «загрязнитель платит» и «потребитель платит»). Безопасности природопользования и природообустройства можно достичь, соблюдая меру преобразования природных систем (Н.Ф. Реймерс), а именно: устанавливая допустимую распашку земель, площадь орошения, степень осушения, химическую нагрузку на природу, площадь затопления при строительстве крупных водохранилищ и т.п.;

- принцип комплексности мелиорации и природопользования: гораздо эффективней всестороннее использование природного объекта, всех его полезностей (например, рек – для водоснабжения, энергетики, судоходства, рыбозаведения, отдыха, приема очищенных сточных вод), применение комплексных мелиораций (о чем было сказано выше). Помимо этого многие природные объекты выполняют несколько разных функций: социально-экономические, экологические, природоохранные. Поэтому комплексность мелиорации заключается и в одновременной поддержке различных функций. Например, главным объектом мелиорации и рекультивации сельскохозяйственных земель является почва. Для человека она важна своим плодородием, это её важная социально-экономическая функция. Одновременно почва выполняет ряд важнейших экологических функций: обладает защитными

природоохранными свойствами, т.е. способна задерживать, связывать, разрушать вредные вещества, предохраняя другие компоненты природы от загрязнения, она качественно и количественно регулирует питание подземных вод, активно формирует поверхностный сток, оптимизируя соотношение поверхностного и подземного стока.

- принцип нравственности: безопасность мелиорации и землепользования с первого взгляда можно обеспечить соответствующими правилами, юридическими нормами (кодексами, законами, штрафами, поощрениями), но этого недостаточно, особенно в сфере воспитания, образования. Все больше ученых считают, что таким критерием самоконтроля деятельности человека может быть нравственность - один из самых важных факторов личной жизни, общественного развития и исторического прогресса. Она заключается в добровольном самодеятельном согласовании чувств, стремлений и действий членов общества с чувствами, стремлениями и действиями сограждан, их интересами и достоинством, с «интересами и достоинством» всего биотического сообщества в целом, а также с косной природой в целом. По Канту нравственность - чувство некоторой ощущаемой зависимости частной воли от общей воли. Принцип нравственности можно сформулировать, как внутреннюю установку человека делать добро и не делать зла для природы в целом. В соответствии с этим нравственную мелиорацию можно рассматривать, как систему взаимоотношений человека и природы, при осуществлении которой человеку не бывает стыдно за свои действия;

- принцип интеграции знаний: мелиорация должна иметь свою собственную научную базу, которая использует знания наук о природе, социально-экономических наук и прикладных наук, обосновывающих инженерно-технические мероприятия, вместе с тем мелиорация, синтезируя знания других наук, создает свои собственные знания, стимулирует развитие новых прикладных наук: мелиоративная география, мелиоративная гидрология, мелиоративная гидрогеология, мелиоративное почвоведение, мелиоративное земледелие.



Главным средством реализации экологической политики является надлежащее научное обоснование эффективности осуществления приемов мелиорации сельскохозяйственных земель. Поэтому, перечисленные выше принципы природопользования и природообустройства должны учитываться при разработке методологии и методики оценки экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем.

Мелиорация сельскохозяйственных земель является сложной, ресурсо- и энергоемкой и экологически опасной деятельностью. При оценке экономической эффективности ее применения необходимо привлечение всех накопленных человеком знаний о природных процессах и использование современных методологических подходов [11, 22]:

- исторический подход, заключающийся в анализе опыта мелиорации в предшествующие годы, в оценке применявшихся методов и способов с учетом конкретной общественно-экономической ситуации, в выявлении достижений и ошибок, во избежание их повторения. Накопленный опыт и результаты исследований показали, что при развитии мелиорации в России были объективно допущены просчеты из-за отсутствия учета природных связей, ухудшения экологической обстановки и других причин. Например, долгое время целью мелиорации сельскохозяйственных земель являлось получение высокого урожая без должного учета изменения плодородия земель. Накопленный исторический опыт и результаты исследований показали ограниченность такого подхода и необходимость учета природных связей между всеми компонентами среды, изменения состояния основных компонентов ландшафта и экологической обстановки рассматриваемой территории при проведении мелиорации сельскохозяйственных земель, в том числе и при реконструкции мелиоративных объектов. Исторический подход доказывает правильность смены парадигмы по отношению к природе: от неограниченной эксплуатации природы и ее безграничного преобразования следует переходить к экономии природных ресурсов и весьма осторожному изменению природной среды жизни. Применительно к мелиорации сельскохозяйственных земель

это утверждение можно сформулировать, как переход от проведения мелиорации отдельных сельскохозяйственных земель к комплексным мелиорациям больших однородных генетических территорий –агрolandшафтов;

- системный подход, включающий социоприродный, геосистемный или ландшафтный подходы и заключающийся в том, что преобразуемые природные объекты являются целостными, открытыми, развивающимися большими системами, поэтому нельзя ограничиваться только административными границами земель без их генетической связи с прилегающими землями и водными объектам;

- географический подход, заключающийся в рассмотрении мелиорации больших территорий с учетом географической зональности тепло- и влагообеспеченности, почвообразовательных, гидрологических, гидрогеологических и биологических процессов;

- балансовый подход, отражающий закон сохранения вещества и энергии. Он позволяет, исходя из равенства приходных и расходных статей, определять мелиоративные воздействия на основные компоненты агрolandшафта, приводящие к изменению всех существующих статей водного, теплового, солевого и пищевого балансов, и минимизировать величину экологического ущерба. Необходимо отметить, что этот подход обладает слабыми прогностическими свойствами, его результаты трудно прогнозировать на длительное время;

- статистический подход, учитывающий принципиальную особенность природных тел – неоднородность свойств в пространстве и во времени. Различают детерминированную или генетическую неоднородность и случайную (стохастическую), вызванную совокупностью изменяющихся в пространстве менее значимых факторов. Поэтому природные процессы всегда идут в среде с переменными в пространстве свойствами, что крайне затрудняет их математическое описание, требуется многократное измерение варьирующих свойств для получения их статистических характеристик (среднего, дисперсии, законов распределения). На практике требуется установление так назы-

ваемых расчетных величин заданной обеспеченности. Эти субъективные обстоятельства, усложняющие расчеты, объективно делают природные объекты более устойчивыми в разные годы. Вторым обстоятельством, делающим статистический подход необходимым – это изменчивость погодных условий и вызванная ею разная потребность в мелиорации земель (орошении или осушении) в отдельные годы. Для полноты характеристики работы мелиоративной системы необходимо определять ее действие за все годы наблюдений (не менее 20...30 лет, так как при прогнозировании денежных потоков за меньший период может привести к тому, что не все годы по влажности будут учтены, а за больший период может наступить моральный износ основных фондов за счет смены технологий – период смены технологий 25...30 лет) и затем выбирать расчетные воздействия заданной обеспеченности или надежности. Результаты таких расчетов используются при экономической оценке инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем через денежные потоки (притоки и оттоки), которые будут отличаться в разные по влажности годы;

- биологический подход, позволяющий: учесть требования сельскохозяйственных растений к регулируемым факторам роста и развития (влажность, засоленность и кислотность почвы, глубины уровня грунтовых вод, влажность и температура воздуха, продолжительность затопления и др.); количественно оценить влияние мелиорации на продуктивность биогеоценозов. Продуктивность растений, в том числе их надземной и подземной частей, влияет на пополнение биомассы в почве, из которой формируется гумус, предопределяющий плодородие почвы. Все это указывает на необходимость выполнения прогноза запасов гумуса при разной степени тепло- и влагообеспеченности почвы, разработки методов расчета уменьшения его запасов за счет биохимического разложения, смыва и вымыва из почвенных горизонтов и учета этого обстоятельства при оценке эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных объектов;

- экологический подход выражается в обязательной оценке мелиоративных воздействий на основные компоненты агроландшафта и ландшафта в

целом с помощью системы интегральных показателей. Помимо этого он реализуется в разработке и применении ландшафтно-адаптированной природо-сохраняющей системы земледелия на сельскохозяйственных землях, создании и поддержании требуемой экологической инфраструктуры, в конечном итоге – создании культурных агрогеосистем, на которых деятельность человека гармонизирована в его интересах и «интересах» природы;

- экономический подход, заключающийся в получении заданного количества и качества сельскохозяйственной продукции в результате мелиорации земель (реконструкции мелиоративных систем) при минимально необходимых затратах ресурсов и труда с учетом затрат на поддержание благоприятной экологической обстановки на мелиорируемых и прилегающих землях. Этот подход позволяет устанавливать оптимальную надежность мелиорации: оптимальную водоподачу и водоотведение в разные по водности годы, поддерживать запасы гумуса, обеспечивать требуемое гидрохимическое состояние рек и др.

Рассмотренные выше принципы реконструкции мелиоративных систем, совокупность методологических подходов в мелиорации земель, принципы рационального природопользования и природообустройства послужили теоретическим фундаментом для развития методологии оценки экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных объектов, неотъемлемой составной частью которой является механизм обеспечения устойчивого функционирования экосистем на основе оптимизации природоемкости сельскохозяйственного производства. Методология оценки экономической эффективности инвестиций в реконструкцию систем базируется на современных представлениях о функционировании природных и социально-экономических систем, совокупности методологических подходов в мелиорации и моделировании природных и экономических процессов, использование которых позволяет описать, систематизировать и понять совокупность природных процессов на фоне хозяйственной деятельности, включающей мелиорацию сельскохозяйственных земель (реконструкцию мелиоративных

систем). При этом хозяйственная деятельность оптимизирована на научной основе в интересах человека и природы и направлена на создание условий для воспроизводства природных ресурсов, повышения потребительной стоимости земли, экологической устойчивости природно-хозяйственных систем и повышение эффективности сельскохозяйственного производства.

Такая постановка проблемы эффективного использования природных ресурсов в сельском хозяйстве требует рассмотрения, с одной стороны, природных систем, состоящих из ряда взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов (атмосферы, почвы, биоты, поверхностных и подземных вод), а с другой – хозяйственной деятельности по использованию, охране и управлению природными ресурсами. Такой подход к оценке экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем позволяет увязать цели и задачи обеспечения экологической и продовольственной безопасности страны и направлен на:

- изучение вопросов, связанных с управлением материальными, энергетическими и биологическими процессами, протекающими в агроландшафтах;
- проведение ретроспективного анализа состояния основных компонентов ландшафта и агроландшафта (до проведения реконструкции мелиоративных систем) и долгосрочного прогноза ожидаемых последствий воздействия на них мелиорации сельскохозяйственных земель с помощью системы интегральных показателей (после реконструкции мелиоративных объектов);
- оценку экологической значимости биотических и абиотических компонентов агроландшафтов и изменение их в результате воздействия хозяйственной деятельности (мелиорации сельскохозяйственных земель);
- оценку изменения общей эколого-экономической ценности природных систем (стоимости природных ресурсов и стоимостной оценки выполняемых ими экологических услуг и функций) и качества жизни общества в результате осуществления реконструкции систем.
- оценку эффективности комплекса мелиоративных мероприятий.

В отличие от существующей практики оценки эффективности инвестиционных проектов, которая основана на традиционных представлениях их реализации (стремление к максимизации текущей прибыли в ущерб оценке возможных долгосрочных экологических последствий; следование гипотезе о возможности полного восстановления нарушенной природной среды за счет осуществления природоохранных мероприятий; оценка стоимости природоохранных мероприятий на основе величины ущербов отдельным компонентам природной среды; расчет показателей эффективности без учета оценки устойчивости природной экосистемы и др.) предлагаемый методологический подход к оценке эколого-экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем базируется на таких основных положениях, как:

- рассмотрение биологических, социальных и экологических систем как сложных открытых систем, развитие которых, по мере накопления негативных воздействий, может носить необратимый характер;

- основная цель комплекса мероприятий, предусмотренного программой ресурсосбережения и охраны окружающей среды, заключается в достижении оптимального баланса между получением планируемых материальных выгод и сохранением (улучшением) состояния природных экосистем.

Приведенные нами выше методологические подходы к созданию экологически устойчивых и экономически эффективных мелиорируемых агроландшафтов будут положены в основу разработки методики оценки экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем.

## **2. Методика оценки экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем**

Методология отбора приоритетных мелиоративных мероприятий при реконструкции мелиоративных объектов неразрывно связана с оценкой общественной, бюджетной и коммерческой эффективности их реализации, ко-

торая осуществляется в соответствии с мировой практикой и утвержденными в России рекомендациями [24, 25] на основе следующих важнейших принципов:

1. Рассмотрение проекта реконструкции мелиоративной системы на протяжении всего его жизненного цикла (расчетного периода) – от проведения предынвестиционных исследований до прекращения реализации проекта (такое прекращение может быть как следствием физического или морального износа основных фондов, так и намерением инициатора проекта продать построенный объект в течение фазы его коммерческой эксплуатации). Максимально возможная продолжительность расчетного периода не должна превышать продолжительность проектного цикла, получаемого путем суммирования временных периодов, соответствующих предынвестиционной, инвестиционной, эксплуатационной и ликвидационной фазам осуществления проекта. Его минимальная продолжительность не может быть меньше, чем суммарная продолжительность предынвестиционной и инвестиционной фазы, поскольку в противном случае окупить авансированный в реализацию проекта капитал будет невозможно;

2. Моделирование денежных потоков, включающие все связанные с осуществлением проекта реконструкции денежные поступления и расходы за расчетный период с учетом возможности использования различных валют;

3. Сопоставимость условий сравнения различных проектов (вариантов проекта) реконструкции за счет использования единой системы ценовых, налоговых и других параметров;

4. Принцип положительности и максимума эффекта. Для того чтобы проект реконструкции, с точки зрения инвестора, был признан эффективным, необходимо, чтобы эффект реализации проекта был положительным; при сравнении альтернативных вариантов предпочтение должно отдаваться проекту с наибольшим значением эффекта;

5. Учет фактора времени путем приведения предстоящих разновременных затрат и результатов к их ценности на момент начала осуществления

проекта. При оценке эффективности проекта реконструкции мелиоративной системы должны учитываться различные аспекты фактора времени, в том числе динамичность (изменение во времени) параметров проекта и его экономического окружения; разрывы во времени (лаги) между производством продукции или поступлением ресурсов и их оплатой; неравноценность разновременных затрат и/или результатов (предпочтительность более ранних результатов и более поздних затрат);

6. Учет только предстоящих денежных поступлений и выплат. В расчетах эффективности учитываются только предстоящие в ходе реализации проекта реконструкции затраты и поступления, включая затраты, связанные с привлечением ранее созданных производственных фондов, а также предстоящие потери, вызванные осуществлением проекта. Ранее созданные ресурсы, используемые в проекте, оцениваются не затратами на их создание, а альтернативной стоимостью, отражающей максимальное значение упущенной выгоды, связанной с их наилучшим возможным альтернативным использованием. Прошлые затраты, не обеспечивающие возможность получения альтернативных доходов в перспективе (так называемые – невозвратные затраты) в денежных потоках не учитываются и на эффективность проекта не влияют;

7. Сравнение "с проектом" и "без проекта". Оценка эффективности инвестиционного проекта должна проводиться сопоставлением ситуаций не "до проекта" и "после проекта" (такой подход приводит к существенной методической ошибке – возможности приписывания проекту положительных эффектов, вызванных другими причинами), а "без проекта" и "с проектом".

8. Учет всех наиболее существенных последствий проекта реконструкции в смежных сферах экономики, включая социальную и экологическую. Использование системного подхода при оценке эффективности инвестиционного проекта позволяет учесть прямые, косвенные и сопряженные эффекты, включая эффекты синергетические;



9. Учет наличия разных участников проекта, несовпадения их интересов и различных оценок стоимости капитала, выражающихся в индивидуальных значениях нормы дисконта;

10. Учет влияния инфляции (учет изменения цен на различные виды продукции и ресурсов в период реализации проекта реконструкции) и возможности использования при реализации проекта нескольких валют;

11. Учет (в количественной форме) влияния неопределенностей и рисков, сопровождающих реализацию проекта реконструкции мелиоративного объекта. Показатели оценки эффективности проекта являются стохастическими величинами, так как гидромелиоративные системы работают в условиях сильной изменчивости природно-климатических, гидрологических и иных параметров. Варьируют по годам многолетнего периода и денежные поступления и выплаты, зависящие от продуктивности сельскохозяйственных земель, объема водных ресурсов, процессов засоления и осолонцевания почв, вымыва питательных веществ из почвы в результате влагообмена между почвенными и грунтовыми водами и т.д.

Для определения коммерческой (характеризует целесообразность реализации проекта для предприятия-инициатора и (или) внешнего частного инвестора; рассчитывается всеми участниками проекта из негосударственного сектора экономики), бюджетной (характеризует целесообразность реализации проекта для бюджетов различных уровней; может рассчитываться как для консолидированного бюджета, так и отдельно для федерального бюджета, бюджета субъекта федерации или муниципального бюджета, в зависимости от того, с какого уровня бюджетной системы выделяются инвестиции для реализации проекта) и общественной (учитывает социально-экономические последствия осуществления проекта, включая внешние эффекты и общественные блага, и характеризует целесообразность его осуществления для общества в целом) экономической эффективности реализации инвестиционного проекта и сведения к минимуму риски неэффективного инвестирования применяется совокупность ключевых оценочных показателей: чистый дис-

контированный доход, срок окупаемости капитальных вложений, внутренняя норма прибыли и индекс прибыльности (доходности) дисконтированных инвестиций.

В качестве основного интегрального показателя оценки экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем предлагается использовать чистый дисконтированный доход:

$$\Delta ЧДД_T^m = \sum_{t=1}^T [\Delta B_{tm}(F_{рек}, F_{п}) + Y_{штм}^{nped}(F_{рек}, F_{п}) - \Delta C_{tm}^{мел}(F_{рек}, F_{п}) - \Delta C_{tm}^{c/x}(F_{рек}, F_{п}) - \Delta C_{tm}^{nпupod}(F_{рек}, F_{п}) \pm \Delta C_{tm}^{coy}(F_{рек}, F_{п}) - \Delta C_{tm}^n(F_{рек}, F_{п}) - Y_{штм}^{oct}(F_{рек}, F_{п}) - \Delta K_{tm}(F_{рек}, F_{п})] \cdot (1 + E_n)^{-t} \rightarrow \max(\geq 0), (1)$$

при ограничениях:

$$0 \leq F_{рек} \leq F_{гм}, 0 \leq F_{гм} \leq F_{п}, 0 \leq F_{п} \leq F_{тер}$$

где  $\Delta ЧДД_T^m$  - прирост чистого дисконтированного дохода в результате проведения  $m$ -го варианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий за расчетный период времени  $T$ , руб.;  $\Delta B_{tm}(F_{рек}, F_{п})$  - прирост выручки от реализации сельскохозяйственной продукции, полученной в результате проведения  $m$ -го варианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий в году  $t$  расчетного периода  $T$ , руб.;  $Y_{штм}^{nped}(F_{рек}, F_{п})$  - величина предотвращенного ущерба за счет проведения  $m$ -го варианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий в году  $t$  расчетного периода  $T$ , руб.;  $\Delta C_{tm}^{мел}(F_{рек}, F_{п})$  - прирост ежегодных мелиоративных издержек (содержание и эксплуатация мелиоративной системы и других объектов природоохранного назначения) в результате проведения  $m$ -го варианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий в году  $t$  расчетного периода  $T$  (во избежание двойного счета капитальных вложений в реконструкцию мелиоративной системы и осуществление мелиоративных мероприятий отчисления на реновацию не учитываются), руб.;  $\Delta C_{tm}^{c/x}(F_{рек}, F_{п})$  - прирост ежегодных сельскохозяйственных издержек в результате проведения  $m$ -го варианта реконструкции мелиоративной системы и

комплекса мелиоративных мероприятий в году  $t$  расчетного периода  $T$ , руб.;  $\Delta C_{tm}^{nпрод}(F_{рек}, F_{п})$  - прирост ежегодных затрат на осуществление превентивных мер (комплекса мелиоративных мероприятий), направленных на сохранение и расширенное воспроизводство плодородия почв и других компонентов агроландшафта при реализации  $m$ -го варианта реконструкции мелиоративной системы в году  $t$  расчетного периода  $T$ , руб.;  $\Delta C_{tm}^{соц}(F_{рек}, F_{п})$  - прирост ежегодных затрат на выплату пособий по безработице работникам, теряющим работу при проведении  $m$ -го варианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий (при создании новых рабочих мест данный элемент представляет собой величину эффекта) в году  $t$  расчетного периода  $T$ , руб.;  $\Delta C_{tm}^н(F_{рек}, F_{п})$  - прирост косвенных и прямых налогов за счет проведения  $m$ -го варианта реконструкции мелиоративной системы и осуществления мелиоративных мероприятий в году  $t$  расчетного периода  $T$ , руб.;  $У_{цтm}^{осм}(F_{рек}, F_{п})$  - величина остаточного ущерба при проведении  $m$ -го варианта реконструкции мелиоративной системы и осуществлении мелиоративных мероприятий в году  $t$  расчетного периода  $T$ , руб.;  $\Delta K_{tm}(F_{рек}, F_{п})$  - прирост капитальных вложений, связанных с реализацией  $m$ -го варианта реконструкции мелиоративной системы и проведением мелиоративных мероприятий в году  $t$  расчетного периода  $T$ , руб.;  $F_{рек}$  - площадь, на которой проводится реконструкция мелиоративной системы, га;  $F_{пм}$  - площадь пашни, на которой проводятся гидротехнические мелиорации (орошение или осушение), га;  $F_{пн}$  - площадь пашни, га;  $F_{тер}$  - площадь рассматриваемой территории ландшафта, га.

Срок окупаемости капитальных вложений, который характеризует период времени, в течение которого сделанные инвестором вложения в мелиоративный проект возмещаются доходами от его реализации, и рассчитывается как наименьший корень следующего неравенства:

$$\sum_{t=1}^{T_{ок}} \Delta K_{tm}(F_{рек}, F_{п}) (1 + E_{н})^{-t} \leq \sum_{t=1}^{T_{ок}} [\Delta B_{tm}(F_{рек}, F_{п}) + Y_{цтм}^{пред}(F_{рек}, F_{п}) - \Delta C_{tm}^{мел}(F_{рек}, F_{п}) - \Delta C_{tm}^{c/x}(F_{рек}, F_{п}) - \Delta C_{tm}^{нпрород}(F_{рек}, F_{п}) \pm \Delta C_{tm}^{соц}(F_{рек}, F_{п}) - \Delta C_{tm}^{н}(F_{рек}, F_{п}) - Y_{цтм}^{осм}(F_{рек}, F_{п})] \cdot (1 + E_{н})^{-t}, (2)$$

В левой части неравенства представлены дисконтированные инвестиции в  $m$ -ый вариант реконструкции мелиоративной системы и проведение мелиоративных мероприятий, в правой – прирост доходов, получаемый от проведения  $m$ -го варианта реконструкции мелиоративной системы. Суммирование в левой и правой частях неравенства выполняется до тех пор, пока суммарный прирост дисконтированного дохода в правой части не превысит величину суммарных дисконтированных инвестиций. Для экономически эффективного инвестиционного проекта должно выполняться условие  $T_{ок} < T$ , т.е. сделанные вложения капитала должны окупаться в пределах установленного расчетного периода. Таким образом, срок окупаемости (синоним – период возмещения) – минимальный период времени реализации проекта, в течение которого чистый дисконтированный прирост дохода становится положительным.

Внутренняя норма доходности  $E_{вн}$ , характеризующая отдачу на единицу авансированного в реконструкцию мелиоративной системы капитала (рентабельность капитальных вложений), рассчитывается из условия равенства нулю чистого дисконтированного прироста дохода:

$$\sum_{t=1}^T [\Delta B_{tm}(F_{рек}, F_{п}) + Y_{цтм}^{пред}(F_{рек}, F_{п}) - \Delta C_{tm}^{мел}(F_{рек}, F_{п}) - \Delta C_{tm}^{c/x}(F_{рек}, F_{п}) - \Delta C_{tm}^{нпрород}(F_{рек}, F_{п}) \pm \Delta C_{tm}^{соц}(F_{рек}, F_{п}) - \Delta C_{tm}^{н}(F_{рек}, F_{п}) - Y_{цтм}^{осм}(F_{рек}, F_{п}) - \Delta K_{tm}(F_{рек}, F_{п})] \cdot (1 + E_{вн})^{-t} = 0, (3)$$

Если определенная из уравнения (3) величина внутренней нормы доходности превышает требуемую инвестором минимально-допустимую норму дохода на вложенный капитал (т.е. – норму дисконтирования), то реконструкция мелиоративного объекта признается целесообразной. В противном случае, если  $E_{вн} < E_{н.}$ , то, либо у инвестора есть более выгодные альтернативы вложения капитала, либо капитал, привлекаемый для реализации проекта, обходится ему слишком дорого (стоимость капитала превышает доходность

инвестирования). И в том, и в другом случаях от реализации мелиоративного инвестиционного проекта следует отказаться.

Индекс прибыльности (доходности) дисконтированных инвестиций равен отношению суммы текущего дисконтированного прироста доходов к сумме дисконтированных капиталовложений:

$$ИДД_T^m = \frac{ДД_T^m}{\sum_{i=1}^T \Delta K_{tm}(F_{рек}, F_{П}) \cdot (1 + E_n)^{-i}}, \quad (4)$$

$$ДД_T^m = \sum_{t=1}^T \left[ \Delta B_{tm}(F_{рек}, F_{П}) + Y_{штм}^{пред}(F_{рек}, F_{П}) - \Delta C_{tm}^{мел}(F_{рек}, F_{П}) - \Delta C_{tm}^{с/х}(F_{рек}, F_{П}) - \Delta C_{tm}^{природ}(F_{рек}, F_{П}) \pm \Delta C_{tm}^{соп}(F_{рек}, F_{П}) - \Delta C_{tm}^n(F_{рек}, F_{П}) - Y_{штм}^{осм}(F_{рек}, F_{П}) \right] \cdot (1 + E_n)^{-t}, \quad (5)$$

Для принятия решения о целесообразности проведения реконструкции мелиоративной системы и реализации комплекса мелиоративных мероприятий индекс прибыльности дисконтированных инвестиций должен быть больше 1.

Гидромелиоративные системы являются сложными природно-техническими объектами, которые функционируют в условиях неопределенности и динамического воздействия комплекса внешних и внутренних факторов, изменяющихся в пространстве и времени. И от того насколько эффективно они функционируют, зависит не только экономическая, но и экологическая безопасность страны. Результаты обследования мелиоративных систем показали, что износ основных средств и технологического оборудования мелиоративного комплекса составляет более 70 % (физически и морально устарели). Низкий технический уровень и плохое техническое состояние гидромелиоративных систем приводят к опасности возникновения чрезвычайных ситуаций, снижению показателей безопасности и надежности, что обуславливает низкие значения коэффициента полезного действия, существенные потери оросительной воды, снижение эффективности мелиорированных земель и деградацию окружающей природной среды (негативное воздействие на окружающую среду). Вот почему при отборе объектов, под-

лежащих реконструкции, и обосновании экономической эффективности этого мероприятия особое внимание должно уделяться оценке технического уровня (состояния) мелиоративных систем, который представляет собой некую иерархическую совокупность конструктивных, технических, экономических, экологических, технологических и эксплуатационных показателей, определяющих функцию соответствия системы своему назначению [6, 26 - 29].

При обосновании экономической эффективности реконструкции мелиоративных объектов в основу комплексной количественной оценки уровня технического состояния мелиоративных систем будет положена методика, разработанная ФГБНУ ВНИИ "Радуга" [30], алгоритм которой заключается в следующем:

1. Оценка уровня технического состояния проводится специалистами - экспертами научно-исследовательских, проектных, эксплуатирующих организаций в области мелиорации на основе анализа технико-эксплуатационных показателей гидромелиоративных систем и гидротехнических сооружений, включающих:

- техническое состояние, процент износа (амортизации);
- объём водозабора, (орошение) или водоотведения (осушение);
- наличие системы диспетчерского управления;
- оснащённость приборами контроля и учёта;
- наличие проектно-сметной, эксплуатационной документации, технического паспорта, декларации безопасности;
- наличие обслуживающего персонала;
- наличие обслуживающей техники;
- урожайность на обслуживаемых мелиорируемых площадях;
- затраты на проведение ремонтно-эксплуатационных работ;
- число гидротехнических постов;
- сведения о реконструкции и капитальном ремонте;

- сведения о принимаемых на объекте мерах по обеспечению эксплуатационной надёжности.

2. Оценка уровня технического состояния осуществляется методом сравнительного анализа проектных и фактических значений показателей по каждой гидромелиоративной системе и каждому гидротехническому сооружению.

3. Каждому из номенклатурных показателей присваивается соответствующий уровень технического состояния от 1 до 4, табл.2.1.

**Таблица 2.1 – Оценка состояния эффективности и технического уровня межхозяйственного мелиоративного объекта (оросительной системы, осушительной системы, канала, отдельно расположенного гидротехнического сооружения)**

Наименование показателя технического уровня	Присваиваемый уровень технического состояния (лимитирующие факторы)			
	2	3	4	5
	I	II	III	IV
Наименование системы, место расположение, кадастровые номера участков				
1. Техническое состояние, процент износа (амортизации)	До 50%	50-75%	75-90%	Более 90%
2. Объём водозабора, (орошение) или водоотведения (осушение), процентное значение от проектного показателя мелиоративного объекта	Более 75 %	50-75 %	25-50%	Менее 25%
3. Наличие системы диспетчерского управления - да/нет	Если есть, то I- II		Если нет то III- IV	
4. Оснащённость приборами контроля и учёта, в % от проектного показателя мелиоративного объекта, если отсутствуют данные по проектным показателям - да/нет	Более 75 %	50-75 %	25-50%	Менее 25%
	Если есть, то I- II		Если нет то III- IV	
5. Число гидropостов, в % от проектного показателя мелиоративного объекта, если отсутствуют данные по проектным показателям - да/нет	Более 75 %	50-75 %	25-50%	Менее 25%
	Если есть, то I- II		Если нет то III- IV	
6. Наличие проектно-сметной, эксплуатационной документации, технического паспорта, декларации безопасности.	Присутствует в полном объёме	Присутствует частично, то II-III		Отсутствует

1	2	3	4	5
7. Обслуживающий персонал, (чел.), в том числе: ИТР (на 1000 га 1 человек) Рабочие (на 1000 га 2 человека)	Более 75 %	50-75 %	25-50%	Менее 25%
8.Наличие техники, (шт.) в том числе: (ставим по умолчанию) - строительной;				+
-специализированной мелиоративной техники;				+
- автотранспорта.			+	
9. Урожайность на обслуживаемых мелиорируемых площадях по основным видам сельскохозяйственных культур(т/га)- проверяем на соответствие проектной урожайности - рис - овощные - кормовые - технические - зерновые	Более 75 %	50-75 %	25-50%	Менее 25%
10. Затраты на проведение ремонтно-эксплуатационных работ в процентах от балансовой стоимости	8-10 %	5-8%	3-5%	Менее 3%
11. Сведения о реконструкции и капитальном ремонте, в соответствии с датой последнего проведения	До 5 лет	5-10 лет	10-25 лет	Более 25 лет
12.Сведения о принимаемых на объекте мерах по обеспечению эксплуатационной надёжности, а так же предотвращению и ликвидации аварийных ситуаций. Проводимые ежегодные мероприятия и стоимость.	Если есть, то I- II		Если нет то III- IV	
Выводы и рекомендации по итоговой оценке уровня технического состояния объекта мелиорации и уровня его безопасности, соответствия структуры и штатов, квалификационное обеспечение, контроль безопасности.				
Технические предложения по повышению технического уровня мелиоративного объекта с указанием видов, объемов и стоимости строительно-монтажных работ и оборудования.				

4. Определяется среднее арифметическое значение для всех номенклатурных показателей и в зависимости от его значения гидромелиоративной



системе и гидротехническому сооружению присваивается уровень технического состояния объекта.

5. По техническому состоянию мелиоративные объекты делятся на четыре уровня:

- первый – объекты с хорошим уровнем технического состояния. Такие объекты оборудованы полным набором всех технических средств. Они имеют необходимую надёжность всех элементов и обеспечивают выполнение возлагаемых на них функций в заданных пределах точности. Реконструкция таких объектов не требуется.

- второй – объекты с удовлетворительным уровнем технического состояния, то есть в индивидуальном порядке рассматривается вопрос о необходимости проведения работ по поддержанию технического уровня или проведения реконструкции.

- третий – объекты с недостаточным уровнем технического состояния. Они нуждаются в проведении реконструкции.

- четвёртый – объекты с неудовлетворительным уровнем технического состояния. Такие объектах требуют принятия решения о их консервации или списании.

6. В итоге проводится комплексная оценка уровня технической состояяния оросительных, осушительных систем, прочих гидротехнических сооружений (с указанием в скобках конкретного наименования гидротехнического сооружения), табл. 2.2.

**Таблица 2.2 – Комплексная оценка уровня технического состояния мелиоративных объектов**

Гидромелиоративные объекты	Всего, шт.	Уровень технического состояния			
		1	2	3	4
Оросительные системы					
Осушительные системы					
Прочие ГТС					

По результатам исследований определяются уровень технического состояния мелиоративных объектов и масштабы проведения реконструкции мелиоративных систем. Эти данные в дальнейшем используются при оценке эффективности реконструкции мелиоративных систем.

При оценке экономической эффективности проведения реконструкции мелиоративных систем необходимо учитывать вероятностный характер изменения природно-климатических факторов (климатические, почвенные, гидрогеологические условия, вид источника орошения, качество поливной воды и др.) по годам и отдельным периодам года, так как он оказывает существенное влияние на мелиоративный режим (см. выше) и продуктивность мелиорируемых земель, на которых проводится реконструкция.

Прирост выручки от реализации сельскохозяйственной продукции, полученной в результате проведения  $m$ -го варианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий, в конкретном году расчетного периода определяется по следующему выражению:

$$\Delta B_m(F_{рек}, F_{II}) = \sum_{j=1}^n \Delta(Y_{tjm}^{после}(F_{рек}, F_{II}) - Y_{tj}^{до}) \cdot F_{рек}^m \cdot \alpha_j \cdot K_{зи} \cdot u_{tj}, \quad (6)$$

где  $Y_{tjm}^{после}(F_{рек}, F_{II})$  - урожайность  $j$ -ой сельскохозяйственной культуры в конкретном году расчетного периода на мелиорируемых землях, где проведены  $m$ -ый вариант реконструкции мелиоративной системы и комплекс мелиоративных мероприятий, ц/га;  $Y_{tj}^{до}$  - фактическая урожайность  $j$ -ой сельскохозяйственной культуры в конкретном году расчетного периода на мелиорируемых землях до проведения  $m$ -го варианта реконструкции системы, ц/га;  $F_{рек}^m$  - площадь, на которой проводится  $m$ -ый вариант реконструкции мелиоративной системы и комплекс мелиоративных мероприятий, га;  $K_{зи}$  - коэффициент земельного использования;  $u_{tj}$  - цена реализации  $j$ -ой сельскохозяйственной культуры в году  $t$  расчетного периода, руб./ц.

При расчете прироста выручки от реализации сельскохозяйственной продукции, полученной в результате проведения реконструкции мелиоратив-

ной системы, возникает сложность при определении продуктивности (урожайности) растений, так как создание благоприятных условий для продуцирования биомассы является одной из главных задач мелиорации. Для этого используют приближенные эмпирические зависимости конечной продуктивности от основных факторов жизни и развития растений: обеспеченности теплом, влагой, воздухом и других факторов (например, снижение продуктивности в результате засоления и загрязнения почв). Эти зависимости основаны на законах земледелия, в частности, на законе незаменимости и равнозначности факторов, а также на законе оптимума, гласящего, что наибольшая продуктивность наблюдается, когда все факторы находятся в оптимальном диапазоне. Такой подход к оценке продуктивности растений позволяет применить мультипликативный вид зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от ряда факторов (природно-климатические, фактическое состояние сельскохозяйственных угодий, система земледелия, водный, тепловой, химический, пищевой и другие режимы почв) [9 -11, 14, 31, 32]:

$$Y = Y^{pot} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot K_9 \cdot K_{10}, \quad (7)$$

где  $Y$  - прогнозируемая урожайность сельскохозяйственной культуры в конкретном году расчетного периода, ц/га;  $Y^{nom}$  - потенциальная (проектная) урожайность сельскохозяйственной культуры при оптимальных сочетаниях всех факторов внешней среды (принимается равной урожайности сельскохозяйственных культур на государственных сортоиспытательных участках, а при отсутствии данных определяется по формуле 8), ц/га;  $K_1$  - коэффициент, учитывающий отклонение влажности корнеобитаемого слоя почвы от оптимального значения для конкретной сельскохозяйственной культуры (определяется в соответствии с рекомендациями, приведенными в работе [31]);  $K_2$  - коэффициент, учитывающий равномерность увлажнения сельскохозяйственных земель различной поливной техникой;  $K_3$  - коэффициент, учитывающий возможность изменения урожайности из-за осолонцевания почв и снижения качества оросительной воды (зависит от содержания сорбируемых ионов

*Na, Ca, Mg* в почвенном поглощающем комплексе, минерализации воды и влагообмена между почвенными и грунтовыми водами и определяется по результатам прогноза водно-солевого режима почв [33]);  $K_4$  - коэффициент, учитывающий несоответствие фактического содержания элементов минерального питания в почве оптимальному значению;  $K_5$  - коэффициент, учитывающий отклонение теплового режима корнеобитаемого слоя почвы от оптимального значения;  $K_6$  - коэффициент, учитывающий влияние засоления почв на величину урожайности сельскохозяйственных культур (определяется в зависимости от содержания токсичных солей в почве, табл. 2.3;  $K_7$  - коэффициент, учитывающий глубину залегания уровня грунтовых вод (определяется по данным работы [7]);  $K_8$  - коэффициент, учитывающий реакцию почвенного раствора (рН), табл. 2.4.;  $K_9$  - коэффициент, учитывающий содержание тяжелых металлов в почве (определяется по данным табл. 2.5);  $K_{10}$  - коэффициент, учитывающий степень смывости почв в результате эрозии (определяется по данным работ [34, 35]).

Оценка потенциальной урожайности конкретной сельскохозяйственной культуры (формула 7) проводится по формуле [36]:

$$Y^{nom} = \frac{10\Phi AP \cdot \eta}{q \cdot \alpha(100 - \omega_0)}, \quad (8)$$

где  $Y^{nom}$  - потенциальная урожайность сельскохозяйственной культуры, ц/га;  
 $\alpha$  - соотношение масс основной и побочной продукции;  $\omega_0$  - содержание влаги в сельскохозяйственной продукции.

**Таблица 2.3 – Значения коэффициента  $K_6$  в зависимости от содержания токсичных солей в почве [37]**

Показатели	Содержание солей, %				
	0	0,1	0,2	0,3	0,4
Коэффициент, учитывающий процессы засоления почвы, $K_5$	1,0	0,95	0,70	0,40	0,10

**Таблица 2.4 – Значения коэффициента  $K_8$  в зависимости от pH [37]**

Показатели	Реакция почвенного раствора (pH)					
	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0
Коэффициент, учитывающий реакцию почвенного раствора, $K_8$	0,75	0,85	0,91	0,96	1,0	1,0

**Таблица 2.5 – Значения  $K_9$  для различных почв и загрязнений [37,38]**

Cd, мг/кг	Урожайность		Pb, мг/кг	Урожайность		Zn, мг/кг	Урожайность	
	Дерновоподзолистые почвы	Черноземные почвы		Дерновоподзолистые почвы	Черноземные почвы		Дерновоподзолистые почвы	Черноземные почвы
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2,5	1,0	1,0	125	1,0	1,0	125	1,0	1,0
5	0,95	1,0	250	1,0	1,0	250	0,65	1,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,65	1,0	500	0,95	1,0	500	0,50	1,0
20	0,50	0,90	1000	0,50	1,0	1000	0	0,85
50	0,35	0,75	2000	0,10	0,85	2000	0	0,60
100	0	0,45	-	-	-	-	-	-

Для определения коэффициента  $K_2$  используется следующая формула [39]:

$$K_2 = 0,985(K_{эп} \cdot e^{(1-K_{эп})})^{0,75}, \quad (9)$$

где  $K_{эп}$  - коэффициент эффективного полива, определяется в соответствии с работой [42].

Состав и объем необходимых агрохимических мероприятий включает внесение в почву органических и минеральных удобрений. Это обстоятельство учитывается при определении продуктивности земель через коэффициент  $K_4$ , величина которого определяется по зависимости [43, 44]:

$$K_4 = 0,2 + \tau \sqrt{D_{NPK}}, \quad (10)$$

где  $\tau$  - коэффициент, зависящий от реакции почвенного раствора, табл. 2.6;

$D_{NPK}$  - доза внесения минеральных удобрений (NPK), кг д.в. /га.

**Таблица 2.6 – Коэффициент  $\tau$  в зависимости от реакции почвенного раствора [44]**

Показатели	Реакция почвенного раствора (pH)				
	4	5	6	7	8
Коэффициент $\tau$	0,15	0,50	0,90	1,0	0,9

Внесение минеральных удобрений предусматривает регулирование питательного режима почв. Дозы внесения минеральных удобрений рассчитываются с учетом выноса элементов питания (азот, фосфор, калий) с урожаем и их поступления за счет растительных остатков и органических удобрений. При оценке эффективности использования минеральных удобрений необходимо учитывать водный и химический режим почв, табл. 2.7.

**Таблица 2.7 – Эффективность использования минеральных удобрений**

Влажность корнеобитаемого слоя, % ППВ	20	40	60	80	100
Эффективность NPK, %	35	60	100	80	30
pH	4	5	6	7	8
Эффективность NPK, %	75	91	100	100	0

Внесение органических удобрений предусматривает регулирование гумусного состояния почв с целью создания нулевого или положительного баланса гумуса.

Учет изменения теплового режима корнеобитаемого слоя почвы в результате проведения мелиорации земель при определении урожайности культуры ( $K_5$ ) проводится по формуле [7]:

$$K_5 = 1 - \frac{\delta \cdot T}{T - T_0}, \quad (11)$$

где  $T$  - сумма биологически активных среднесуточных температур воздуха (более  $10^{\circ}\text{C}$ ) за период вегетации (начиная с оптимальной даты сева);  $T_0$  - минимальная сумма биологически активных температур, необходимых для вызревания растения;  $\delta \cdot$  - потерянные суммы биологически активных температур в результате запаздывания со сроками сева (или посадки).

Оценка изменения прогнозируемой урожайности сельскохозяйственной культуры (формула 7) позволяет обосновать состав и соотношение комплексных мелиораций, обеспечивающих ликвидацию или максимальное снижение лимитирующих факторов. Разница между потенциальной и прогнозируемой урожайностью сельскохозяйственных культур является резервом увеличения продуктивности сельского хозяйства, а разница между прогнозируемой и фактической урожайностью отражает недостатки существующей системы земледелия.

Важным условием осуществления управления природными системами является условие прогнозируемости их состояния (принцип предсказуемости), которое должно опираться на долгосрочные количественные прогнозы изменения функционирования природных систем (обоснование мелиоративных режимов земель) и социально-экономических условий.

Как было отмечено ранее в соответствии с основными принципами природообустройства и современным законодательством Российской Федерации, объектом природообустройства являются не отдельные элементы природы, а геосистемы определенного ранга (ландшафты, речные водосборы, агроландшафты), представляющие собой ряд взаимодействующих и взаимосвязанных компонентов. К числу основных компонентов агроландшафтов относятся: приземный слой атмосферы, растительность, животный мир, почва, водные ресурсы. Таким образом, состав долгосрочных прогнозов (помимо водного, солевого и химического режимов почв) при обосновании экономической эффективности реконструкции мелиоративных систем должен быть существенно расширен за счет включения долгосрочных прогнозов измене-

ния состояния и загрязнения приземного слоя атмосферы, растительного покрова (биопродуктивности), состояния животного мира и почв.

Вот почему при определении прогнозируемого прироста продуктивности сельскохозяйственных культур (формула 7) большое внимание должно уделяться вопросам оценки состава основных факторов, лимитирующих продуктивность сельхозугодий (до проведения реконструкции мелиоративных систем), и обоснования состава и объема мелиоративных мероприятий, обеспечивающих ликвидацию или максимальное снижение лимитирующих факторов (после проведения реконструкции мелиоративных систем), используя систему интегральных показателей. Основным требованием к обоснованию состава и объема мелиоративных мероприятий является их комплексность, сохранение и воспроизводство природного плодородия почв, а также повышение экономического плодородия почв (продуктивности сельскохозяйственных культур).

Система интегральных показателей и моделей (согласно мировой терминологии - индикаторы устойчивого развития) позволяет; описать состояние отдельных компонентов агроландшафта и ландшафта в целом по схеме «компонент – состояние - воздействие - отклик (изменение состояния)»; оценить долгосрочные последствия результатов мелиоративной деятельности; разработать комплекс мелиоративных мероприятий, направленного на предотвращение ущерба природной среде, и оценить эколого-экономическую эффективность инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем. К ним относятся:

1. *Оценка изменения приземного слоя атмосферы в результате проведения реконструкции земель.* Существенное влияние на формирование уровня природного плодородия почв оказывает гидротермический режим, величина которого дает представление о балансе тепла и влаги, позволяет оценить интенсивность биологических, гидрогеологических и геохимических процессов и потребности в гидротехнических (водных) мелиорациях, выявить основные факторы, лимитирующие плодородие почв, а также учесть не



только природно-климатические факторы, но и хозяйственные и экономические условия рассматриваемых территорий. Его значение («индекс сухости» Будыко) определяют следующим образом [45]:

в естественных условиях

$$\bar{R} = \frac{R}{LO_c}, \quad (12)$$

при осуществлении хозяйственной деятельности (при проведении комплекса мелиоративных мероприятий)

$$\bar{R}_1 = \frac{R(1 - A_1)}{L(O_c + M_{\text{мел}} + M_{\text{ор}}) \cdot (1 - A_0)}, \quad (13)$$

где  $\bar{R}$ ,  $\bar{R}_1$  - гидротермический режим в естественных и измененных условиях;  $R$  - радиационный баланс деятельной поверхности, кДж/см<sup>3</sup> в год;

$L$  - скрытая теплота парообразования, кДж/см<sup>3</sup>;  $O_c$  - годовая величина атмосферных осадков за вычетом поверхностного стока, см/год;  $M_{\text{мел}}$ ,  $M_{\text{ор}}$  - дополнительное количество влаги, полученное за счет применения соответственно мелиоративных мероприятий (агролесотехнических и агротехнических мелиораций) и гидротехнических мелиораций (орошения земель), см/га;  $A_0$ ,  $A_1$  - альбедо поверхности в естественных и в измененных хозяйственной деятельностью.

2. *Оценка изменения уровня плодородия почв в результате проведения реконструкции земель.* В настоящее время в качестве основного критерия оценки уровня плодородия почв используется урожайность сельскохозяйственных культур (социально-экономическая функция почв), которая обеспечивается за счет комплексного регулирования факторов и условий роста и развития культивируемых растений (системой агротехнических, агрохимических, агролесотехнических и гидротехнических мелиораций). При этом функции почв как одного из основных компонентов агрогеосистемы (экологические функции) не учитываются. Неполный учет функций почв не позволяет объективно оценить влияние проведения реконструкции мелиоративных систем (мелиорации сельскохозяйственных земель) на уровень плодородия.

Результаты исследований [22, 46], требования сохранения экологической устойчивости ландшафтов и интенсивное использование природных ресурсов в сельскохозяйственном производстве указывают на необходимость учета экологических и социально-экономических функций почв при оценке их уровня плодородия. Экологические функции почв определяются их природным (естественным) плодородием, то есть наличием запасов гумуса, поскольку гумус – основа всех водно-физических и физико-химических свойств почв, делающих почву мощным биогеохимическим барьером, регулирующим взаимосвязь между биологическим и геологическим круговоротами и величину стока с водосборной территории. Социально-экономические функции почв определяются экономическим плодородием (продуктивностью), которое зависит, главным образом, от хозяйственных факторов (применение минеральных и органических удобрений, регулирование кислотности-щелочности условий).

Снижение биоразнообразия в результате хозяйственной деятельности (распашки земель, мелиорации земель) ведет к нарушению всех природных факторов, определяющих процессы почвообразования:

- условий формирования теплового и водного балансов, биогеохимического круговорота, что ведет к изменению почвообразовательных процессов, развитию водной эрозии и дефляции, сработке запасов гумуса и снижению плодородия почвы (в литосфере) [47];

- условий тепло- и влагообеспеченности, увеличению засушливости территорий и др. (в атмосфере);

- условий формирования режима и качества поверхностных и подземных вод (в гидросфере).

В качестве интегрального показателя оценки уровня плодородия целесообразно использовать «индекс почвы», в основу определения которого положены запасы и состав гумуса (гуминовый и фульватный гумус), запасы основных элементов минерального питания (азот, фосфор, калий) и кислотность-щелочные показатели (рН и гидролитическая кислотность) [9]:

$$S = \rho(G_{\text{гн}} + 0.2G_{\text{фк}}) / 600 + 8.5\sqrt[3]{NPK \cdot \varphi} + 5.1 \exp[-|(H_r - 1)| / \beta], \quad (14)$$

где  $S$  - интегральный показатель оценки уровня плодородия почв, балы;  $G_{\text{гн}}, G_{\text{фк}}$  - запасы гуматного и фульфатного гумуса, т/га;  $N, P, K$  - наличие элементов минерального питания (азот, фосфор, калий), в долях от максимального их содержания в почве;  $\varphi$  - коэффициент, характеризующий снижение эффективности удобрений в зависимости от рН;  $H_r$  - гидролитическая кислотность, мг-экв/100г;  $\rho$  - коэффициент, равный 6,4 га/т;  $\beta$  - коэффициент, равный 4 мг-экв/100г.

Необходимо отметить, что основные факторы, определяющие плодородие почвы (общие запасы и состав гумуса, содержание элементов минерального питания и величина гидролитической кислотности), косвенно характеризуют большинство других параметров, влияющих на плодородие (механический состав почв, емкость поглощения, рН солевой вытяжки и т.д.) и имеют определенную зональную обусловленность.

При оценке изменения состояния естественного (природного) плодородия почвы в результате проведения реконструкции мелиоративных систем (формула 14) используются следующие показатели: содержание и состав гуматного и фульфатного гумуса ( $G_{\text{г}}$  и  $G_{\text{ф}}$ ); обеспеченность элементами минерального питания ( $NPK$ ) и величина гидролитической кислотности ( $H_r$ ).

Обеспеченность элементами минерального питания в почвах определяется в зависимости от содержания гумуса, табл. 2.8.

**Таблица 2.8 – Содержание минеральных удобрений в почве в зависимости от содержания гумуса, в долях от максимального значения [37]**

Элементы минерального питания	Содержание $NPK$ в зависимости от содержания гумуса, %							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Азот	0,42	0,67	0,90	0,92	0,97	1,0	1,0	1,0
Фосфор	0,06	0,15	0,25	0,40	0,47	0,50	0,51	0,52
Калий	0,57	0,80	0,90	0,97	0,99	1,0	1,0	1,0

Изменение запасов гумуса в почвах агроландшафтов результате проведения реконструкции мелиоративных систем определяется по формулам, приведенным в работах [37, 48]:

$$G_T / G_O = \exp(-\gamma T), \quad (15)$$

$$\gamma = \frac{O_O - (O_T + O_{орг})}{O_O} \cdot \xi, \quad (16)$$

где  $G_T$  - содержание гумуса на момент времени  $T$  (расчетный период времени), т/га;  $G_O$  - исходное содержание гумуса на момент времени  $T_O$  (до реконструкции мелиоративной системы), т/га;  $T$  - период времени, в годах;  $O_O, O_T$  - возврат биомассы в почву соответственно на момент времени  $T_O$  и  $T$ , т/га;  $O_{орг}$  - доза внесения органических удобрений за рассматриваемый период времени  $(T - T_O)$ , т/га;  $\xi$  - коэффициент, характеризующий интенсивность микробиологической деятельности в почве.

Содержание гумуса  $G_O$  на начальный момент времени  $T_O$  (до начало реконструкции мелиоративной системы), запасы гуматного и фульватного гумуса определяются путем решения системы уравнений:

$$\begin{cases} G_{гн} + G_{фк} = G_O \\ G_{гн} / G_{фк} = A \end{cases}, \quad (17)$$

Параметр  $A$  определяется в зависимости от типа почв и индекса сухости  $\bar{R}$ , табл. 2.9.

**Таблица 2.9 – Исходная информация для расчета «индекса почвы» [9]**

Зональный тип почв	"Индекс сухости"* $\bar{R}$	Потенциальные запасы гумуса, т/га ( $G_o$ )	$G_{эн} / G_{фк}$	Наличие питательных веществ в долях от максимального значения			Гидролитическая кислотность, $H_T$ , мг-экв/100г
				N	P	K	
1	2	3	4	5	6	7	8
Подзолистые	0,5	50	0,7	0,2	0,15	0,4	6
Дерново-подзолистые	0,6	80	0,8	0,4	0,2	0,5	4
Серые лесные	0,7	300	1,1	0,5	0,25	0,7	3,5
Выщелоченные черноземы	0,85	500	1,75	0,8	0,3	0,9	3
Типичные черноземы	1,1	800	2	1	0,5	1	3
Обыкновенные черноземы	1,5	600	2,2	1	0,4	1	1,5
Южные черноземы	1,75	400	1,75	0,7	0,15	0,8	1
Каштановые	2	300	1	0,5	0,25	0,7	0,5
Бурые полупустынные	2,5	50	0,6	0,1	0,15	0,6	0,5
Пустынные песчаные	3,5	20	0,2	0,03	0,07	0,6	0

\* величина определена нами расчетным путем.

При оценке изменения экономического плодородия почв в результате проведения реконструкции мелиоративной системы (формула 14) учитываются объемы внесения органических и минеральных удобрений и мероприятия по регулированию кислотно-щелочных условий (известкование почв). При этом содержание  $NPK$  корректируется в зависимости от доз внесения минеральных удобрений, величина  $G_T$  (формула 15) – с учетом внесения органических удобрений, а величина  $H_T$  (формула 14) - с учетом известкования.

Расчетную норму внесения извести на полную нейтрализацию гидролитической кислотности определяют по формуле:

$$D_u = 5H_r \cdot h \cdot \gamma, \quad (18)$$

где  $D_u$  – расчетная норма извести  $\text{CaCO}_3$ , т/га;  $H_r$  – гидролитическая кислотность, мг-экв на 100 г почвы;  $h$  – мощность известкуемого слоя, м;  $\gamma$  – средняя плотность почвы, т/м<sup>3</sup>; 5 – коэффициент перевода из мг-экв в т/га.

Норму  $\text{CaCO}_3$  пересчитывают в физические дозы известкового материала с учетом его влажности и крупности помола по формуле:

$$D_\phi = \frac{D_u \cdot 10^6}{K(100 - B_l) \cdot (100 - B)}, \quad (19)$$

где:  $D_\phi$  - физическая норма известкового материала, т/га;  $K$  - содержание  $\text{CaCO}_3$  в известковом материале, %;  $B_l$  – содержание влаги в известковом материале, % на сухую навеску;  $B$  – содержание частиц крупнее 1мм в известковом материале, %.

Существенное влияние на уровень плодородия почв оказывают процессы засоления и осолонцевания земель. Это обстоятельство учитывается путем корректировки значения «индекса почвы» (формула 14) на величину коэффициентов, характеризующих степень засоления и осолонцевания почв, табл. 2.10.

**Таблица 2.10 – Коэффициенты, характеризующие степень засоления и осолонцевания почв [37]**

Содержание токсичных солей, %	Коэффициент, характеризующий степень засоления почв	Величина SAR	Коэффициент, характеризующий степень осолонцевания почв
0,1	0,99	2	1,0
0,2	0,78	4	0,8
0,3	0,4	6	0,5
0,4	0,1	8	0,3
-	-	10	0,2

Предупреждение процесса засоления орошаемых земель осуществляется путем применения промывного режима орошения. Величина оросительной

нормы, необходимая для поддержания благоприятного водно-солевого режима почв, определяется по формуле [7]:

$$M^{пром} = \frac{1}{1 - \frac{C_1}{C_d}} \left( \frac{\frac{C_2}{C_d} - 1}{\Delta / \lambda \cdot m} + 1 \right), \quad (20)$$

где  $M^{пром}$  - величина оросительной нормы, необходимая для поддержания благоприятного водно-солевого режима почв,  $м^3 / га$ ;  $C_1$  - минерализация поливной воды, г/л;  $C_2$  - минерализация грунтовой воды, г/л;  $C_d$  - допустимая минерализация почвенного раствора, г/л;  $D$  - дефицит атмосферного увлажнения заданной обеспеченности, мм;  $\bar{\Delta} = \Delta / \lambda \cdot m$ ;  $\Delta$  - уровень грунтовых вод, м;  $\lambda$  - коэффициент гидродинамической дисперсии, м;  $m$  - пористость почвы.

Предупреждение и борьба с засолением почв осуществляется путем проведения капитальных и профилактических промывок с использованием существующих нормативно-методических документов [49].

Предупреждение и борьба с осолонцеванием почв осуществляется за счет гипсования и мелиоративной обработки почв. Доза внесения мелиоранта зависит от содержания сорбируемых ионов  $Na, Mg$  и  $Ca$  в почвенно-поглощающем комплексе и определяется по результатам проведения прогноза водно-солевого режима почв [33]:

$$D = 0,86 \cdot h \cdot \varphi [(Na - 0,05 \cdot N_0) + (Mg - 0,2 \cdot N_0)] \dots (21)$$

где  $h$  - глубина расчетного слоя почвы, м;  $\varphi$  - плотность почвы в расчетном слое, г/см<sup>3</sup>;  $Na, Mg$  - содержание обменного натрия и магния, мг-экв. на 100 г почвы;  $N_0$  - емкость поглощения, мг-экв. на 100 г почвы.

Мелиоративная обработка солонцовых почв производится путем глубокой вспашки с одновременным внесением мелиоранта.

*3 Оценка необходимости и объема агротехнических и агролесотехнических мероприятий по защите и сохранению сельскохозяйственных угодий от эрозии, дефляции и подтопления.*

Результаты анализа использования земель сельскохозяйственного назначения, включая и мелиорируемые земли, показали, что одной из основных причин снижения уровня плодородия почв и низкой экономической эффективности производства сельскохозяйственной продукции является эрозия и дефляция почв. В связи с этим возникает необходимость в разработке мероприятий по предупреждению эрозии и дефляции почв при обосновании экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем. К ним относятся проведение агротехнических приемов (система обработки и мульчирования поверхности пахотных почв растительными остатками, залужение пахотных почв и организация почвоохранных севооборотов) и агролесотехнических мелиораций (посадка полезащитных лесных полос, водоохранные насаждения, кулисные посевы и др.) [37, 50, 51 и др.].

Указанные агротехнические и агролесотехнические мелиорации обеспечивают не только защиту и сохранение земель от эрозии и дефляции, но и способствуют увеличению биоразнообразия, увеличению эффективности использования ограниченных ресурсов естественного увлажнения, а также снижению загрязнения водных ресурсов.

Для обоснования состава и объема агротехнических и агролесотехнических мелиораций по предупреждению эрозии почв используется формула [52]:

$$V = 2,24 \cdot R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P, \quad (22)$$

где  $V$  - интенсивность водной эрозии почв, т/га;  $R$ - фактор эродирующей способности дождя;  $K$  – фактор подверженности почв эрозии;  $L$  - фактор длины склона;  $S$  - фактор уклона;  $C$  – фактор системы ведения растениеводства;  $P$  – фактор борьбы с эрозией.

Водные потоки, обуславливающие эрозионные процессы на склонах, возникают благодаря выпадающим осадкам. Поэтому в качестве одного из важнейших факторов в уравнение 22 введен безразмерный множитель  $R$ , получивший в отечественной литературе название эрозионного потенциала дождевых осадков. Его величина может быть определена по картам эрозион-



ного потенциала осадков [53], составленным для территории нашей страны. Показатель  $K$  в уравнении 22 характеризует предрасположенность почв к эрозии. Значения этого фактора для различных типов почв и с разным содержанием органики приводятся в специальных справочниках в виде диаграмм, номограмм и таблиц [54].

Эрозионный потенциал рельефа  $LS$  характеризует такие свойства рельефа, как длину и крутизну склона, и определяется по следующей формуле [52]:

$$LS = \left( \frac{x}{22,13} \right)^m (0,065 + 0,045s + 0,0065s^2), \quad (23)$$

где  $x$  - длина склона, м;  $s$  - крутизна склона, %;  $m$  - показатель степени ( $m = 0,5$ , если крутизна склона  $s \geq 5$  %;  $m = 0,4$ , если  $3 < s < 5$  %;  $m = 0,3$ , если  $1 \leq s \leq 3$  %;  $m = 0,2$ , если крутизна  $s < 1$  %).

Хозяйственно-агрономический фактор или фактор системы ведения растениеводства  $C$  учитывает влияние на смываемость почв различных типов растительности и сложившейся хозяйственной практики и меняется в довольно широких пределах от 0,0001...0,001 для территорий, покрытых сплошными лесами, до 0,48...0,56 для пашни.

Последний показатель  $P$  в уравнении 22 характеризует эффективность почвозащитных (агротехнических) мероприятий, применяемых на рассматриваемой территории. Значения этого показателя при различных видах противоэрозионных мер приведены в работе [55].

Результаты анализа формулы 22 свидетельствуют о том, что факторы  $C$  и  $P$  учитывают действия агротехнических мероприятий на уровень плодородия почв (система обработки почвы, мульчирование и др.), а эрозионный потенциал рельефа  $LS$  - агролесомелиоративные мероприятия.

Порядок обоснования агролесотехнических мелиораций:

- оценка существующей интенсивности эрозии (до реконструкции мелиоративной системы) при известных значениях параметров, входящих в формулу 22);

- до реконструкции мелиоративной системы при известных величинах  $x$  и  $s$  (формула 23) определяется значение  $LS$ ;

- определяется необходимая степень снижения интенсивности эрозии  $\bar{V}$ , как частное от деления допустимой и существующей интенсивности эрозии;

- определяется значение  $LS_1 = LS \bar{V}$ ;

- по значению  $LS_1$  определяется новое значение  $x$ , которое характеризует расстояние между лесными полевосащитными полосами, обеспечивающее снижение интенсивности эрозии до допустимых пределов (после реконструкции мелиоративной системы).

При обосновании состава и объема агротехнических мелиораций используется формула 22, необходимая степень снижения интенсивности эрозии и данные табл. 2.11.

**Таблица 2.11 – Значения параметров  $P$  и  $C$**

Параметры	Уклоны, <sup>0</sup>				
	1-2	2-5	5-7	7-10	>10
$P$	0,6	0,5	0,6	0,8	0,9
$C$ , для леса	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002
$C$ , для луга	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
$C$ , для стерни	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06
$C$ , для чистого пара	1	1	1	1	1
$C$ , для севооборота	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08
$C$ , для мульчирования	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05

Рассчитанные параметры лесных полевосащитных насаждений оцениваются с точки зрения предотвращения процессов дефляции почв. Оценка процессов дефляции производится с учетом относительного расстояния между лесными полосами ( $\frac{x}{H}$ , где  $x$  – расстояние между лесными полосами, м;  $H$  – высота деревьев, м); допустимой скорости ветра, при которой процесс дефляции прекращается ( $V = 5$  м/с); скорости ветра 10 % обеспеченности ( $V_{10}$ ).

Расстояние между лесными полосами определяются в зависимости от  $V^\phi = 5/V_{10}$ , табл. 2.12.

**Таблица 2.12 – Расстояние между лесными полосами в зависимости от  $V^\phi$**

$\frac{x}{H}$	4	8	12	16	20	24	28	32
$V^\phi$	0,25	0,45	0,55	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85

Изложенный выше подход к оценке необходимости и объема агротехнических и агролесотехнических мероприятий по защите и сохранению сельскохозяйственных угодий от эрозии, дефляции и подтопления позволяет учесть степень эрозии и дефляции почв при обосновании экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем.

4. *Оценка степени нарушенности структуры природных ландшафтов, площадей разрушенных и трансформированных экосистем и допустимой степени нарушенности структуры природных ландшафтов.* Степень нарушенности структуры ландшафта как интегральный показатель его состояния определяется до проведения реконструкции мелиоративных систем набором земельных угодий и отношением интенсивно используемых земель (пашня, населенные пункты, промзоны) к общей площади ландшафта [37, 56]

$$k_n = \frac{F_n}{F_o}, \quad (24)$$

где  $k_n$  - коэффициент, характеризующий степень нарушенности структуры ландшафта;  $F_n$  - площадь нарушенных земель (пашня, населенные пункты, промышленные зоны, сплошные вырубki леса, карьеры, заросшие сорняками и засоленные земли), га;  $F_o$  - общая площадь ландшафта, га.

Площади разрушенных и трансформированных экосистем оцениваются до проведения реконструкции мелиоративных систем на основании анализа многочисленных данных и статистической их обработки [1]:

$$\mathcal{E}_k = ak_n + vk_n^2 \quad (25)$$

где:  $\mathcal{E}_k$  – площадь нарушенных экосистем, %;  $a$  и  $b$  - коэффициенты, значения которых приведены в табл. 2.13.

**Таблица 2.13 – Значения коэффициентов  $a$  и  $b$**

Федеральные округа	$a$	$b$
Северо-Западный, Сибирский и Дальневосточный	0,2	0,04
Уральский, Поволжский	0,3	0,02
Центральный, Южный, Северо-Кавказский	0,6	0,01

Современное состояние природной среды в большинстве регионов характеризуется как неудовлетворительное, что оказывает значительное влияние на состояние здоровья населения, сельскохозяйственных земель и эффективность агропромышленного комплекса и ставит под угрозу экологическую и продовольственную безопасность страны. В связи с этим, снижение воздействия сельского хозяйства на природную среду является одной из основных экологических проблем агропромышленного комплекса. Негативное воздействие сельского хозяйства на природную среду проявляется в увеличении степени нарушенности природной структуры, снижении биоразнообразия, запасов органического вещества в ландшафтах и увеличении площадей нарушенных экосистем. Учитывая, что все перечисленные параметры связаны между собой, необходимо, прежде всего, ограничить степень нарушенности структуры ландшафтов  $k_n$ . Допустимые значения степени нарушенности природной структуры агроландшафта  $K_n$  оцениваются, исходя из следующих требований [1]:

- уменьшение площадей интенсивно используемых земель за счет снижения пахотных земель, промзон и заброшенных земель;
- уменьшение площадей нарушенных экосистем с целью восстановления действия принципа Ле-Шателье - Брауна;

- увеличение биоразнообразия и запасов органического вещества в ландшафтах за счет восстановления экологического каркаса и численности животных.

Допустимые значения степени нарушенности природной структуры агроландшафта  $K_n$  оцениваются, используя формулу 25, исходя из условия  $\mathcal{E}_k \leq k_n$ .

5. *Оценка изменения биоразнообразия ландшафтов.* Для оценки изменения биоразнообразия агроландшафтов и общего запаса органического вещества в почве используется система моделей, характеризующих общие запасы биомассы и органического вещества, биоразнообразии в зависимости от структуры использования земель, системы земледелия и видов мелиорации, которые определяют условия сохранения биоразнообразия, общую устойчивость и нормальное функционирование ландшафтов.

Изменение биоразнообразия ландшафтов (БИО) оценивается с использованием выражения, которое получено на основании имеющихся фактических данных и статистической их обработки [1]

$$БИО = \mathcal{E}_k \cdot \lambda \quad (26)$$

где  $\lambda$  – коэффициент, характеризующий степень снижения биоразнообразия экосистем, табл. 2.14.

**Таблица 2.14 – Коэффициент, характеризующий степень снижения биоразнообразия экосистем**

Федеральные округа	Значения коэффициента $\lambda$
Северо-Западный, Сибирский	0,25
Центральный, Поволжский, Дальневосточный	0,17
Южный, Северо-Кавказский	0,15
Уральский	0,2

Для изменения состояния животного мира используется формула [1]:

$$K_{жс} = C_0(1 - \beta_0) \quad (27)$$

где:  $K_{ж}$  - интегральный показатель состояния животного мира (изменение коэффициента биоразнообразия животного мира);  $C_0$  – зональный коэффициент биоразнообразия;  $\beta_0$  - коэффициент, характеризующий снижение численности животных в зависимости от степени нарушенности структуры природных ландшафтов. Значения зональных коэффициентов биоразнообразия ( $C_0$ ) приведены в табл. 2.15.

**Таблица 2.15 – Значения зональных коэффициентов биоразнообразия ( $C_0$ )**

Лесная зона	Лесостепная зона	Степная зона	Сухостепная зона	Поймы и дельты рек
5,5	6,6	6,4	3,4	8-10

Значения  $\beta_0$  приведены в табл. 2.16.

**Таблица 2.16 – Характеристика степени нарушенности ландшафтов**

Природно- климатическая зона	Показатели и их значения			Степень* нарушенности ландшафтов
	$k_n$	$\beta_0$	$B_i/B_0$	
Лесная	$\leq 0,10-0,15$	0-0,25	0,85-0,90	Слабая
	0,15-0,30	0,25-0,50	0,70-0,85	Средняя
	0,30-0,50	0,50-0,75	0,50-0,70	Сильная
	$> 0,50$	0,75-1,00	$< 0,50$	Критическая
Лесостепная	$\leq 0,15-0,20$	0-0,25	0,80-0,85	Слабая
	0,20-0,40	0,25-0,50	0,60-0,80	Средняя
	0,40-0,50	0,50-0,75	0,47-0,60	Сильная
	$> 0,50$	0,75-1,00	$< 0,47$	Критическая
Степная	$\leq 0,15-0,30$	0-0,25	0,73-0,78	Слабая
	0,30-0,50	0,25-0,50	0,57-0,73	Средняя
	0,50-0,60	0,50-0,75	0,50-0,57	Сильная
	$> 0,60$	0,75-1,00	$< 0,50$	Критическая
Сухостепная	$\leq 0,15-0,20$	0-0,25	0,83-0,86	Слабая
	0,20-0,40	0,25-0,50	0,68-0,83	Средняя
	0,40-0,50	0,50-0,75	0,60-0,68	Сильная
	$> 0,50$	0,75-1,00	$< 0,60$	Критическая

\* слабая – природный каркас сохранил непрерывность;  
 средняя – природный каркас близок к разделению на отдельные природные массивы;  
 сильная – природный каркас разделен на крупные природные массивы, способные к саморегуляции;  
 критическая – природный каркас разделен на отдельные природные массивы не способные к саморегуляции.

где  $B_0$  и  $B_t$  – общие запасы биомассы в агроландшафтах на начало и конец расчетного периода, т/га.

Общие запасы органического вещества (биомассы) характеризуют биологический круговорот и различаются по природно-климатическим зонам в зависимости от величины «индекса сухости» (формулы 12 и 13) [60]. Оценка изменения общих запасов органического вещества в агроландшафтах в результате проведения реконструкции мелиоративных систем проводится в зависимости от степени нарушенности структуры ландшафта  $k_n$ , табл. 2.16.

6. *Оценка экологической устойчивости агроландшафтов.* Оценка экологической устойчивости агроландшафтов производится по формуле [57]:

$$K_c = \frac{\sum_1^n f_1 K_1 K_2}{F} \quad (28)$$

где:  $K_c$  – коэффициент экологической устойчивости агроландшафта, в долях от единицы;  $f_1$  – площадь биотических и абиотических элементов, %;  $K_1$  – коэффициент, характеризующий экологическую значимость отдельных биотических и абиотических элементов, (см. таблицу 2.17.);  $K_2$  – коэффициент геолого-морфологической устойчивости рельефа,  $K_2 = 0,7$  для нестабильного рельефа (пески, склоны, оползни) и  $K_2 = 1,0$  для стабильного рельефа;  $F$  – общая площадь системы.

Оценку устойчивости природных и природно-техногенных систем производят по следующей шкале:

$K_c$	степень устойчивости
$\leq 0,33$	неустойчивый
0,34...0,50	малоустойчивый
0,51...0,66	среднеустойчивый
0,67...1,00	устойчивый

**Таблица 2.17 – Коэффициенты относительной экологической значимости**

Биотические и абиотические элементы ландшафта	Природно-климатическая зона					
	Северная тайга	Южная тайга	Лесостепная	Степная	Сухостепная	Полупустынная
Леса	0,48	0,80	0,84	1,00	-	-
Луга	0,40	0,60	0,80	0,95	0,70	0,20
Сенокосы	0,38	0,58	0,78	0,93	0,66	0,18
Пастбища	0,39	0,59	0,79	0,94	0,67	0,19
Пашня	0,08	0,11	0,13	0,15	0,11	0,06
Населенные пункты и промзоны	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
Заброшенные земли	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5

Экологическая значимость мелиорируемых земель определяется по формуле [44, 58]:

$$K_i = K_{i0} \frac{(c + g)_0 \cdot Y_1}{(c + g)_1 \cdot Y_0}, \quad (29)$$

где  $K_{i0}$ ,  $K_i$  - коэффициенты экологической значимости земельных угодий до и после проведения реконструкции мелиоративной системы;  $(c + g)_0, (c + g)_1$  - сумма поверхностного стока и влагообмена с грунтовыми водами до и после проведения реконструкции мелиоративной системы, мм;  $Y_0, Y_1$  - урожайность сельскохозяйственных культур до и после проведения реконструкции мелиоративной системы, ц/га.

*7. Оценка экологической ценности ландшафтов при проведении реконструкции мелиоративных систем.*

Оценка экологической ценности ландшафтов определяется следующим образом [1, 10]:

$$Ц_в = 10Ц_р, \quad (30)$$

$$Ц_р = 2,5 Ц_к, \quad (31)$$



где:  $C_e$  - экологическая ценность ландшафтов (определяется по данным табл. 2.18.), руб./га;  $C_p$  - рыночная стоимость земли, руб./га;  $C_k$  - кадастровая стоимость земли, руб./га.

**Таблица 2.18 – Осредненная величина экологической ценности природных систем по федеральным округам [1], тыс. руб./га**

Федеральные округа	Экологическая ценность природных систем
1	2
Северо-Западный	1000,0
Центральный	1080,0
Южный, Северо-Кавказский	1140,0
Приволжский	1030,0
Уральский	1040,0
Сибирский	1090,0
Дальневосточный	1100,0

Полная стоимость (ценность) ландшафтов равна сумме рыночной стоимости и экологической ценности. Необходимость корректировки рыночной стоимости земель вызвана тем, что существующая кадастровая оценка сельскохозяйственных земель не в полной мере учитывают экологические факторы (динамику изменения состояния компонентов природной среды в результате хозяйственной деятельности, природное и экономическое плодородие и направленность почвообразовательных процессов, интенсивность деградационных процессов, степень техногенного загрязнения природной среды, характеристику оптимального мелиоративного режима земель и комплекс мероприятий по его созданию, экологическую значимость отдельных видов сельскохозяйственных угодий). Коэффициент 2,5 получен на основании сопоставления существующей кадастровой оценки и экологической значимости различных сельскохозяйственных угодий.

Оценка экологического ущерба от использования земель в сельском хозяйстве ( $V_1$ ) проводится в зависимости от изменения биоразнообразия ландшафта, ценности экосистемных услуг и площади нарушенных экосистем по

следующим зависимостям, полученным на основании обобщения и анализа многочисленных данных и статистических расчетов [1, 10]:

$$Y_1 = C_3 \cdot БИО \quad (32)$$

где:  $ЭУ$  – экологический ущерб от использования земель в сельском хозяйстве, руб.;  $БИО$  – изменение биоразнообразия ландшафтов (определяется по формуле 26).

Оценка экологического ущерба здоровью населения ( $Y_2$ ) проводится в зависимости от изменения биоразнообразия ландшафта, ценности экосистемных услуг и площади нарушенных экосистем по следующим зависимостям, полученным на основании обобщения и анализа многочисленных данных и статистических расчетов [1, 10, 59]:

$$Y_2 = 10Э_n + 20Э_n^2, \quad (33)$$

где  $Y_2$  – экологический ущерб здоровью населения, в % от величины внутреннего валового продукта;  $Э_n$  – площадь нарушенных экосистем (определяется по формуле 25), %.

Оценка предотвращенного экологического ущерба от использования земель в сельском хозяйстве определяется как разница между экологическим ущербом в существующих (до проведения реконструкции мелиоративной системы) и проектных условиях (после проведения реконструкции мелиоративной системы). Экологический ущерб от использования земель в сельском хозяйстве связан с трансформацией природных ландшафтов в агроландшафты и нарушением природной структуры земель, уменьшением биоразнообразия и запасов органического вещества (величина остаточного экологического ущерба представляет собой разницу между экологическими ущербами соответственно до и после проведения реконструкции мелиоративной системы).

8. *Оценка изменения состояния поверхностных и подземных вод в результате реконструкции мелиоративных систем.* Существенную роль в функционировании природных систем играют водные ресурсы. И от того, насколько эффективно водные ресурсы используются в сельском хозяйстве и других отраслях экономики, зависит экологическая устойчивость природных

систем и эколого-экономическая эффективность агроландшафтов. В связи с этим для оценки изменения состояния поверхностных и подземных вод предлагается использовать нормы водопотребления сельскохозяйственных культур, режим и качество вод, которые определяются интенсивностью поверхностного стока, интенсивностью и направленностью водообмена между почвами и грунтовыми водами и поступлением загрязненных веществ с сельскохозяйственных угодий.

Результаты исследований показали [61], что водные ресурсы в сельском хозяйстве (орошаемом земледелии) не эффективно. Причин тому много, но основными являются: применяемая техника и технологии полива; существующая система земледелия, не обеспечивающая рационального использования биоклиматических ресурсов страны и, как следствие, низкие урожаи; отсутствие платности природопользования и др. Не способствует эффективному использованию водных ресурсов в орошаемом земледелии и действующая нормативно-методическая база в области мелиорации. Так, например, режим орошения определяется исходя из полного удовлетворения требований растений к водному режиму корнеобитаемого слоя почвы и при этом не учитываются требования к регулированию других режимов, процессов и основных свойств природных систем (тепловой, водный, солевой, химический, биологический режимы почв; процессы почвообразования; регулирование биологического и геологического кругооборотов), которые были нарушены в результате хозяйственной деятельности (например, распашки и сельскохозяйственного использования земель). Однако такой подход к обоснованию мелиоративного режима орошаемых земель (в частности, оросительных норм сельскохозяйственных культур) не является оптимальным, так как природная система состоит из ряда взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов, режимов и процессов, обеспечивающих целостность и функционирование агроландшафта в целом, и изменение одного из них (в данном случае водного режима) ведет к изменению других [9]:

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i k_i \quad (34)$$

где  $X$  – интегральный показатель оценки состояния и изменения природных систем (ландшафта) в результате хозяйственной деятельности;  $n$  – число компонентов природных систем (почва, водные ресурсы, растительность, атмосферный воздух и животный мир);  $x_i$  – норматив состояния  $i$ -го компонента ландшафта;  $k_i$  – весовой коэффициент, отражающий относительную роль  $i$ -го компонента в функционировании природных систем (для почвы он равен 1; для водных ресурсов – 0,95; для растительности – 0,50; для атмосферного воздуха – 0,45; для животного мира – 0,32).

Использование биологических оросительных норм сельскохозяйственных культур при обосновании экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем, учитывающих только потребности сельскохозяйственных культур в воде и определяемых из условия получения наибольшего урожая, неизбежно приведет к искусственному завышению проектного объема водозабора на орошение и росту нагрузки на природную среду (загрязнение водных объектов, эрозия, засоление и осолонцевание почв, подъем уровня грунтовых вод, сработка запасов и ухудшение состава гумуса, снижение природного плодородия почв и т.д.). Объясняется это тем, что характер зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от водообеспеченности (как показали результаты анализа) имеет нелинейную затухающую тенденцию, то есть происходит снижение приростов урожаев по мере увеличения водоподачи на единицу площади (оросительных норм), а нагрузка на природную среду существенно увеличивается. В связи с этим возникает возможность существенного сокращения оросительных норм сельскохозяйственных культур по сравнению с биологическими нормами при некотором снижении уровня урожайности [23, 61 и др.].

В основу оценки продуктивности мелиорируемых земель (формула 7) положена методика оросительных норм сельскохозяйственных культур, основные положения которой подробно изложены в работе [60]. Ее использо-

вание при оценке экономической эффективности реконструкции мелиоративных систем будет способствовать снижению безвозвратного водопотребления в орошаемом земледелии, загрязнения водных объектов за счет уменьшения объема дренажно-сбросных вод, негативной нагрузки на почву и, в конечном итоге, на обеспечение мультипликативного эколого-экономического эффекта в различных сферах агропромышленного комплекса и в целом экономики страны.

Важное значение для выбора интегральных показателей, характеризующих состояние водных ресурсов, имеют особенности формирования речного стока. Формирование стока равнинных рек происходит на всем протяжении от истоков до устья за счет поверхностного и подземного стока  $(\bar{c} + g)$ . Величина  $(\bar{c} + g)$  в многолетнем плане определяется интегральным показателем состояния атмосферного воздуха (индекс сухости), структурой агроландшафтов и характером поверхности почвы [62]. Причем поверхностный сток  $(\bar{c})$  является наиболее важной и динамичной составляющей. Подземный приток  $(g)$  играет подчиненную роль и зависит от гидрогеологических условий и превышения уровня грунтовых вод над уровнем воды в реке. Минерализация речных вод, как правило, возрастает вниз по течению.

Для оценки качества водных ресурсов в качестве интегрального показателя используется индекс загрязнения воды [63]:

$$\text{ИЗВ} = \sum_1^n [C_i / \text{ПДК}_i] / n \quad (35)$$

где: ИЗВ – индекс загрязнения воды, табл. 2.19.;  $n$  – число гидрохимических показателей, наиболее характерных для данного водного объекта (часть из них обязательная – рН, БПК<sub>5</sub>);  $C_i$  – концентрация  $i$ -го компонента;  $\text{ПДК}_i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го компонента.

**Таблица 2.19 – Классы качества вод в зависимости от величины ИЗВ**

Качество воды	ИЗВ	Класс вод	Качество воды	ИЗВ	Класс вод
Очень чистые	< 0,2	1	Грязные	4,0-6,0	5
Чистые	0,2-1,0	2	Очень грязные	6,0-10,0	6
Умеренно загрязненные	1,0-2,0	3	Чрезвычайно грязные	> 10,0	7
Загрязненные	2,0-4,0	4			

Использование при оценке экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем приведенной выше системы интегральных показателей позволяет учесть большое разнообразие почвенно-климатических условий, хозяйственных, экологических и социальных условий рассматриваемого региона, виды мелиораций и обосновать комплекс мероприятий, включающий агротехнические, агрохимические, агролесотехнические и гидротехнические мелиорации и обеспечивающий воспроизводство природных ресурсов и повышение экономической эффективности мелиорируемых агроландшафтов и ландшафтов в целом. При этом необходимо отметить, что результаты воздействия мелиорации сельскохозяйственных земель на компоненты природной среды и агроценозов учитываются не только через изменение продуктивности сельхозугодий, но и через величину предотвращенного ущерба (эффекта) и ущерба от изменения качественных и количественных характеристик природных ресурсов в результате проведения реконструкции мелиоративных систем (биоразнообразия и продуктивности, состояния экосистем, режима и загрязнения поверхностных и подземных вод, процессов почвообразования, качества жизни населения и др.). Оценка экономической эффективности реконструкции систем проводится с учетом ретроспективного анализа состояния компонентов техно-природных систем и долгосрочного прогноза ожидаемых последствий воздействия на них различных мелиоративных мероприятий с помощью системы моделей и критериев, приведенных выше. Все это свидетельствует о том, что в основу оценки экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных

систем положен не принцип «конца трубы», а механизм, направленный на предотвращение, снижение или компенсацию возможного негативного воздействия мелиорации земель на состояние основных компонентов агроландшафта. Такой подход к оценке эффективности реконструкции мелиоративных систем требует учета дополнительных затрат, связанных с предотвращением, снижением или компенсацией возможного негативного воздействия мелиорации земель на состояние основных компонентов агроландшафта. Их величина ( $C_{ит}^{природ}(F_{рек}, F_{II})$  в формулах 1 - 4) формируется за счет:

- затрат на поддержание и повышение уровня природного и экономического плодородия почв;
- затрат на предупреждение и борьбу с эрозией и дефляцией почв;
- затрат на проведение комплекса мероприятий по регулированию кислотно-щелочного режима почв (известкование кислых почв, внесение мелиоранта с целью предотвращения процесса осолонцевания почв, промывка земель с целью предотвращения их засоления и др.);
- затрат на проведение агрохимических мероприятий;
- платежей за пользование водными объектами и за загрязнение водных объектов.

Затраты на поддержание и повышение уровня плодородия почв зависят от направленности и интенсивности биологического и геологического круговоротов и их взаимосвязи, а их величина определяется по результатам составления долгосрочных прогнозов водного, солевого, химического режимов и процессов производства биомассы и почвообразования. В основу определения их величины положен комплексный анализ влияния мелиорации (реконструкции систем) на свойства почв и при этом учитывались следующие факторы: природные и климатические условия, запасы и состав гумуса, обеспеченность элементами минерального питания и кислотно-щелочной режим почв, система обработки почв, гидротермический режим; ежегодный возврат биомассы в почву; отчуждение биомассы с убранным урожаем; дозы внесе-

ния минеральных и органических удобрений; величина эрозионных потерь почвы и др.

Затраты на поддержание и повышение уровня плодородия почв, как составная часть природоохранных затрат (формулы 1 - 4), определяются по формулам [14, 61, 64]:

$$C_{m}^{гум} = \left( \frac{\gamma_{гум} \cdot g_{m}}{\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot 1000} + \frac{V_{m}}{\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3} \right) \cdot u_t^{нав} \dots\dots\dots(36)$$

$$\gamma_{гум} = 0,359 \cdot \ell^{0,0869Na} \dots\dots\dots (37)$$

где  $C_{m}^{гум}$  - затраты на поддержание и повышение уровня плодородия почв при проведении  $m$ -ого варианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий в году  $t$ , руб/га;  $\gamma_{гум}$  - растворимость гумуса, г/л;  $g_{m}$  - величина водообмена между почвенными и грунтовыми водами при проведении  $m$ -ого варианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий в году  $t$  расчетного периода, м<sup>3</sup>/га;  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  - коэффициенты, учитывающие соответственно содержание сухого вещества в органическом удобрении и скорость его гумификации (для подстилочного навоза  $\alpha_1 = 0,25$  и  $\alpha_2 = 0,52$ );  $\alpha_3$  - коэффициент пересчета гумуса по качественному составу (для черноземов  $\alpha_3 = 1,0 \dots 1,2$ ; для каштановых почв  $\alpha_3 = 1,5 \dots 2,2$ );  $V_{m}$  - величина эрозионных потерь почвы в результате водной эрозии почв при проведении  $m$ -ого варианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий в году  $t$  расчетного периода (определяется по формуле 22), т/га;  $u_t^{нав}$  - цена навоза с учетом затрат на хранение, транспортировку, разбрасывание и заделку в почву в году  $t$  расчетного периода, руб./га;  $Na$  - процентное содержание натрия в почвенно-поглощающем комплексе.

Величина водообмена  $g$  оказывает существенное влияние на формирование процессов почвообразования, экологически оптимальных оросительных норм сельскохозяйственных культур, грунтовых вод и речного стока. В



основу определения водообмена положен инженерный метод расчета, приведенный в работах [33, 65].

Решение вопросов предупреждения и борьбы с эрозией и дефляцией почв, как одного из путей их сохранения и воспроизводства, обеспечивается комплексом мелиоративных мероприятий, включающим агротехнические (система обработки почв, мульчирование пахотных почв), агролесотехнические (устройство лесных полей защитных насаждений) мелиорации, трансформацией части пахотных земель с уклонами выше  $5-7^{\circ}$  в полуприродные ландшафты путем их залужения и кулисными посевами. Реализация комплекса мероприятий по предупреждению и борьбе с эрозией и дефляцией почв учитывается при оценке экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем (формулы 1 - 4) через систему показателей: снижение потерь почвы (смыва почв); изменение природного (содержание и состав гумуса) и экономического плодородия почв (продуктивность мелиорируемых земель); снижение ущерба от наводнений и загрязнения поверхностных и подземных вод; снижение ущерба флоре и фауне.

Изменение объема потерь почвы при проведении комплекса мелиоративных мероприятий, направленного на предупреждение и борьбу с эрозией и дефляцией почв, определяется по формуле 22 и учитывается при расчете затрат на поддержание и повышение уровня плодородия почв (формула 36).

Изменение природного плодородия в результате реализации мер по предупреждению и борьбе с эрозией и дефляцией почв определяется по формуле 14, а величина предотвращенного экологического ущерба определяется по следующему выражению [66]:

$$Y_{\text{цт}}^{\text{пред}} = \frac{S_{Tm} - S_0}{S_0} \cdot F_m \cdot Ц_э, \quad (38)$$

где:  $Y_{\text{цт}}^{\text{пред}}$  - величина предотвращенного экологического ущерба за счет осуществления комплекса мероприятий по предупреждению и борьбе с эрозией и дефляцией почв при реализации *m-ого* варианта реконструкции мелиоративной системы, руб.;  $S_0$ ,  $S_{Tm}$  - интегральный показатель, характеризующий

уровень плодородия почвы на начало  $T_0$  (до проведения реконструкции мелиоративной системы) и конец рассматриваемого периода  $T$  (после проведения  $m$ -ого варианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий, определяется по формуле 14;  $C_s$  - экологическая ценность ландшафтов (определяется по данным табл. 2.18), руб./га;  $F_m$  - площадь, на которой проведен комплекс мероприятий по предупреждению и борьбе с эрозией и дефляцией почв при реализации  $m$ -ого варианта реконструкции мелиоративной системы, га.

Прирост урожайности сельскохозяйственных культур за счет осуществления комплекса мер по предупреждению и борьбе с эрозией и дефляцией почв (изменение экономического плодородия) определяется по формуле 7.

Вопросы защиты сельскохозяйственных земель и населенных пунктов от затопления и подтопления решаются через систему критериев и показателей оценки эффективности проведения агролесотехнических и водоохраных мелиораций, восстановления экологического каркаса территорий и системы инженерных мероприятий по защите от подтопления и затопления, а именно через определение величины предотвращенного ущерба [1, 11, 49].

Платежи за загрязнение водных объектов и снижение их величины за счет осуществления комплекса мероприятий по предупреждению и борьбе с эрозией и дефляцией почв в конкретном году определяется в зависимости от размера водопотребления, величины сброса коллекторно-дренажных вод, объема поступления загрязняющих веществ и размера платежей за загрязнение водных объектов [67]:

$$C_{сбтm} = \begin{cases} \sum_{k=1}^K m_k \cdot (V_{сбт}^{до} - V_{сбтm}^{после}) \cdot u_k^{сб}, \dots \dots \dots (39) \\ \sum_{k=1}^K [m_k + 5 \cdot (m_k^л - m_k)] \cdot (V_{сбт}^{до} - V_{сбтm}^{после}) \cdot u_k^{сб}, \dots \dots \dots (40) \\ \sum_{k=1}^K [m_k + 5 \cdot (m_k^л - m_k) + 25 \cdot (m_k^{свл} - m_k^л)] \cdot (V_{сбт}^{до} - V_{сбтm}^{после}) \cdot u_k^{сб}, \dots \dots \dots (41) \end{cases}$$

где  $C_{сбтm}$  - плата за загрязнение водных объектов при проведении  $m$ -ого ва-

рианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий в году  $t$  расчетного периода, руб.;  $m_k$  - концентрация загрязнителя  $k$ -го вида в сбросных водах в пределах установленных допустимых нормативов сбросов (ПДК), г/л;  $V_{сбt}^{до}$ ,  $V_{сбt}^{после}$  - объем сбросных вод в водные объекты соответственно до и после проведения  $m$ -ого варианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий в году  $t$  расчетного периода, м<sup>3</sup>;  $ц^{сб}$  - норматив платы за сброс одной тонны загрязняющего вещества  $k$ -го вида в пределах установленных допустимых нормативов сбросов (в пределах установленных лимитов сбросов размер платы увеличивается в 5 раз, при превышении установленного лимита сбросов – в 25 раз), руб/т;  $m_k^л$  - концентрация загрязняющего вещества  $k$ -го вида в пределах установленного лимита сбросов, г/л;  $m_k^{свт}$  - концентрация загрязняющего вещества  $k$ -го вида, превышающая установленный лимит сбросов, г/л.

Если концентрация загрязнителя  $k$ -го вида в сбросных водах находится в пределах установленных допустимых нормативов сбросов (ПДК), то применяется формула 39, если концентрация загрязнителя  $k$ -го вида в сбросных водах находится в пределах установленного лимита, но превышает ПДК – формула 40 и если концентрация загрязнителя  $k$ -го вида в сбросных водах превышает установленный лимит – формула 41.

При формировании предотвращенного ущерба от сохранения животного мира за счет проведения комплекса мероприятий по предупреждению и борьбе с эрозией и дефляцией почв учитываются изменение численности животных каждого вида и биомассы (формула 27), а также экономическая оценка или такса каждого вида животного.

Затраты на проведение комплекса мероприятий по регулированию кислотно-щелочного режима почв и внесение минеральных удобрений, как составная часть природоохранных затрат (формулы 1 - 4), формируются за счет расходов, необходимых на проведение известкования кислых почв, внесения минеральных удобрений и мелиоранта с целью предотвращения процесса

осолонцевания почв, проведения промывки земель с целью предотвращения их засоления. Оценка влияния комплекса мероприятий по регулированию кислотно-щелочного режима почв и агрохимических мелиораций на величину показателей обоснования экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем (формулы 1 - 4) проводится через изменение продуктивности сельскохозяйственных угодий, природного и экономического плодородия почв и уровня загрязнения поверхностных и подземных вод.

При определении доз внесения минеральных удобрений учитываются: дефицит элементов питания; потенциальная урожайность культур; вынос азота, фосфора и калия с основной продукцией и их поступление в почву с пожнивными остатками, соломой и сидератами; их влияние на почвенно-поглощающий комплекс, сумму обменных оснований, гидролитическую кислотность и состав гумуса и др.

Величина затрат на внесение мелиоранта (извести, гипса) с целью предотвращения процессов осолонцевания почв в расчетном году определяется по формуле:

$$C_{tm}^{мелиор} = D_{tm} \cdot u_{мел} + C_{tm}^{внес}, (42)$$

где  $C_{tm}^{мелиор}$  - затраты на внесение мелиоранта (извести, гипса) с целью предотвращения процессов осолонцевания почв при проведении  $m$ -ого варианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий в году  $t$  расчетного периода, руб.;  $D_{tm}$  - доза внесения мелиоранта при проведении  $m$ -ого варианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий в году  $t$  расчетного периода (определяется по формулам 18, 19, 21), т;  $u_{мел}$  - стоимость 1 тонны мелиоранта, руб.;  $C_{tm}^{внес}$  - текущие затраты, связанные с внесением мелиоранта в почву при проведении  $m$ -ого варианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий в году  $t$  расчетного периода, руб.

При определении затрат на промывку орошаемых земель с целью

предотвращения их от засоления учитываются содержание солей твердой фазы, равновесная динамика ионообменной сорбции, содержание ионов Cl, Na, Ca, Mg,  $SO_4$ , а их величина рассчитывается по формуле:

$$C_{tm}^{пром} = M_{tm}^{пром} \cdot u_g + C_{tm}, \dots \dots \dots (43)$$

где  $C_{tm}^{пром}$  - расходы на промывку орошаемых земель с целью предотвращения их от засоления при проведении  $m$ -ого варианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий в году  $t$  расчетного периода, руб./га;  $M_{tm}^{пром}$  - промывная норма при проведении  $m$ -ого варианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий в году  $t$  расчетного периода (определяется по формуле 20), м<sup>3</sup>/га;  $u_g$  - плата за использование водных ресурсов в орошаемом земледелии, руб./м<sup>3</sup>;  $C_{tm}$  - текущие затраты, связанные с подачей воды на поле и проведением промывки сельскохозяйственных земель при проведении  $m$ -ого варианта реконструкции мелиоративной системы и комплекса мелиоративных мероприятий в году  $t$  расчетного периода, руб./га.

При определении платежей за использование водных ресурсов в орошаемом земледелии учитывались вероятностный характер изменения природно-климатических условий, изменение состояния основных компонентов природной среды (почвы, биоты, поверхностных и подземных вод), хозяйственные и экономические условия сельскохозяйственных предприятий и водохозяйственных эксплуатационных организаций [61].

Прирост ежегодных издержек по эксплуатации мелиоративной сети (формулы 1 - 4) определяется по существующим укрупненным нормативам.

Прирост ежегодных затраты на производство сельскохозяйственной продукции (формулы 1 -4) в конкретном году определяются на основе данных технологических карт.

Прирост величины налогов (формулы 1 - 4) для сельскохозяйственных предприятий определяется в соответствии Налоговым кодексом Российской Федерации.

Изложенные выше подходы к формированию показателей, входящих в формулы 1 - 4, учитывают большое разнообразие почвенно-климатических условий, экологические, хозяйственные и социально-экономические факторы, комплекс мелиоративных мероприятий (агротехнические, агрохимические, агролесотехнические, биологические, гидротехнические и другие виды мелиораций), экологическую ценность природных экосистем, степень эрозии, структуру природных ландшафтов и ущерб здоровью человека и используются при определении единой системы ключевых показателей оценки коммерческой, бюджетной и общественной эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем с учетом некоторых особенностей. Суть их сводится к следующему.

Мелиоративные инвестиционные проекты (проекты реконструкции мелиоративных систем) реализуются в основном с применением модели государственно-частного партнерства (ГЧП), предполагающие софинансирование проекта государством и частным партнером (производителем сельскохозяйственной продукции) и при полном финансировании за счет внебюджетных средств, которые требуют предоставления государственной поддержки в различных формах (субсидирование процентных ставок по кредитам банков, предоставление налоговых льгот, частичное субсидирование расходов на строительство и реконструкцию мелиоративных систем, внесение удобрений и т.д.). При этом необходимо помнить о том, что любые расходы, профинансированные за счет бюджетных средств, уменьшают денежные выплаты участника проекта и приводят к росту получаемого им чистого дисконтированного дохода и сокращению срока окупаемости капиталовложений, а с другой стороны, эти расходы государства ведут к снижению показателей бюджетной эффективности проекта. Это обстоятельство необходимо учитывать при расчете как коммерческой, так и бюджетной эффективности.

Другая особенность заключается в том, что оценка коммерческой эффективности инвестиционных проектов реконструкции мелиоративных систем, отличающихся высокой экологической значимостью и наличием отда-

ленных экологических последствий принимаемых инвестиционных решений, требует корректировки традиционных подходов к определению ставки дисконтирования, заключающихся в суммировании безрисковой ставки дисконтирования (принимаемой, например, на уровне ставки рефинансирования Центрального Банка Российской Федерации) и премии за риск. Подобный рыночный подход сильно обесценивает денежные поступления и выплаты, имеющие место в конце расчетного периода. Тогда удаленные во времени от начала проекта затраты на сохранение окружающей природной среды окажутся близкими к нулю и именно применение рыночной ставки дисконтирования разновременных денежных поступлений и выплат станет первопричиной недооценки экологических последствий реализации проекта. Все это свидетельствует о том, что применение рыночных ставок в качестве нормы дисконта при оценке коммерческой эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем не способствует привлечению потенциальных инвесторов к реализации этих проектов. Необходимо вмешательство государства в решение этого вопроса.

С целью предотвращения реализации рассматриваемого сценария предлагается для проектов, требующих признанных экспертным сообществом отдаленных во времени компенсационных затрат на сохранение окружающей природной среды, использовать «социальную» («природоохранную») ставку дисконтирования, не превышающую 50% ставки рефинансирования Центрального Банка Российской Федерации. Одним из возможных путей решения вопроса определения социальной нормы дисконта может быть использован механизм возмещения разницы в процентных ставках по кредитам, полученным в российских кредитных организациях сельскохозяйственными товаропроизводителями, предприятиями и организациями АПК. Суть подхода к определению социальной нормы дисконта состоит в том, что при любом источнике финансирования социально значимых инвестиционных проектов по реконструкции мелиоративных систем государство субсидирует ставку рефинансирования до социальной нормы. В настоящее время для про-

изводителей сельскохозяйственной продукции государство субсидирует процентную ставку по кредитам в размере 80% ставки рефинансирования [68]. Подобный прием при обосновании эффективности социально значимых проектов (а проекты по реконструкции мелиоративных систем) является стандартной международной практикой, (подробнее об этом см.<sup>1</sup>), обеспечивающей снижение эффекта обесценивания удаленных во времени денежных поступлений и выплат. Следует отметить, что при условии участия в проекте инвестора из негосударственного сектора экономики в оценку эффективности бюджетных инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем необходимо заложить денежные выплаты в размере субсидии, покрывающей разницу между рыночной и социальной ставкой дисконтирования.

В соответствии с «Методическими рекомендациями ...» [24] при определении показателей коммерческой эффективности особое внимание необходимо уделять стоимостной оценке экологических последствий осуществления данного проекта. Объясняется это тем, что если экологические последствия инвестиционного проекта реконструкции мелиоративных систем не находят адекватного отражения в рыночных ценах, то они будут просто проигнорированы предприятием-инициатором проекта (например, сельскохозяйственным предприятием) или частным инвестором, определяющим свою коммерческую эффективность участия в данном проекте. Надо сказать при определении коммерческой эффективности реконструкции мелиоративных систем стоимостная оценка экологических и социально-экономических последствий реализации мелиоративных инвестиционных проектов учтена через систему показателей: продуктивность сельскохозяйственных земель (формулы 6, 7), затраты на поддержание и повышение уровня природного и экономического плодородия почв, включающие затраты на предупреждение и борьбу с эрозией и дефляцией почв, на проведение комплекса мероприятий по регулированию кислотно-щелочного режима почв (известкование кислых

---

<sup>1</sup> Под ред. А.Марголина, Ф.Фельдгена. Роль институтов развития в повышении конкурентоспособности российской – Role of Development Institutions in Strengthening Competitiveness of the Russian Economy. – М. : Издательство РАГС, 2009



почв, внесение мелиоранта с целью предотвращения процесса осолонцевания почв, промывка земель с целью предотвращения их засоления и др.), на проведение агрохимических мероприятий (формулы 36, 42, 43), и платежи за использование водных ресурсов в орошаемом земледелии и за загрязнение водных объектов (формулы 39 - 41) и др.

Еще одна, как правило, не учитываемая совсем или учитываемая весьма поверхностно, особенность оценки бюджетной эффективности мелиоративных инвестиционных проектов связана с наличием существенных мультипликативных эффектов в смежных и сопряженных сферах экономики. Суть проблемы заключается в том, что в различные уровни бюджетной системы поступают не только налоги и неналоговые выплаты от прямых участников проекта, но и аналогичные платежи от их партнеров по реализации мелиорации сельскохозяйственных земель.

Особенности формирования и оценки влияния мультипликативных эффектов на различных стадиях реализации проектов реконструкции мелиоративных систем тесно связаны со спецификой реализации таких проектов. Она заключается в том, что уже на инвестиционной стадии их реализации возникает мультипликативный эффект. При размещении заказов на производство дождевальных машин и необходимого оборудования, выполнение строительно-монтажных работ, к проекту подключаются различные смежники, каждый из которых увеличивает налоговые выплаты в консолидированный бюджет. Характерно, что у каждого из отмеченных предприятий есть свои собственные смежники, вовлечение которых в реализацию проекта еще больше увеличивает налоговый мультипликатор. При прочих равных условиях, чем длиннее технологический цикл выполнения того или иного вида работ, связанных с выполнением проекта, тем больше и генерируемый этим видом работ мультипликативный эффект.

Принципиальным является тот факт, что подобный мультипликативный эффект невозможно учесть только при традиционных расчетах коммер-

ческой эффективности, поскольку дополнительные налоговые поступления не являются формирующим его фактором.

Очевидно, что мультипликативный эффект возникает лишь в том случае, если заказы размещаются на российских предприятиях. Действительно, если к реализации проекта привлекаются резиденты третьих стран, то именно эти страны и получают прирост налоговых поступлений. Однако инвестиционные проекты реконструкции систем, реализуемые в рамках федеральной целевой программы «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель в России до 2020 года», как раз и отличаются максимальной загрузкой российских подрядчиков и субподрядчиков.

Безусловно, мультипликативный эффект не исчерпывается ростом налоговых выплат в консолидированный бюджет и проявляется через повышение конкурентоспособности предприятий, прямо или косвенно участвующих в осуществлении проекта, увеличении платежеспособного спроса, обусловленного выплатой заработной платы на его различных стадиях и т.д. Однако, оценка этих составляющих мультипликативного эффекта весьма затруднительна и предполагает необходимость проведения дополнительных исследований, обеспечивающих репрезентативный учет следующих факторов:

- укрупненная технологическая структура инвестиций по проекту (доли затрат на приобретение и монтаж трубопроводов и дождевальной техники, строительство насосных станций, дренажных систем, объектов внешнего энергоснабжения; прочих капитальных работ и затрат);

- усредненная доля заказов, размещаемых на российских предприятиях, по каждому из основных элементов технологической структуры инвестиций;

- усредненная доля налоговых выплат в цене инвестиционных контрактов, реализуемых российскими предприятиями, привлекаемыми к реализации проекта на инвестиционной стадии его реализации;

- усредненные коэффициенты, учитывающие влияние технологического цикла выполнения конкретного вида работ на величину мультипликатив-

ного эффекта.

Одной из особенностей анализа бюджетной эффективности рассматриваемых инвестиционных проектов реконструкции мелиоративных систем, является также получение мультипликативного эффекта и на эксплуатационной стадии их реализации. Он связан с тем, что предприятия, получающие заказы на поставку материалов, сырья и комплектующих, производят дополнительные (связанные с реализацией конкретного проекта) налоговые выплаты в консолидированный бюджет. Для оценки величины налогового мультипликатора необходимо располагать информацией об укрупненной структуре материальных затрат на эксплуатационной стадии реализации инвестиционного проекта по основным видам используемых материально-технических ресурсов, сырья и комплектующих.

На основании изложенного выше можно сказать, что вопрос определения мультипликативного эффекта является очень сложным и требует дополнительных исследований. Поэтому в работе нами рассмотрен один из возможных способов расчета мультипликативного эффекта, изложенного в работах [14, 23]. Суть подхода состоит в том, что при определении бюджетной эффективности в статье «Поступления в консолидированный бюджет (притоки)» учитывается эффект мультипликатора в сельском хозяйстве и строительстве. Строительная отрасль рассматривается в данном случае лишь по той причине, что осуществление комплекса мелиоративных мероприятий требует выполнения большого объема строительно-монтажных работ. С учетом сказанного величина поступлений в консолидированный бюджет с учетом мультипликатора зависит от размера косвенных и прямых налогов, направляемых строительными организациями и производителями сельскохозяйственных предприятий, и величины мультипликаторов в строительстве и сельском хозяйстве. Учет сопутствующих позитивных результатов и негативных последствий в смежных сферах экономики при реализации инвестиционных проектов реконструкции мелиоративных систем определяется через

эффект мультипликатора в сельском хозяйстве и других отраслях экономики [69].

Особенностью определения показателей общественной эффективности реконструкции мелиоративных систем является всесторонний учет последствий при осуществлении инвестиционного проекта в смежных сферах экономики, включая социальную и экологическую. Это обстоятельство предлагается нами учитывать через систему показателей, включающих предотвращенный ущерб (эффект) и остаточный ущерб от изменения качественных и количественных характеристик природных ресурсов - биоразнообразия и продуктивности, состояния экосистем, режима и загрязнения поверхностных и подземных вод, процессов почвообразования, качества жизни населения и других факторов (формулы 30 – 33, 38), величину эффекта от создания дополнительных рабочих мест и др.

При осуществлении инвестиционных проектов реконструкции мелиоративных систем решаются и другие вопросы социального характера, а именно решается вопрос занятости населения. Это обстоятельство учитывается при оценке эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем через величину эффекта от создания дополнительных рабочих мест. Размер эффекта (ущерба) предлагаем определять через экономическую оценку трудовых ресурсов и численность работников, вовлекаемых в производственный процесс или высвобождаемых в результате проведения мероприятий. При этом особая трудность возникает при определении экономической оценки трудовых ресурсов. Для определения экономической оценки трудовых ресурсов предлагаем использовать данные рейтинга крупнейших компаний России по рыночной стоимости (капитализации). Оценка трудовых ресурсов в этом случае будет равна отношению величины капитализации 20 крупнейших компаний страны к численности работников этих предприятий.

В конечном итоге по максимальной величине прироста чистого дисконтированного дохода (формула 1) определяется оптимальный вариант реконструкции мелиоративной системы.

### **3. Оценка экономической эффективности мероприятий по реконструкции мелиоративных систем для 3 различных климатических зон Российской Федерации с учетом технического состояния гидромелиоративных объектов, вероятностного характера изменения природно-климатических условий, хозяйственных, экологических и социальных условий функционирования мелиорируемых агроландшафтов, экологической ценности природных экосистем, степени эрозии структуры природных ландшафтов и ущерба здоровью человека**

Изложенные выше методические подходы к оценке экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем, учитывающие техническое состояние гидромелиоративных объектов, вероятностный характер изменения природно-климатических условий, хозяйственные, экологические и социальные условия функционирования мелиорируемых агроландшафтов, экологическую ценность природных экосистем, степень эрозии, структуру использования природных ландшафтов и ущерб здоровью человека, будут апробированы при обосновании экономической эффективности реконструкции мелиоративных объектов, расположенных в трех природно-климатических зонах Российской Федерации – лесной, лесостепной и степной зонах. В качестве представителей лесной природно-климатической зоны рассмотрим субъекты Российской Федерации, входящие в состав Центрального федерального округа (Брянская, Владимирская, Ивановская, Калужская, Костромская, Московская, Орловская, Рязанская, Тверская, Тульская и Ярославская области), представителей лесостепной зоны субъекты Российской Федерации, входящие в состав Центрального федерального округа (Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Тамбовская области), а в качестве представителей степной природно-климатической зоны субъекты Российской Федерации, входящие в состав Южного федерального округа (Астраханская, Волгоградская, Ростовская области, Краснодарский край, Республики Адыгея и Калмыкия).

Ниже приведена краткая характеристика каждой природно-климатической зоны.

Природные условия лесной зоны характеризуются недостаточной тепло- и избыточной влагообеспеченностью (коэффициент природного увлажнения изменяется от 0,8 до 1,2). Зональные значения индекса сухости составляют 0,50-0,85. Сумма атмосферных осадков за год составляет 550-655 мм, сумма активных температур – 1800- 2360 градусов, радиационный баланс – 125-148  $KДж/см^2год$ , ФАР – 180-200  $KДж/см^2год$ , продолжительность вегетационного периода – 125-145 дней, запасы влаги в почве на начало вегетации – 154-230 мм. Тип водного режима – промывной, тип геохимического баланса – отрицательный. Почвы – подзолистые и дерново-подзолистые, кислые. Биологические реакции организмов определяются недостатком кальция, фосфора, калия и микроэлементов. Биологический круговорот характеризуется значительным накоплением органического вещества в виде подстилки и медленным его разложением. Состав гумуса – гуматно-фульватный. Основу экологической устойчивости обеспечивают леса и болота.

Современные условия характеризуются следующими данными. Площади сильно нарушенных экосистем в результате вырубki лесов и распашки земель составляют 10...45 %, что превышает допустимые значения (10...15 %) и может привести к дальнейшему ухудшению экологического состояния. Биоразнообразие снизилось на 20...35 %. Коэффициент увлажнения снизился незначительно (на 3...10 %). Максимальные паводковые расходы в реках увеличились на 15...60 %, по сравнению с природными, что привело к увеличению частоты катастрофических наводнений, повторяемость которых составляет один раз в 2...3 года. Сброс неочищенных сточных вод в реки составляет 0,75...1,8 км<sup>3</sup>/год. От 13 до 45 % пахотных земель не используется в сельскохозяйственном производстве. Пахотные почвы подвержены процессам эрозии и подкисления на 10...15 % площадей сельскохозяйственных угодий. Состояние оросительных и осушительных систем неудовлетворительно. От 10 до 90 % мелиорируемых земель не используется в сельскохозяйственном производстве. В хорошем состоянии находится 6...43 % орошаемых и

7...38 % осушаемых земель. Урожайность сельскохозяйственных культур на богарных и мелиорируемых землях не превышает 0,4...0,6 от климатически обеспеченной. Коэффициент вариации урожаев по годам  $C_v = 0,2...0,22$ . Ущерб от ухудшения здоровья населения в результате ухудшения экологической обстановки составляет 3...8 % от внутреннего валового продукта.

Результаты исследований показали [1, 10, 11, 14, 22, 23, 37 и др.], что комплекс мелиоративных мероприятий по обустройству природных ландшафтов и агроландшафтов должен включать:

- оптимизацию структуры агроландшафтов за счет лесовосстановления и устройства водоохраных лесных насаждений;
- предупреждение и борьбу с эрозией почв за счет проведения агротехнических мероприятий;
- регулирование кислотно-щелочного и питательного режимов пахотных почв;
- проведение реконструкции действующих мелиоративных систем и развитие орошаемого и осушаемого земледелия с целью производства кормов и развития животноводства;
- совершенствование инфраструктуры и инженерное обустройство сельских территорий.

Природные условия лесостепной зоны характеризуются недостаточной тепло- и достаточной (периодически избыточной) влагообеспеченностью. Коэффициент увлажнения изменяется от 0,5 до 0,8. Зональные значения индекса сухости составляют 0,8-1,0. Сумма атмосферных осадков за год составляет 470-640 мм, сумма активных температур – 2370- 2679 градусов, радиационный баланс – 148-161  $KДж/см^2год$ , ФАР – 200-215  $KДж/см^2год$ , продолжительность вегетационного периода – 140-178 дней, запасы влаги в почве на начало вегетации – 145-177 мм. Тип водного режима – промывной, тип геохимического баланса на севере – отрицательный, на юге – скомпенсированный. Почвы – серые лесные и черноземные. Биологические реакции организмов определяются недостаточным содержанием кальция и фосфора. Био-

логический круговорот характеризуется значительным накоплением органического вещества в виде подстилки и степного войлока. Процессы накопления органического вещества соответствуют его разложению. Состав гумуса - фульватно-гуматный. Основу экологической устойчивости формируют леса и луга.

Современные условия лесостепной зоны характеризуются следующими показателями. Площади сильно нарушенных экосистем в результате вырубki лесов и распашки лугов составляют 25...80 %, биоразнообразие снизилось на 20...45 %. Предельно допустимая площадь сильно нарушенных экосистем не должна превышать 20...30 %. Максимальные паводковые расходы в реках увеличились на 13...22 %. Изменился биологический круговорот, снизились запасы органического вещества, отмечается интенсивная сработка запасов гумуса в почвах в результате уничтожения подстилки и степного войлока. От 18 до 28 % пахотных земель не используется в сельскохозяйственном производстве. Пахотные почвы на 15...28 % площади подвержены эрозии, дефляции и подкислению. Состояние оросительных и осушительных систем неудовлетворительно. От 50 до 60 % орошаемых и от 5 до 20 % осушаемых земель не используется в сельскохозяйственном производстве. В хорошем состоянии находится не более 45 % орошаемых и 16 % осушаемых земель. Урожайность сельскохозяйственных культур на богарных, орошаемых и осушаемых землях не превышает 0,4...0,5 от климатически обеспеченной. Коэффициент вариации урожаев по годам изменяется от 0,24 до 0,30. Ущерб от ухудшения здоровья населения достигает 6...10 % от внутреннего валового продукта. Все это свидетельствует о том, что природная среда и экосистема данной зоны сильно нарушены и находятся в критическом состоянии. В таком состоянии находится и сельское хозяйство. Сложившееся положение представляет серьезную угрозу для жизни и здоровья населения, животных и растений и, в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации «О техническом регулировании», требует безотлагательного улучшения.



Система мероприятий по обустройству агроландшафтов должна включать:

- оптимизацию структуры агроландшафтов и восстановление разрушенного экологического каркаса за счет лесовосстановления, создания полезащитных и водоохраных лесных насаждений и залужения части пахотных земель с уклонами поверхности более  $5^0$ ;
- трансформацию заброшенных пахотных земель в сенокосы и пастбища;
- совершенствование системы земледелия с целью предупреждения и ликвидации последствий деградационных процессов (эрозия, дефляция, сработка запасов гумуса) и увеличение продуктивности сельскохозяйственных земель;
- регулирование кислотно-щелочного режима почв;
- реконструкцию действующих мелиоративных систем и дальнейшее развитие орошаемого и осушаемого земледелия с целью производства кормов и развития животноводства;
- совершенствование инфраструктуры и инженерного обустройства сельских территорий.

Природные условия степной зоны характеризуются достаточной тепло- и неустойчивой (часто недостаточной) влагообеспеченностью. Коэффициент увлажнения составляет 0,35...0,50. Зональные значения индекса сухости составляют 0,9...1,3. Сумма атмосферных осадков за год составляет 450...650 мм, сумма активных температур – 2836- 3461 градусов, радиационный баланс – 168-194  $KДж/см^2год$ , ФАР – 222-248  $KДж/см^2год$ , продолжительность вегетационного периода – 174-213 дней, запасы влаги в почве на начало вегетации – 78-180 мм. Тип водного режима – периодически промывной, тип геохимического баланса – скомпенсированный. Почвы – нейтральные и слабощелочные черноземные и темно-каштановые. Биологические реакции организмов определяются достаточным количеством кальция и калия и часто недостатком фосфора. Биологический круговорот характеризуется скомпен-

сированным процессом накопления и разложения органического вещества. Состав гумуса – гуматный. Основа экологической устойчивости формируется за счет лугов.

Современное состояние степной зоны характеризуется следующими данными. Площади сильно нарушенных экосистем в результате интенсивной распашки лугов составляют 40...80 %. Биоразнообразие уменьшилось на 25...45 %. Коэффициент увлажнения снизился на 20...25 %, увеличилась засушливость и повторяемость сильных засух. Максимальные паводковые расходы в реках возросли на 25...30 %. Экологический каркас разрушен, сохранившиеся природные массивы неспособны к саморегуляции. Сельскохозяйственные угодья, включая пашню, сенокосы и пастбища, подвержены деградиционным процессам (эрозия, дефляция, засоление) на площади 20...80 %. 18 % пахотных земель не используется в сельскохозяйственном производстве. Состояние оросительных и осушительных систем неудовлетворительно. От 20 до 50 % мелиорируемых земель не используется в сельскохозяйственном производстве. 10-50 % орошаемых земель подвержены засолению и осолонцеванию. В хорошем состоянии находится не более 40...50 % мелиоративных систем. Основные причины ухудшения орошаемых земель – близкое залегание уровня грунтовых вод, засоление земель, подтопление более 400 сельских населенных пунктов. Урожайность сельскохозяйственных культур на богарных и орошаемых землях не превышает 0,4...0,6 от климатически обеспеченной. Коэффициент вариации урожаев по годам составляет 0,25...0,34. Ущерб от ухудшения здоровья населения составляет 10...15 % от внутреннего валового продукта.

Комплекс мелиоративных мероприятий должен включать:

- уменьшение площади пашни за счет залужения части пахотных земель с уклонами поверхности больше 5°;
- предупреждение и борьбу с эрозией и дефляцией почв за счет устройства лесных полей защитных насаждений, агротехнических мероприятий;
- улучшение состояния естественных пастбищ и сенокосов;

- трансформацию заброшенных сельскохозяйственных земель в сенокосы и пастбища;
- увеличение продуктивности сельскохозяйственных земель, включая и орошаемые земли, за счет совершенствования системы земледелия, предупреждения и ликвидации последствий деградационных процессов (эрозия, дефляция, засоление, осолонцевание, сработка запасов гумуса);
- регулирование кислотно-щелочного и питательного режимов почв сельскохозяйственных угодий;
- реконструкцию действующих мелиоративных систем и дальнейшее развитие орошения земель, в том числе и лиманного орошения;
- совершенствование инфраструктуры и инженерного обустройства сельских территорий.

Комплекс мелиоративных мероприятий по обустройству агроландшафтов должен быть направлен на повышение биоразнообразия и улучшение состояния экосистем до уровня, при котором сохраняется действия принципа Ле-Шателье – Брауна, поддерживающего требуемое качество экосистемных услуг и предотвращающего самопроизвольное разрушение экосистем. Площади сильно нарушенных экосистем по рассматриваемым природно-климатическим зонам не должны превышать: для лесной зоны – 10...15, лесостепной – 20...25, степной – 25...30 [70]. Повышение биоразнообразия и улучшение состояния экосистем обеспечивается за счет оптимизации структуры их использования. Оптимизацию структуры необходимо производить за счет сокращения площадей наименее экологически значимых угодий и увеличения площадей более экологически значимых угодий. При решении этого вопроса учитывается относительная экологическая значимость различных угодий (табл. 3.1) и распределение площади пашни по уклонам, табл. 3.2.

**Таблица 3.1 – Относительная экологическая значимость различных угодий**

Угодья	Природно-климатическая зона		
	Лесная	Лесо-степная	Степная
Леса	0,80	0,84	1,00
Луга	0,60	0,80	0,95
Сенокосы	0,58	0,78	0,93
Пастбища	0,59	0,79	0,94
Пашня	0,11	0,13	0,15
Болота и водно-болотные угодья	0,79	0,79	0,80
Водоемы	0,79	0,79	0,80
Населенные пункты, промзоны, карьеры	-1,00	-1,00	-1,00
Лесные вырубki	0,05	0,06	0,08

Экологическая значимость орошаемых и осушаемых пахотных земель может быть больше или меньше указанных в таблице 3.1 величин в зависимости от соотношения 29.

**Таблица 3.2 - Распределение площади пашни по уклонам поверхности, %**

Природно-климатическая зона	Уклоны					
	< 1°	1-2°	2-5°	5-7°	7-10°	>10°
Лесная	44,8	32,7	20,0	2,0	0,4	0,1
Лесостепная	52,0	23,4	22,1	2,1	0,3	0,1
Степная	47,0	39,1	12,9	0,8	0,1	0,1

Наличие сельскохозяйственных угодий и земель иных категорий по рассматриваемым природно-климатическим зонам приведено в табл. 3.3.

**Таблица 3.3 - Сельскохозяйственные угодья и земли иных категорий,  
тыс. га**

Показатели	Федеральные округа	
	Центральный федеральный округ (лесная и лесостепная зоны)	Южный федеральный округ (степная зона)
Общая площадь в составе кате- горий всех земель	33 341,2	31 806,5
Земли сельскохозяйственного назначения, в т.ч.:	29 475,3	29 747,6
пашня	22 084,7	16 606,2
залежь	390,1	24,1
многолетние насаждения	354,4	170,6
сенокосы	1 994,3	747,9
пастбища	4 651,8	12 198,8
Земли иных категорий, в т.ч.		
Земли населенных пунктов	2 898,90	816,3
Земли промышленности и иного специального назначения	92,9	440,6
Земли особо охраняемых терри- торий и объектов	21,6	124,5
Земли лесного фонда	137,9	92
Земли водного фонда	3,2	14,8
Земли запаса	711,4	570,7

Распределение площади пашни по природно-климатическим зонам приведено в табл. 3.4.

**Таблица 3.4 – Распределение площади пашни по  
природно-климатическим зонам**

Природно-климатическая зона	Площадь пашни, млн. га
Лесная	12,2
Лесостепная	9,9
Степная	16,6

Результаты расчетов (формула 24) показали, что степень нарушенности структуры природных ландшафтов в лесной и лесостепной зонах составляет 47% (сильная), в сухостепной зоне – 56% (сильная), что свидетельствует о превышении допустимых пределов, при которых нарушаются обратные связи и принцип действия Ле-Шателье-Брауна. В настоящее время площади нарушенных экосистем (формула 25) в рассматриваемых природно - климатических зонах составляют: для лесной и лесостепной зон 50%, для степной зоны - 65%. Экологическая устойчивость агроландшафтов (формула 28) в этих зонах характеризуется как малоустойчивая (для лесной зоны составляет 0,47, для лесостепной – 0,36 и для степной зоны – 0,42).

Величина экологического ущерба природной системе и экономике в результате ухудшения здоровья населения в результате хозяйственной деятельности (формулы 32 и 33) в настоящее время составляет: для лесной и лесостепной зоны – 98 тыс. руб/га, для степной зоны – 117 тыс. руб/га. Валовой региональный продукт в Центральном федеральном округе составляет 12927 млрд рублей, в Южном федеральном округе – 2745 млрд рублей. Доля сельского хозяйства в суммарном региональном продукте составляет в Центральном федеральном округе 2,3%, в Южном федеральном округе – 15,1%.

В качестве критерия регулирования поверхностного стока с целью снижения поверхностного стока и интенсивности водной эрозии использовалось снижение водной эрозии почв до допустимых пределов  $< 1,5$  т/га [71]. Регулирование структуры баланса поверхностных и почвенных вод включает снижение поверхностного стока на 25...30 %, уменьшение максимальных паводковых расходов, снижение опасности катастрофических наводнений и степени загрязнения водных ресурсов.

Исходный баланс поверхностных и почвенных вод по рассматриваемым зонам представлен в табл. 3.5.

**Таблица 3.5 – Баланс поверхностных и почвенных вод с учетом распапки, орошения и осушения [58]**

Статьи баланса	Природно-климатические зоны		
	лесная	лесостепная	степная
Осадки и оросительная норма, %	100	100	100
Испарение, %	66	76	80
Поверхностный сток, %	22	18	13
Влагообмен, %	12	6	7

С целью снижения водной эрозии на пахотных землях предусматривается проведение агротехнических и агролесотехнических мероприятий. Обоснование проведения агролесотехнических мероприятий проводится с использованием формул 22 и 23. При этом расстояние между лесными полосами определяется в зависимости от уклона поверхности [58]: для уклонов поверхности  $2-5^{\circ}$  и  $5-7^{\circ}$  расстояние принимается равной 400 м, для уклона поверхности  $7-10^{\circ}$  - 150м.

Эффективность агротехнических мероприятий определяется с использованием формулы 22. Они включают контурную вспашку и мульчирование поверхности за счет оставления на полях побочной продукции в виде соломы и ботвы.

К тому же применение агротехнических и агролесотехнических мероприятий позволит снизить вынос почвы в результате дефляции на 40-50% [71].

При оценке изменения содержания гумуса в почве (формулы 14-17) учитывались внесение навоза в объеме 5 т/га в год, сидеральные удобрения и оставленной на полях побочной продукции в виде соломы и ботвы, поверхностных остатков и корней (определяется по данным табл. 3.6) и использовались осредненные характеристики преобладающих типов почв по природно-климатическим зонам, которые приведены в табл. 3.7.

**Таблица 3.6 – Уравнения регрессии для определения ежегодного прироста биомассы побочной продукции, поверхностных продукции и корней в зависимости от урожайности основной продукции, ц/га [47]**

Название культуры	Урожайность (У), ц/га	Уравнение регрессии для определения прироста биомассы		
		побочной продукции	поверхностных остатков	корней
1	2	3	4	5
Пшеница	10-20	$O = 1,3 \cdot Y + 4,2$	$O = 0,4 \cdot Y + 1,3$	$O = 0,8 \cdot Y + 6,5$
	21-30	$O = 0,5 \cdot Y + 19,8$	$O = 0,2 \cdot Y + 5,4$	$O = 0,8 \cdot Y + 6,0$
Многолетние травы на сено	10-40	-	$O = 0,2 \cdot Y + 6,0$	$O = 0,9 \cdot Y + 19,0$
	41-120	-	$O = 0,1 \cdot Y + 10,0$	$O = 1,0 \cdot Y + 15,0$
Кукуруза на зерно	8-60	$O = 1,8 \cdot Y + 5,3$	$O = 0,4 \cdot Y + 3,1$	$O = 1,0 \cdot Y + 6,6$
Овощи	50-200	$O = 0,79 \cdot Y + 0,5$	$O = 0,02 \cdot Y + 1,5$	$O = 0,06 \cdot Y + 5,0$
Картофель	20-200	$O = 0,51 \cdot Y + 2,0$	$O = 0,04 \cdot Y + 1,0$	$O = 0,08 \cdot Y + 4,0$
	201-350	$O = 0,51 \cdot Y + 3,9$	$O = 0,03 \cdot Y + 3,1$	$O = 0,08 \cdot Y + 7,6$

**Таблица 3.7 – Осредненные характеристики преобладающих типов почв [58]**

Природно-климатическая зона	Запасы гумуса в почве, т/га	Состав гумуса, $G_T / G_\Phi$	Содержание элементов питания			Гидролитическая кислотность, мг-экв/100г	«Индекс» почвы
			N	P	K		
Лесная	111	0,97	0,31	0,14	0,4	4,0	5,36
Лесостепная	479	1,56	0,71	0,26	0,83	2,3	11,74
Степная	560	1,94	0,86	0,32	0,88	1,1	14,8

Регулирование кислотно-щелочных условий почв проводится за счет известкования кислых почв, гипсования и мелиоративной обработки солонцовых почв с использованием формул 18, 19, 21 и с учетом данных табл. 3.8.



**Таблица 3.8 – Распределение сельскохозяйственных угодий по степени кислотности, тыс. га**

Показатели	Федеральные округа	
	Центральный федеральный округ (лесная и лесостепная зоны)	Южный федеральный округ (степная зона)
Площадь кислых почв, всего	9 156,04	327,16
в том числе:		
сильнокислые, рН=4 - 4,5	484,39	7,0
среднекислые, рН=4,6 – 5,0	2 797, 69	69, 58
слабокислые, рН=5,1 – 5,5	5 874,07	250,58

Улучшение питательного режима почв проводится за счет внесения минеральных и органических удобрений (5 т/га). Методика расчета объема внесения минеральных удобрений изложена выше.

Очень важной проблемой мелиорации земель, наряду с улучшением состояния экосистем, является сохранение потенциального плодородия почв. Решение проблемы бездефицитного баланса гумуса может и должно быть обеспечено за счет реконструкции мелиоративных систем. Орошаемые и осушаемые земли после проведения реконструкции систем планируется использовать для производства кормов для животноводства и овощей.

Масштабы проведения реконструкции мелиоративных систем в рассматриваемых природно-климатических зонах определяются с учетом уровня их технического состояния в соответствии с рекомендациями, приведенными в работе [30].

Результаты анализа состояния мелиоративных объектов, расположенных в лесной зоне (субъекты Российской Федерации, входящие в состав Центрального федерального округа - Брянская, Владимирская, Ивановская, Калужская, Костромская, Московская, Орловская, Рязанская, Тверская,

Тульская и Ярославская области), лесостепной (субъекты Российской Федерации, входящие в состав Центрального федерального округа – Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая и Тамбовская области), степная (субъекты Российской Федерации, входящие в состав Южного федерального округа - Астраханская, Волгоградская, Ростовская области, Краснодарский край, Республики Адыгея и Калмыкия) и оценка уровня их технического состояния представлены в табл. 3.9-3.11.

**Таблица 3.9 – Распределение мелиоративных систем по уровню технического состояния (лесная зона)**

Мелиоративный объект	Уровень технического состояния			
	I	II	III	IV
Оросительные системы, га	-	37000	87470	78530
Осушительные системы, га	3400	150020	664080	179700

**Таблица 3.10 – Распределение мелиоративных систем по уровню технического состояния (лесостепная зона)**

Мелиоративный объект	Уровень технического состояния			
	I	II	III	IV
Оросительные системы, га	-	27900	148500	63600
Осушительные системы, га	-	12000	-	-

**Таблица 3.11 – Распределение мелиоративных систем по уровню технического состояния (степная зона)**

Мелиоративный объект	Уровень технического состояния			
	I	II	III	IV
Оросительные системы, га	4063	584549	158175	72390
Осушительные системы, га	-	27700	-	10485

Результаты анализа уровня технического состояния мелиоративных систем показали, что проведение реконструкции систем необходимо:

- в лесной зоне – на площади 124470 га орошаемых земель и на площади 814100 осушаемых земель (системы II и III уровней технического состояния);

- в лесостепной зоне - на площади 176400 га орошаемых земель и на площади 12000 осушаемых земель (системы II и III уровней технического состояния);

- в степной зоне - на площади 742724 га орошаемых земель и на площади 27700 осушаемых земель (системы II и III уровней технического состояния).

Основные показатели требуемого мелиоративного режима орошаемых и осушаемых земель и технического состояния мелиоративных систем приведены в табл. 3.12.

**Таблица 3.12 - Состав и пределы изменения показателей, характеризующих мелиоративный режим [70]**

Показатели	Земли	
	Орошаемые	Осушаемые
Уровень грунтовых вод, м, в том числе: при $C_n < 1$ г/л и $C_2 < 1$ г/л* при $C_n < 1$ г/л и $C_2 > 1$ г/л	1,5-2,0 2,5-3,0	0,8-1,0** -
Пределы регулирования влажности корнеобитаемого слоя, % ППВ	65-75	-
Расчетный дефицит водного баланса при определении оросительных норм, %, в том числе: Лесная и лесостепная зоны Степная зона Сухостепная и полупустынная зоны	25-30 50-60 75	- - -
КПД системы каналов и трубопроводов, %	85-90	-
КПД техники полива, %***	95	-
Коэффициент использования воды, %	80-85	-
Требуемый кислотно-щелочной режим	pH = 6-7	pH = 5-6
Содержание легкорастворимых солей, %	≤ 0,3	-
Проектная урожайность, % от климатически обеспеченной	100	100

\*  $C_n$  и  $C_2$  – минерализация поливных и грунтовых вод;

\*\* осушительные системы должны быть обеспечены устройствами по регулированию уровня грунтовых вод;

\*\*\* основными способами полива должны стать дождевание и капельное орошение.

Реализация мероприятий, приведенных в табл. 3.12, при широком использовании дождевания и капельного орошения позволит: согласовать требования сельскохозяйственных растений и почв, увеличить урожайность сельскохозяйственных культур, предотвратить деградацию почв, существенно снизить величины оросительных норм и общее водопотребление орошаемого земледелия, табл. 3.13.

**Таблица 3.13 - Снижение оросительных норм сельскохозяйственных культур, м<sup>3</sup>/га**

Уровень грунтовых вод, м	Лесостепная зона			Степная зона		
	1	2	3	1	2	3
≥ 3	2240	1200	-1040	3400	2000	-1400
2,5	2100	700	-1400	3020	1200	-1820
2,0	1520	500	-1020	2290	1000	-1290
1,5	1000	0	-1000	1500	100	-1400
1,0	500	0	-500	640	0	-640

Примечание: 1 – существующая оросительная норма, 2- предлагаемая оросительная норма, 3 – снижение оросительной нормы.

В соответствии с рекомендациями [72] структура использования земель, на которых проводится реконструкция мелиоративных систем, принята следующей: 65% площади занимают кормовые культуры (многолетние травы на сено) и 35% - овощи. Прирост урожайности кормовых культур на орошаемых и осушаемых землях принят соответственно в размере 3,7 т/га и 2,5 т/га, а овощей – 20 и 10 т/га. Урожайность овощей на богарных землях рана 20 т/га, многолетних трав – 2,8 т/га. Цена реализации сельскохозяйственной продукции принята в расчетах следующей: по овощам – 9000 руб./т, по многолетним травам на сено – 3180 руб./т (последняя определялась через кормовые единицы и цену на овес). Прирост ежегодных издержек на производство продукции и эксплуатацию мелиоративной системы принят: по овощам – 7200 руб./т, по многолетним травам – 2540 руб./т.

Размер косвенных налогов для сельскохозяйственных предприятий определялся в соответствии с действующим законодательством. При расчете

размера налога на добавленную стоимость, единого социального налога и налога на доходы с физических лиц исходили из того, что доля материальных затрат и оплаты труда с начислениями составляла соответственно 61% и 18% в общей сумме затрат на производство сельскохозяйственной продукции в сельскохозяйственных предприятиях, а средняя заработная плата в сельском хозяйстве, по данным Росстата на апрель месяц 2014 года, составила 18000 руб. в месяц.

При обосновании экономической эффективности комплексного обустройства мелиорируемого агроландшафта, включая реконструкцию мелиоративных систем, приняты показатели удельной стоимости мелиоративных мероприятий:

- реконструкция систем: орошение - 175 тыс. руб. /га; осушение - 63 тыс. руб. /га;

- посадка полезащитных полос – 40 тыс. руб. /га;

- залужение пахотных и заброшенных земель – 30 тыс. руб. /га;

- стоимость работ по агрохимическому обслуживанию – 12 тыс. руб. /т минеральных удобрений и мелиорантов. Источники финансирования реконструкции мелиоративных систем – 50% бюджеты всех уровней, 50% - внебюджетные источники (средства сельхозпроизводителей), остальные мероприятия (посадка полезащитных полос, залужение пахотных и заброшенных земель) проводится за счет средств федерального бюджета и бюджетов субъектов Российской Федерации. Расчетный период времени принят 15 годам.

При определении экологического ущерба, нанесенного природной системе в процессе хозяйственной деятельности, или предотвращенного ущерба (эффекта) использовалась следующая исходная информация: осредненная рыночная стоимость земель для Центрального федерального округа – 108 тыс. руб. /га, для Южного федерального округа – 114 тыс. руб./га; экологическая ценность природных экосистем Центрального федерального округа – 1080 тыс. руб. /га, для Южного федерального округа – 1140 тыс. руб./га (см. табл. 19).

Величина платы за использование водных объектов принята в расчетах в среднем в размере 348 руб./1000 м<sup>3</sup>.

В основу определения размера поступлений в консолидированный бюджет с учетом мультипликатора положены размеры косвенных и прямых налогов, направляемых строительными организациями и сельскохозяйственными предприятиями и величины мультипликаторов в строительстве и сельском хозяйстве. Средняя величина косвенных и прямых налогов, поступающих от строительных организаций в бюджет, принята в размере 20 % от сметной стоимости строительства оросительной сети, а величины мультипликаторов в строительстве и сельском хозяйстве равны соответственно 2,19 и 1,79.

При осуществлении мелиоративных мероприятий решаются вопросы и социального характера, а именно решается вопрос занятости населения. Оценка влияния проводимых мелиоративных мероприятий на величину безработицы (увеличения числа рабочих мест) проводилась с использованием экономической оценки трудовых ресурсов, размер которой принят в расчетах равным 250 тыс. руб./чел в год. А сохранение существующих и создание новых высокотехнологичных рабочих мест для сельскохозяйственных товаропроизводителей за счет увеличения продуктивности существующих и вовлечения в оборот сельскохозяйственных угодий в результате реконструкции земель определялось по данным федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы» (0,112 человек на гектар).

Ставка рефинансирования Центрального банка Российской Федерации принята в расчетах на уровне 8,25%.

В структуре затрат на эксплуатацию мелиоративных систем амортизационные отчисления на восстановление основных фондов составляют около 50%, а общая величина амортизационных отчислений принята на уровне 5% от стоимости реконструкции мелиоративных систем (размера инвестиций).

Используя приведенную выше исходную информацию и теоретические разработки, выполнены расчеты по определению состава и объема мелиоративных мероприятий по каждой природно-климатической зоне. Результаты расчетов приведены в тал. 3.14.

**Таблица 3.14 – Состав мелиоративных мероприятий и объемы их проведения в природно-климатических зонах**

Мероприятия	Природно-климатическая зона		
	лесная	лесостепная	степная
Предупреждение и борьба с эрозией и дефляцией почв, млн. га	10,9	6,7	13,9
в том числе:			
полезащитные насаждения	0,8	0,6	1,2
агротехнические мероприятия	3,4	1,3	3,9
залужение пахотных земель с уклонами $> 5^{\circ}$	6,7	4,8	8,8
Регулирование кислотно-щелочного режима, млн. га	7,4	1,8	3,3
Проведение химических мелиораций, кг/га	85	100	105
Реконструкция мелиоративных систем, тыс. га:			
орошение	124,5	176,4	742,7
осушение	814,1	12,0	27,7

Результаты расчета коммерческой экономической эффективности реализации комплекса мелиоративных мероприятий, включающего реконструкцию систем, для каждой природно-климатической зоны сведены в таблицу 3.15.

**Таблица 3.15 - Коммерческая экономическая эффективность реализации комплекса мелиоративных мероприятий, включающего реконструкцию систем, млн. руб.**

№ п/п	Показатели	Интегральные значения показателя с учетом дисконтирования		
		Лесная зона	Лесостепная зона	Степная зона
1.	Инвестиции (внебюджетные)	36538	15813	65859
2.	Прирост выручки от реализации продукции	458003	152890	633809
3.	Прирост налога на добавленную стоимость (НДС)	41637	13899	58164
4.	Прирост выручки от реализации продукции без НДС	416366	138991	581645
5.	Суммарный прирост ежегодных издержек	366378	122317	488027
6.	Амортизационные отчисления	21650	9363	39023
7.	Финансовый итог (п.4-п.5+п.6)	71638	26037	132641
8.	Интегральная величина прироста чистого дисконтированного дохода (п.7-п.1)	<b>35100</b>	<b>10224</b>	<b>66782</b>

Анализ полученных результатов, приведенных в таблице 3.15., указывает на эффективность, с точки зрения сельскохозяйственных предприятий, реконструкции мелиоративных систем (интегральная величина прироста дисконтированного чистого дохода положительная) в различных природно-климатических зонах. Срок окупаемости капитальных вложений в реконструкцию мелиоративных систем составляет: в лесной зоне – 8 лет, лесостепной – 10 лет, степной – 7 лет. Коммерческая эффективность формируется за счет прироста прибыли сельхозпроизводителей (на конечный результат оказали существенное влияние снижение негативной нагрузки на мелиорируемые земли и рост их продуктивности).

Результаты расчета бюджетной экономической эффективности реализации комплекса мелиоративных мероприятий, включающего реконструкцию систем, для каждой природно-климатической зоны сведены в таблицу 3.16.

Анализ полученных результатов, приведенных в таблице 3.16., указывает на высокую эффективность, с точки зрения государства, тех мероприя-



тий, которые предусмотрены (посадка полезащитных насаждений, проведение агрохимических и агротехнических мероприятий, регулирование кислотно-щелочного режима и проведение реконструкции мелиоративных систем) в различных природно-климатических зонах (прирост интегрального дисконтированного потока бюджета в рассматриваемых природно-климатических зонах - величина положительная). В денежном выражении бюджетная эффективность мероприятий, проведенных в лесной, лесостепной и степной зонах, составит соответственно 4846083 млн. рублей, 1194644 млн. рублей и 2633258 млн. рублей и формируется за счет поступлений налогов в бюджеты всех уровней и сопутствующих позитивных результатов в смежных сферах экономики страны (обеспечение мультипликативного эколого-экономического эффекта в различных сферах агропромышленного комплекса и в целом экономики страны).

**Таблица 3.16 - Бюджетная эффективность реализации мероприятий, млн.руб.**

№ п/п	Показатели	Интегральные значения показателя с учетом дисконтирования		
		Лесная зона	Лесостепная зона	Степная зона
1.	Поступления в бюджеты всех уровней (Федеральный и субъектов Федерации) (притоки), в том числе:			
2.	налог на добавленную стоимость (НДС)	5115620	1378457	3011117
3.	земельный налог	794594	197053	454991
4.	начисления на заработную плату (страховые взносы)	238376	59116	136497
5.	налог на доходы с физических лиц	532372	132026	304844
6.	величина мультипликатора в сельском хозяйстве (п.2+3+4+5)*1,79	262216	65028	150147
7.	в виде налогов от строительных организаций (20% от п.9)	3271328	811269	1873197
8.	величина мультипликатора в строительстве (2,1*п.7)	5398	36763	75571
9.	Расходы бюджетов всех уровней (оттоки)	11336	77202	15870
10.	Финансовый итог	269538	183813	377859
11.	Прирост интегрального дисконтированного потока бюджета	<b>4846083</b>	<b>1194644</b>	<b>2633258</b>

Результаты расчета общественной экономической эффективности реализации комплекса мелиоративных мероприятий, включающего реконструкцию систем, для каждой природно-климатической зоны сведены в таблицу 3.17.

**Таблица 3.17 – Общественная экономическая эффективность реализации мероприятий, млн. руб.**

№ п/п	Показатели	Интегральные значения показателя с учетом дисконтирования		
		Лесная зона	Лесостепная зона	Степная зона
	Притоки:	13164698	7442688	15162909
1.	Экологический эффект (предотвращенный ущерб), всего	9514339	6351604	12518340
	в том числе:			
	за счет повышения биоразнообразия ландшафта, ценности экосистемных услуг и сокращения площади нарушенной экосистемы	8362373	5571885	9515893
	за счет снижения негативного воздействия на здоровье населения	1151966	779719	3002447
2.	Экономическая оценка трудовых ресурсов	3650359	1091084	2644569
	Оттоки:	3100060	2105480	4612020
	Остаточный ущерб, всего	3100060	2105480	4612020
	в том числе:			
	от использования сельскохозяйственных земель	2874156	1893046	3871691
	от снижения качества жизни населения	225904	212434	740329
3.	Интегральная величина эффекта	<b>10064638</b>	<b>5337208</b>	<b>10550889</b>

Анализ полученных результатов, приведенных в таблице 3.17, указывает на высокую эффективность, с точки зрения общества, комплекса мелиоративных мероприятий, включающего реконструкцию оросительных и осушительных систем, в рассматриваемых природно-климатических зонах. Общественная эффективность мелиоративных мероприятий, проведенных в лесной, лесостепной и степной зонах, составит соответственно 10064638 млн. рублей, 5337208 млн. рублей и 10550889 млн. рублей и формируется за счет повышения биоразнообразия ландшафта, ценности экосистемных услуг, сокращения площади нарушенных экосистем, снижения ущерба от ухудшения состояния здоровья населения и сохранения и создания дополнительных рабочих мест.

## Выводы

Формирование стратегических направлений развития мелиорации сельскохозяйственных земель в нашей стране необходимо осуществлять на основе глубокого анализа состояния использования земельных, водных и других природных ресурсов, общей экологической обстановки ландшафтов, основных деградационных процессов природной среды, обобщения опыта и эффективности различных видов мелиорации с учетом соблюдения принципов устойчивого развития и природообустройства.

Существующая система земледелия не обеспечивает рационального использования биоклиматических, земельных и водных ресурсов, а интенсификация сельскохозяйственного производства сопровождается ухудшением состояния природной среды в результате развития деградационных процессов, таких как: эрозия, подкисление, засоление, заболачивание, дефицит элементов минерального питания, опустынивание земель и др.

Реализация стратегии улучшения состояния всех компонентов природной среды, воспроизводства возобновляемых природных ресурсов и устойчивого развития сельского хозяйства невозможна без широкого развития комплексных мелиораций и применения новых систем земледелия, основанных на гармоничном сочетании интересов общества и законов развития природы, а также реконструкции мелиоративных систем. Однако проведение реконструкции мелиоративных систем в настоящее время сдерживается не только отсутствием финансовых ресурсов, но и несовершенной нормативно-методической базой в области мелиорации. В частности отсутствуют единые подходы к обоснованию экономической эффективности реконструкции мелиоративных систем.

В связи с этим разработаны методологические подходы к обоснованию эффективности реконструкции гидромелиоративных систем, неотъемлемой составной частью которых является механизм обеспечения устойчивого функционирования экосистем на основе оптимизации природоемкости сельскохозяйственного производства. Такой подход к обоснованию экономиче-

ской эффективности реконструкции мелиоративных систем предполагает широкое использование системного анализа как методологической основы исследований и требует рассмотрения, с одной стороны, природных ландшафтов, состоящих из ряда взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов (приземный слой атмосферы, почва, поверхностные и подземные воды, растительный и животный мир), а с другой - хозяйственной деятельности, включающей адаптивно-ландшафтные системы земледелия, комплексные мелиорации и др.

Изложенная выше методология, идеи и принципы устойчивого развития и природообустройства, результаты анализа современного экологического состояния и оценки эффективности использования сельскохозяйственных земель и исследования отечественных и за рубежом авторов явились основополагающим теоретическим фундаментом для разработки методики оценки экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем, учитывающая техническое состояние гидромелиоративных объектов, вероятностный характер изменения природно-климатических условий, хозяйственных, экологических и социальных условий функционирования мелиорируемых агроландшафтов, экологическую ценность природных экосистем, степень эрозии, структуру использования природных ландшафтов и ущерб здоровью человека. Учет природно-климатических и хозяйственных условий, экологических и социальных факторов проводится с помощью разработанных показателей и моделей.

На примере лесной, лесостепной и степной зонах проведена апробация разработанной методики оценки экономической эффективности инвестиций в реконструкцию мелиоративных систем. Результаты расчетов свидетельствуют о высокой коммерческой, бюджетной и общественной эффективности проведения комплекса мелиоративных мероприятий, включающего реконструкцию мелиоративных систем.

### Список использованных источников

1. Федеральная целевая программа "Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014 - 2020 годы"
2. Костяков А.Н. Основы мелиораций. - М.: Сельхозгиз, 1951.
3. Айдаров И.П. Проблемы природопользования и природообустройства в России и пути их решения. Монография. – М.: МГУП, 2010.
4. Айдаров И.П., Арент К.П., Голованов А.И. и др. Концепция мелиорации сельскохозяйственных земель в стране. - М.: МГМИ, 1992. - 46 с.
5. Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001года N136-ФЗ.
6. Экологическая доктрина Российской Федерации (Одобрена распоряжением Правительства РФ от 31августа 2002 г. № 1225-р).
7. Федеральный закон "О техническом регулировании" от 27.12.2002 N 184-ФЗ.
8. Аношко В.С. // Сб. «Оптимизация природной среды в условиях мелиорации земель». - М.: Моск. фил. Геогр. об-ва СССР, 1990. - С. 24-48.
9. Антипова Т.Н. Научное обоснование принципов управления природно- агромелиоративными системами. Автореферат диссер. на соиск. уч. ст. д.т.н. - М.: РОМА, 1997. - 66 с.
10. Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель. - М.: Агропромиздат, 1990.
11. Айдаров И.П., Краснощеков В.Н. Методология оценки экономической эффективности природообустройства агроландшафтов // Мелиорация и водное хозяйство. - № 5. - 2005.
12. Антипова Т.Н., Решеткина Н.М. // Вестник РАСХН. - № 3. - 1995.
13. Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения. Том. 1. - М.: Почв, ин-т, 1998. - 354 с.
14. Артюшин А.М. Применение удобрений и охрана окружающей среды // Химия в сельском хозяйстве. - № 6. - 1975.

15. Беликевич П.А., Усович Н.А. О влиянии мелиорации земель и интенсификации сельского хозяйства на содержание биогенных веществ в реках Полесья. Кн. "Разработка и организация комплекса водоохраных мероприятий". - Харьков: ВНИИВО, 1977.
16. Бесценная М.А. Усовершенствование экспресс-метода расчёта разбавления сточных вод в реках // Тр. ГГИ, вып. 192, 1972. - С. 201-208.
17. Богомолов Ю.Г., Жабин В.М., Хачатурян Б.Х. Изменение гидрогеологических условий под влиянием мелиорации. - М.: Наука, 1979.
18. Брагинский А.П. Пестициды и жизнь водоемов. - Киев: Наукова Думка. 1975. - 225 с.
19. Брезгунов В.С. (рук.). Оценка факторов формирования гидрохимического режима природных вод мелиорируемых территорий и разработка методики прогноза изменения качества вод в проектах мелиорации земель. Отчет БелНИИМиВХ. - Минск, 1980. - 36 с.
20. Буров В.С. Исследование выноса минеральных удобрений с сельскохозяйственных угодий склоновым стоком // Тр. ГГИ, вып. 198, 1971. - С. 176-196.
21. Временные методические указания воднобалансовым станциям на мелиорируемых землях по производству наблюдений и обработке материалов. - Л.: Гидрометеиздат, 1981.-295 с.
22. Временные методические указания по организации и проведению наблюдений за загрязнением рек стоками, отводимыми с сельскохозяйственных угодий и оценке выноса ими солей, удобрений и пестицидов. - Л.: Гидрометеиздат, 1981.-41 с.
23. Государственный земельный кадастр России. - М., 1990.
24. Докучаев В.В. Наши степи - прежде и теперь. - М.: Сельхозгиз, 1953.
25. Пегов С.А., Хомяков П.М. Моделирование развития экологических систем. - Л.: Гидрометеиздат, 1991.

26. Айдаров И.П. Экологические основы мелиорации земель. Монография. – М.: ФГБОУ ВПО МГУП, 2012.
27. Голованов А.И., Сурикова Т.И., Зимин Ф.М. и др. Природообустройство: учебник // Под ред. А. И. Голованова. – М.: Колос, 2008.
28. Constanza R. На пути к экологической экономике. Энциклопедия земли. – Вашингтон, 2007.
29. Егоров В.В., Базилевич Ы.И., Панкова Е.И. Карта типов засоления почв СССР // Тр. XXIII Международного географического конгресса. - М., 1976.
30. Засоленные почвы Европейской части СССР и Закавказья // Тр. Почв, ин-та им. В.В. Докучаева. - М., 1973.
31. Зволинский В.П. (ред.). Природные ресурсы в системе государственных финансов России. - М.: РУДН. 2000. - 160 с.
32. Зволинский В.П., Хомяков Д.М. (ред.). Проблемы рационального природопользования аридных зон Евразии. - М.: МУ, 2000. - 414 с.
33. Изучение формирования качества коллекторно-дренажных вод Ставропольского края и разработка технического задания на проектирование экспериментальной системы обезвреживания пестицидов. Отчет о НИР. - Харьков: ВНИИВО, 1989. - 60 с.
34. Инструкция по определению расчетных гидрологических характеристик при проектировании противоэрозионных мероприятий на Европейской территории СССР: ВСН 04-77 Госкомгидромет, Минсельхоз СССР, Минводхоз СССР. - Л.: Гидрометеиздат, 1979. - 59 с.
35. Канцибер Ю.А. (рук.). Качественная и количественная оценка дренажного стока при проектировании мелиоративных систем в Северо-Западной зоне РСФСР. Заключительный отчет СевНИИГиМа. - Л., 1980. - 170 с.
36. Караушев А.В., Скакальский Б.Г., Шварцман А.Я. и др. Методические основы оценки антропогенного влияния на качество поверхностных вод. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 286 с.



27. Карта химизма засоления почв СССР. - М., 1976.
38. Кац Д.М. Влияние орошения на грунтовые воды. - М.: Колос, 1977. - 271с.
39. Кац Д.М., Маслов Б.С. Методические указания по гидрогеологическому районированию переувлажненных земель для целей сельскохозяйственной мелиорации. - М.: ВСЕГИНГЕО, 1967. - 29 с.
40. Каштанов А.Н., Шатилов И.С., Милащенко Н.З. и др. Научное обеспечение земельной реформы и развития земледелия. - М.: ВАСХНИЛ, 1993. - С. 35-63.
41. Кирейчева Л.В., Решеткина Н.М. Концепция создания устойчивых мелиорированных агроландшафтов. - М.: ВНИИГиМ, 1997. - 54 с.
42. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. - М.: МСХА, 2000.-474 с.
43. Inglehart R. Modernization and Postmodernization. Cultural, Economic and Political Change in 43 Societies. Princeton Univ. Press? 1977.
44. Краснощеков В.Н., Семендуев В.А. Оценка экономической эффективности природообустройства агроландшафтов. Монография. - М.:ФГБОУ ВПО МГУП, 2013.
45. Журавский П.П., Краснощеков В.Н. Методологические подходы к оценке экономической эффективности инвестиций в мелиорацию сельскохозяйственных земель // Природообустройство. - № 4. - 2014.
46. Constanza R., R d'Arge, R. de Groot, Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R. V., Paruelo J., Raskin R. G. , Suttonkk P., M. van den Belt. The value of the world's ecosystem services and natural capital. // Nature, vol. 387, May 1997.
47. R.S. de Groot, Wilson M.A. , Boumans R.M.J. "A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services", Ecological Economics, №41, 2002.
48. Schuyt K., Brander L. The economic values of world's wetlands. Gland/Amsterdam, January 2004.

49. Ottinger R., Wooley D.R., Robinson N.A. et al. Environmental Costs of Electricity. New York, London, Rom: Oceana Publications. 1990.
50. Бобылев С.Н., Захаров В.М. Экосистемные услуги и экономика. Институт устойчивого развития. - М., 2009.
51. Романенко Г.А., Комов Н.В., Тютюнников А.И. Земельные ресурсы России, эффективность их использования. - М, 1996.
52. Клементова Е., Гейниге В. // Мелиорация и водное хозяйство. - № 5. - 1995. - С. 33-44.
53. Комарова А.И. (рук.). Изучение эффективности работы мелиоративных систем в Нечерноземной зоне Российской Федерации, построенных по проектам, разработанным проектными институтами системы Главнечерноземводстроя. Заключительный отчет Ленгипроводхоза. - Л., 1981. - 211с.
54. Кормыш Е.И., Гуськова Т.В. Исходные требования к экологическому обоснованию мероприятий по мелиорации земель на предпроектных и проектных стадиях... // Отчет о НИР. - М.: Союзводпроект, 2001. Рукопись.
55. Кормыш Е.И., Королева Г.И. Методика оценки химического состава сбросных вод осушительных систем на качество воды в водоприемнике // Научно-техн. отчет. - М.: Союзводпроект, 1993. Рукопись.
56. Кормыш Е.И., Королева Г.И. Научный отчет по теме: "Разработать экологические требования к параметрам и режимам функционирования мелиоративных систем". - М.: Союзводпроект, 1993. Рукопись.
57. Коротова Л.Г., Демченко А.С., Бражникова Л.В., Тарасов М.Н. Разложение гексациклогексана в почве и его вымывание водами поверхностного стока. Гидрохимические материалы. Том 69, 1977. - С. 63-68.
58. Костяков А.Н. Избранные труды. В двух томах. - М.: Сельхозгиз, 1961.
59. Кружилин И.П., Болотин А.Г. Водосбережение в орошаемом земледелии / Сб. "Проблемы рационального природопользования аридных зон Евразии" - М.: МГУ, 2000. - С. 97-98.

60. Ладонин В.Ф., Лунов М.И. Остатки пестицидов агрофитоценозов и их влияние на культурные растения. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1985. – 60 с.
61. Лапшев Н.Н. Расчёты выпусков сточных вод. - М.: Стройиздат, 1977. - 88 с.
62. Лукашев К.И., Ковалёв В.А., Жуховицкая А.Л. Условия формирования химического состава вод заболоченных территорий и его изменение под влиянием мелиораций // Тр. IV Всесоюзного гидрологического съезда. Том 9. - Л.: Гидрометеиздат, 1976. - С. 280-291.
63. Марскос Э.М. Использование сточных вод в сельском хозяйстве // Тр. IX МКИД. - М.: ЦБНТИ МВХ СССР, 1975.
64. Маслов Б.С. // Сб. "Ландшафтный подход в мелиорации и вопросы землеустройства". - М.: РАСХН, 1994. - С. 21 -33.
65. Маслов Б.С. // Сб. "Создание продуктивных и устойчивых агроландшафтов". - Новосибирск: СО РАСХН. - С. 11 -13.
66. Маслов Б.С. Ландшафтное земледелие: водный аспект // Агроном. Наука. - № 5. - 1994. - С. 8-10.
67. Маслов Б.С., Айдаров И.П., Шульгин А.М. // Вестник РАСХН. - № 6. - 1996. -С. 27-30.
68. Маслов Б.С., Минаев И.В. Мелиорация и охрана природы. - М.: Россельхозиздат, 1985. - 272 с.
69. Маслов Б.С., Минаев И.В. Осушительные системы XXI века. - М.: РАСХН, 1999.-80 с.
70. Маслов Б.С., Минаев И.В., Губер К.В. Справочник по мелиорации. - М.: Росагропромиздат, 1989. - 384 с.
71. Методика обоснования региональных гидрогеологических моделей многослойных систем. - М.: Наука, 1982.
72. Методика оценки выноса пестицидов и биогенных веществ неорганизованным поверхностным стоком с сельскохозяйственных угодий богарного земледелия. - Харьков: ВНИИВО, 1981. - 64 с.

73. Методические рекомендации по контролю за мелиоративным состоянием орошаемых земель. - М., 1978.

74. Методические рекомендации по прогнозу режима уровня и минерализации грунтовых вод в условиях орошения. - М.: ВСЕГИНГЕО. 1973.

75. Методические указания по применению правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. - Москва-Харьков: ВНИИВО, 1982.- 81 с.