МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

О. В. Тишкович, В. М. Яцухно

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ И ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Монография

Горки
Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия
2026

УДК 332.3

Тишкович, О. В. Эколого-экономическая оценка ущерба от водной эрозии почв для целей организации и эффективного использования земель сельскохозяйственного назначения / О. В. Тишкович, В. М. Яцухно. – Горки : Бел. гос. с.-х. акад., 2026. – 90 с. : ил. – ISBN 978-985-882-903-2.

В монографии изложен опыт зарубежных и отечественных исследований в области оценки ущерба, наносимого водной эрозией почв. На основе анализа существующих методов оценки ущерба прослежены их особенности и выявлены недостатки. Обоснована необходимость разработки новых методик оценки земли, в том числе с учетом предоставляемых ими экосистемных услуг, в связи с увеличением значимости почвенно-земельных ресурсов и угрозой снижения их качественного состояния в результате проявления процессов деградации почв.

В целях оптимизации использования почвенных ресурсов в сельскохозяйственном производстве рассмотрены результаты исследования почв и влияния на них водной эрозии в Могилевской области.

Изучено влияние водной эрозии почв в результате эколого-экономической оценки ущерба почв, сформулированы принципы и предложена методика определения величины ущерба, выраженной размером упущенной выгоды.

Книга рассчитана для научных сотрудников в области почвоведения, землеустройства, охраны окружающей среды, экологии, преподавателей, аспирантов и студентов географических, биологических специальностей университетов и сельскохозяйственных вузов, а также руководителей и специалистов сельского хозяйства.

Табл. 10. Ил. 7. Библиогр.: 218 назв.

Печатается по решению Научно-технического совета
Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.
Протокол № 2 от 28 мая 2026 г.

Рецензенты:
доктор сельскохозяйственных наук, профессор Н. Н. Цыбулько;
кандидат экономических наук, доцент Д. А. Чиж

ISBN 978-985-882-903-2

© Тишкович О. В., Яцухно В. М., 2026
© Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия, 2026

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Бонитировка почв обрабатываемых сельскохозяйственных земель – определение с использованием шкалы оценочных баллов почв относительной пригодности рабочих участков по совокупности природных свойств для возделывания основных сельскохозяйственных культур и их групп [41].

Кадастровая оценка земель, земельных участков – определение показателей, характеризующих плодородие, местоположение, технологические свойства сельскохозяйственных земель как средства производства в сельском хозяйстве, а также определение кадастровой стоимости сельскохозяйственных земель на дату кадастровой оценки для целей, предусмотренных законодательством [42].

Нормативный чистый доход – результат кадастровой оценки земель, характеризующий степень благоприятности рабочих участков для возделывания сельскохозяйственных культур по отношению к средним по стране условиям [42].

Рабочий участок – участок сельскохозяйственных земель, достаточно однородный по почвенно-экологическим и агротехническим условиям [42].

Упущенная выгода – размер ущерба от недобора растениеводческой продукции из-за снижения плодородия и (или) ухудшения состояния земель и почв в результате проявления процессов деградации, в том числе водной эрозии.

Эколого-экономическая оценка почв – система оценки почв и земель, включая стоимостное выражение, как основных объектов сельскохозяйственного производства и компонентов окружающей среды, обеспечивающих эффективное и экологобезопасное их использование в аграрной отрасли.

Эколого-экономический ущерб почв – сумма упущенной выгоды в результате проявления негативных экономических и экологических последствий при возделывании сельскохозяйственных культур, вызванных снижением урожайности и (или) потерей почвенного плодородия.

ВВЕДЕНИЕ

Сельскохозяйственные земли, а также слагающие их почвы, имеют стратегическое значение для устойчивого развития Беларуси и, прежде всего, обеспечения продовольственной безопасности. В связи с усилением воздействия человека на природную среду возрастают темпы и масштаб деградации почв и земель. На фоне интенсификации использования почвенно-земельных ресурсов наблюдается рост угроз и рисков снижения качественного их состояния.

Для Республики Беларусь наиболее распространенным видом естественной деградации земель является водная эрозия почв, и проблема ее развития является весьма актуальной. Признание деградации земель в Концепции национальной безопасности Республики Беларусь как одного из факторов, создающих угрозу безопасности в экономической и экологической сферах, свидетельствует о внимании и повышении роли со стороны государства к проблемам управления и устойчивого использования почвенно-земельных ресурсов. В разработанной Стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года борьба с деградацией земель, т. е. предотвращение ускоренной потери продуктивности и экологической ценности почвенно-земельных ресурсов, относится к приоритетным направлениям государственной политики [73, с. 9]. Свидетельством этому является принятие Стратегии и Национального плана действий Республики Беларусь по предотвращению деградации земель, направленных на осуществление обязательств в рамках выполнения Конвенции Организации Объединенных Наций (ООН) по борьбе с опустыниванием (деградацией) земель (включая почвы), утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29 апреля 2015 г. № 361 [128]. Согласно п. 1 Национального плана действий, к числу первоочередных мероприятий относится «...совершенствование системы расчета вреда, причиненного окружающей среде при различных видах деградации земель» [74, с. 11]. При этом ключевым является определение его размеров. Согласно принятой Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15 декабря 2017 г., в результате их проявления усиливаются «…процессы деградации сельскохо-

зяйственных земель, вызванные факторами антропогенного и (или) природного характера» [27, с. 12].

Одним из первых ученых, обративших внимание на необходимость учета стоимости почв при оценке земель, был В. В. Докучаев. В частности, он отмечал «…если почвы лежат в основе главнейшего фактора, влияющего на ценность и доходность земли, то само собой понятно, что при оценке земель исследование должно быть начато именно с этого фактора, который и должен служить фундаментом для всех других факторов, связанных с ними генетически» [28, с. 343]. Данным вопросом на территории постсоветского пространства занимался и занимается ряд ученых: Е. В. Бондаренко [11], Д. С. Булгаков [12], Г. В. Добровольский [25, 26], И. И. Карманов [43, 44], О. А. Макаров [55–58, 85, 86, 97, 166, 168, 174, 175], Е. Д. Никитин [25], С. А. Шоба [126], Е. В. Цветнов [56, 57, 77, 145–147, 185], А. С. Яковлев [61, 62, 179] и др. К наиболее значимым в международных научных кругах с научно-методической точки зрения можно отнести работы K. Adhikari [190], E. Dominati [196, 197], D. Robinson [209], C. Harveg, I. Resasudarmo [200], B. Bartkowski, B. Hansjurgens, S. Bartke [192] и др. В Республике Беларусь этот вопрос находится на стадии научного обсуждения и анализа [6, 39, 185]. О необходимости оценки почв как природного компонента, выполняющего широкий спектр функций, подчеркивается в недавно подготовленном под эгидой ФАО ООН аналитическом обзоре, посвященном состоянию мировых почвенных ресурсов [213], а также практическому опыту учета их ценности при определении размеров ущерба, нанесенного деградацией земель в некоторых странах, включая Российскую Федерацию [204].

В настоящее время назрела необходимость эколого-экономической оценки ущерба почв, подверженных процессам водной эрозии, которая приводит не только к потере элементов питания растений, но и к потере урожая. По данным РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси, из общей площади эродированных почв (556,5 тыс. га) более 473,3 тыс. га сельскохозяйственных земель подвержено водной эрозии, из них пахотных – 361,7 тыс. га, поэтому особую актуальность и практическую значимость приобретает определение размеров ущерба, наносимого почвам в результате водной эрозии, получившей развитие в Республике Беларусь.

1. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ: СУЩНОСТЬ, СОДЕРЖАНИЕ, НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Анализ отечественного и зарубежного опыта эколого-экономической оценки почв и земель

Почвы занимают уникальное положение в общественно-политической и хозяйственной деятельности людей.

К числу отличительных и незаменимых свойств почв относится плодородие – способность производить биомассу, в том числе растительную продукцию, поэтому сохранение и поддержание плодородия почв сельскохозяйственных земель является одной из приоритетных задач рационального землепользования, а также фундаментальным условием жизнедеятельности людей для обеспечения продовольственной безопасности [69, 72, 169–171]. Наиболее сдерживающими факторами их осуществления являются расширяющиеся масштабы проявления на почвах различных деградационных процессов. В настоящее время более половины почв сельскохозяйственных земель в мире оказались в той или иной степени деградированными [204]. При этом водная эрозия является преобладающей формой деградации почв [213].

Целью данного раздела является выявление состояния изученности вопроса эколого-экономической оценки ущерба почв в результате развития водно-эрозионных процессов и определение ее особенностей осуществления в отдельных странах, представляющих интерес с точки зрения использования их в условиях Республики Беларусь.

В Беларуси работы по оценке почв и земель начали проводиться в послевоенный период XX в. В настоящее время на территории страны проведены 14 туров крупномасштабного агрохимического обследования почв сельскохозяйственных земель, три тура бонитировки почв сельскохозяйственных земель, один тур экономической оценки и два тура кадастровой оценки сельскохозяйственных земель [1–4, 41, с. 3–22; 50].

Выполненный аналитический обзор существующих основных видов стоимостной оценки почв и земель показал, что наиболее полно и всесторонне почвенный фактор учитывается при проведении кадастровой оценки сельскохозяйственных земель. Кроме того, он отражается в ряде случаев при определении экологического вреда, нанесенного землям, подверженным деградационным процессам (табл. 1.1).

Следует признать, что проводимые за рубежом и в Беларуси кадастровые оценки земель по своей сущности и содержанию являются

экономической оценкой, так как отражает сравнительную ценность земель как средства производства в сельском хозяйстве, хотя обусловленные не только экономическими, но и природными, прежде всего почвенными условиями [18, 70].

Таблица 1.1. **Основные виды стоимостной оценки почв и направления использования ее результатов** [184]

№ п/п	Виды стоимостной оценки почв и земель	Целевое назначение результатов оценки	Состояние вопроса в Республике Беларусь
1	2	3	4
1	Оценка почв и земель как национального богатства и природного ресурса	Определение макроэкономических показателей эколого-экономического учета земель и почв как природного актива и отражение их стоимости в системе национальных счетов [116, 211, 214, 217, 218]	Данная система оценки в Республике Беларусь не получила применения и находится на стадии обсуждения
2	Оценка земель и почв для государственных нужд в рамках государственной кадастровой оценки сельскохозяйственных земель	Установление ставок земельного налога, определение размеров убытков и ущербов, нанесенных в результате нерационального использования земель и почв, оценки эффективности аграрного землепользования, а также использование результатов оценки в практике планирования и территориальной организации земельного фонда для сельскохозяйственных целей [42]	В 2016 г. в Республике Беларусь завершен второй тур кадастровой оценки сельскохозяйственных земель, включающий оценку плодородия почв рабочих участков, оценку их технологических свойств и местоположения, оценку земли как средства сельскохозяйственного производства с установлением общего кадастрового балла и кадастровой стоимости сельскохозяйственных земель [41]
3	Оценка рыночной стоимости земельных участков	Проводится преимущественно в целях совершения сделок с недвижимым имуществом как товаром (купля-продажа, наследование, дарение, получение банковского кредита, раздел имущества и др.). Выполняется согласно международным стандартам оценки [64, 191, 195, 205]	В 2018 г. Национальным кадастровым агентством Республики Беларусь завершена кадастровая оценка земельных участков по видам функционального использования земель, учитывающая его местоположение, физические и экономические характеристики, целевое назначение, обременение, наличие движимого имущества и др. [95, 96]

Окончание табл. 1.1

1	2	3	4
4	Оценка экосистем и экосистемных услуг почв и земель	Определение ценности природных благ конкретных территорий, включая стоимость экосистемных услуг, предоставляемых почвами и землями в процессе их функционирования и хозяйственного использования [191, 193, 195–198, 201, 202, 204, 212, 215, 216]	При оценочной деятельности данный вид оценки еще не получил широкого применения из-за недостаточно разработанной методической базы [92, 188]
5	Оценка экологического вреда, причиненного почвам и землям	Используются для определения сумм возмещения причиненного ущерба в результате нерационального землепользования и антропогенного воздействия. Экологическая составляющая регламентируется международными и национальными нормативно-правовыми аспектами и методическими руководствами [190, 208, 210]	Величина экологического вреда земель определяется степенью их химического загрязнения и интенсивностью проявления деградационных процессов на почвах [78, 91]
6	Оценка стоимости почв и земель как основных средств в системе финансовой отчетности	Отражаются земельные активы предприятий и учреждений при бухгалтерском учете, согласно международному стандарту финансовой активности (IAS) «Основные средства»	Согласно Инструкции по бухгалтерскому учету основных средств, земельные участки, вложения в них, а также улучшения земель принимаются в бухгалтерском учете в качестве основных средств [37]

Во многих государствах с развитой экономикой при кадастровой оценке сельскохозяйственных земель ключевое значение уделяется природным факторам, определяющим естественное плодородие почв, которые дифференцированно влияют на продуктивность возделываемых сельскохозяйственных культур (табл. 1.2).

Оценка почв сельскохозяйственных земель в большинстве стран проводится преимущественно в ходе кадастровых работ. В странах Западной Европы кадастровая оценка земель проводится преимущественно для налогообложения [48, с. 70; 49, 75, с. 5].

При оценке земель в Канаде на первом этапе учитываются три фактора: почвенный профиль, рельеф и климатические условия. Отрицательной стороной является получение результатов только на основе производства пшеницы, что не совсем точно отражает условия, когда на участках выращиваются иные культуры [36, 48, с. 72; 49].

Таблица 1.2. **Основные факторы, учитываемые при оценке почв сельскохозяйственных земель в Республике Беларусь и за рубежом** [48, с. 71]

Страна	Основные факторы, учитываемые при оценке сельскохозяйственных земель
Польша	Гранулометрический состав, мощность пахотного горизонта, структура и сложение, кислотность, водные свойства почв, рельеф, урожайность, особенности мелиорации, природные условия, затрудняющие лучшее использование земель
Болгария	Мощность гумусового горизонта, мощность глубины почв, гранулометрический состав, текстурный коэффициент, почвенная реакция пахотного горизонта, содержание гумуса в пахотном горизонте, глубина залегания грунтовых вод
США	Характер и крутизна склонов, распространение эродированных почв и интенсивность процессов эрозии, каменистость, подверженность наводнениям, уровень залегания грунтовых вод, строение и мощность почвенного профиля, характер увлажнения и плодородия почв, структура землепользования, размер хозяйства, уровень интенсифика-ции, местоположение хозяйства, затраты труда на единицу площади
Канада	Гранулометрический состав, структура, естественное плодородие, солонцеватость, каменистостъ, эродированность, рельеф, климатические условия
Великобритания	Климат (осадки, температура, продолжительность вегетационного периода), географическое положение, рельеф местности, глубина и состав почвы, мощность гумусового горизонта
Германия	Плодородие почв, расположение относительно транспортных коммуникаций и рынков сбыта, уровень и возможность механизации, уровень цен и заработной платы в данной местности
Швейцария	Гранулометрический состав, химические и физические параметры, экспозиция, крутизна поверхности, степень засоленности, географическая широта, климатические показатели (количество осадков, скорость ветра и т. д.)
Нидерланды	Качество земель согласно специально разработанной классификации, гидрологические свойства, почвенные характеристики, которые не могут быть изменены, климатические условия
Россия	Плодородие, технологические свойства почвы и местоположение земельного участка
Беларусь	Плодородие почв, каменистость, эродированность, окультуренность, неоднородность почвенного покрова, генезис почвообразующих пород, контурность, агроклиматические условия, мелиоративное состояние осушенных земель, закустаренность (для естественных луговых земель)

Примечание: с дополнением автора.

В Великобритании учитываются факторы, оказывающие влияние на плодородие почв, а также урожайность сельскохозяйственных культур [36, 48, с. 73; 49, 75, с. 30].

В Германии в основу оценки почв положены гранулометрический состав, генезис материнских пород и степень окультуренности [36].

В Республике Беларусь первым и базовым этапом кадастровой оценки сельскохозяйственных земель является бонитировка почв, задачей которой является оценка по их генетическим, производительным свойствам, определяющим урожайность сельскохозяйственных культур.

Для характеристики и оценки плодородия (продуктивности) рабочих участков показателями являются: бонитет почв, балл плодородия.

Кадастровая оценка производится в двух аспектах – общая по видам земель и частная по отдельным сельскохозяйственным культурам. Результаты оценки систематизируются по видам земель: пахотные, под постоянными культурами, луговые улучшенные, луговые естественные, всего сельскохозяйственные. Основной метод оценки – расчетно-нормативный.

Материалы поучастковой кадастровой оценки земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств являются хорошей информационной основой для решения практических вопросов в сфере земельных отношений, управления сельскохозяйственным производством, подготовки и обоснования землеустроительных мероприятий по организации использования и охраны земель.

В их числе следующие:

- определение размера ущерба, включая упущенную выгоду сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств при изъятии у них или временном занятии земельных участков, а также в данном случае при проявлении водной эрозии почв;

- оценка производственного потенциала сельскохозяйственных организаций, оценка их хозяйственной деятельности;

- оптимизация площади и размещения посевов сельскохозяйственных культур с учетом качества земель, благоприятности предшественников и фитосанитарных условий;

- создание информационной основы для повышения эффективности управления производством в сельскохозяйственных организациях.

В настоящее время указанная информационная основа создается при внутрихозяйственном землеустройстве и включает: план противоэрозионной организации и устройства территории сельскохозяйственных земель [70].

В качестве наиболее обоснованных показателей эколого-экономического состояния почв и их ценности являются результаты кадастровой оценки сельскохозяйственных земель [86].

Результатом осуществления кадастровой оценки сельскохозяйственных земель в Республике Беларусь является определение обобщающих (синтезирующих) показателей: нормативного чистого дохода, дифференциального дохода, общего балла кадастровой оценки и кадастровой стоимости земель. Для проведения кадастровой оценки земель в Беларуси принята закрытая оценочная шкала, в которой в 100 баллов оценена лучшая по плодородию почва для возделывания каждой из восемнадцати сельскохозяйственных культур [41, с. 37]. Более подробное изложение разработанной методики при определении размера ущерба, наносимого водной эрозией почвам пахотных земель, включая его стоимостное выражение, изложено в следующих главах.

В Беларуси, начиная с 60-х гг. XX в., накоплен богатый опыт земельно-кадастровых работ, включающий результаты бонитировки почв сельскохозяйственных земель республики. В 1998 г. в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси [41, с. 9–12] разработали методику для внутрихозяйственной оценки почв каждого рабочего участка, выраженную в баллах по отношению к возделыванию на них основных сельскохозяйственных культур и их групп (озимая пшеница, озимая рожь, озимая тритикале, рапс, ячмень, яровая пшеница, овес, кормовой люпин, горох, вика, пелюшка, картофель, лен, кукуруза, корнеплоды, люцерна, клевер, злаковые травы). Н. И. Смеян, Г. М. Мороз предложили балльность для вышеперечисленных культур на почвах, преобладающих в структуре почвенного покрова Республики Беларусь. Остальные, реже встречающиеся почвы оценены расчетным путем. Шкала оценочных баллов разработана для участков почв с оптимальными свойствами. На участке, где свойства отличаются от оптимальных показателей, в средневзвешенный балл вводятся те же поправочные коэффициенты, которые использовались в третьем туре бонитировки (на закустаренность, завалуненность, заболоченность, эродированность, размер контура, степень окультуренности, климатические условия) [15, 20, с. 388–390; 41, с. 33; 120, с. 44–46; 153, 164].

При проведении бонитировки почв важное значение имеет правильный выбор диагностических признаков (критериев), так как только при этом условии достигается необходимая объективность получаемых результатов. Главнейшими из диагностических признаков являются: мощность гумусового горизонта, процентное содержание гумуса в почве, валовые запасы гумуса, азота, фосфора и калия в почве, гранулометрический состав, кислотность, сумма поглощенных оснований, степень насыщенности почвы основаниями и др. При этом важно от-

метить, что набор таких признаков может варьировать в различных почвенно-климатических зонах [20, с. 184–189; 24, 41, с. 6–7; 42, 212]. Еще в свое время В. В. Докучаев при проведении оценки почв положил в основу ее плодородия такие характеристики, как мощность гумусового горизонта, содержание гумуса, характер материнской породы, условия залегания и др., содержание разных веществ, в том числе основных питательных элементов, поглотительная способность почв, влагоемкость, теплоемкость и др. [28].

Существующая методика кадастровой оценки сельскохозяйственных земель, базирующаяся на многофакторном ее проявлении, обладает признаком концептуальной новизны, которая может с успехом применяться при установлении стоимости оценки изменения состояния почвенного покрова, в частности трансформации при негативном воздействии на него водной эрозии. Как известно, развитие водной эрозии почв приносит существенный экологический и экономический ущерб [110]. В результате этого требуется разработка единого подхода и принципа для определения такого ущерба. При этом важным является выделение главных критериев и показателей, определяющих величину ущерба, с учетом того, что не следует расширять и использовать множество факторов, которые усложнят осуществление оценки [43, 44].

С. В. Шульгина [165] одним из основных наиболее информативных критериев генетических свойств почв для установления степени их изменения в результате антропогенных воздействий выделяет содержание гумуса.

По мнению А. А. Околеловой [82], наиболее информативными критериями, определяющими состояние почвенного покрова, являются: запасы гумуса, потери гумуса, фракционно-групповой состав гумуса, плотность почвы.

В последнее десятилетие за рубежом наблюдается заметное расширение рамок эколого-экономической оценки путем включения в нее составляющих, которые формируются по результатам функционирования почв. Это в свое время отметил классик и основатель почвенной науки В. В. Докучаев: «… если почвы лежат в основе главнейших факторов, влияющих на ценность и доходность земли, то само собой понятно, что и при оценке земель исследования должны быть начаты с этого фактора, который и должен служить фундаментом для всех других факторов, связанных с ним генетически», а также, что в основе оценки земли должны лежать сформированные многовековой эволюцией в значительной степени устойчивые почвенные разности, слагающие

оцениваемую территорию, а не хозяйственно-экономические следствия от их эксплуатации [28, с. 343; 147]. Выводы и предложения В. В. Докучаева являются весьма актуальными, практически востребованными и в настоящее время. Так, указанное положение в настоящее время закреплено в специальном стандарте – Системе эколого-экономического учета природного капитала (SEEA–2012), одобренного рядом международных организаций (ООН, Международным валютным фондом, Еврокомиссией, Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО)), в котором приводится следующее определение земли и почвы как актива: «Земля является уникальным экономическим активом, очерчивающим пространство, в котором происходят экономические и экологические процессы и в котором размещаются экологические и экономические активы» [214, п. 5.239]. В данном документе особо подчеркивается, что землю и содержащиеся в ней природные ресурсы следует рассматривать и учитывать отдельно. Исключение составляют почвенные ресурсы, так как сложно представить земли, особенно сельскохозяйственные, используемые в хозяйственном обороте без почв [214, с. 196].

В научных трудах О. А. Макарова, И. З. Каманиной отмечены разновидности эколого-экономической оценки почв [58, с. 135], одной из которых является определение величины ущерба от загрязнения, деградации и захламления земельных участков.

Также отмечены следующие разновидности эколого-экономической оценки земель, которые используются в практических целях:

- оценка предотвращения экологического ущерба – определение материальных и финансовых потерь и убытков (включая упущенную выгоду) от ухудшения состояния окружающей природной среды в целом или ее отдельных компонентов, которых удалось избежать в результате проведения природоохранных мероприятий;

- оценка величины ставок экологического налога при загрязнении, деградации и захламлении земельных участков, оказавшихся в зоне влияния этих факторов, поэтому определение размеров экологического налога относят к разновидности эколого-экономической оценки;

- корректировка стоимости земель (использование экологических поправочных коэффициентов к стоимости земельных участков, разработка специальных методов оценки загрязненных земель) – при оценке стоимости земель необходимо снижать или повышать стоимостные характеристики земель на основе сведений об их экологическом состоянии;

- оценка и страхование экологических рисков – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера;

- определение величины ущерба от загрязнения, деградации и захламления земельных участков;

- экономическая интерпретация экосистемных сервисов (услуг) [52, 100, 113].

Стоимостные показатели предлагаемой эколого-экономической оценки сельскохозяйственных земель выражают следующие основные категории:

- затраты (расход ресурсов) на производство продукции или получение требуемого результата;

- ценность ресурсов, продукции, благ, включая землю и всю окружающую среду;

- эффект (или ущерб) от действия, рассматриваемого фактора. Эффект (или ущерб) выражают выгоду (или потерю) в результате действия фактора, т. е. представляют его оценку.

Оцениваемыми факторами могут являться различные виды земельных угодий и мероприятий в производственной и непроизводственной сферах, загрязнения, нарушения земель, меры по охране сельскохозяйственных земельных угодий, ущерб от сельскохозяйственной деятельности, эффективность внесения удобрений, повышение плодородия почв и др. В данном контексте представляет интерес сравнительный анализ имеющегося зарубежного опыта такой оценки сельскохозяйственных земель, в том числе подверженных процессам деградации.

Несмотря на наличие иногда весьма существенных различий в обеспеченности земельными ресурсами аграрного сектора, организационно-территориальных, правовых форм землепользования, природно-климатологических условий и др., можно отметить некоторые общие черты систем оценок земель. Последние в определенной степени могут представлять интерес с точки зрения их использования или апробации в условиях Республики Беларусь [195].

В настоящее время в зарубежной и отечественной земельно-оценочной практике большое внимание уделяется учету экологических факторов для отдельных типов землепользований. Однако единого подхода к эколого-экономической оценке сельскохозяйственных зе-

мель до настоящего времени не существует. Кроме того, проведение оценки осложняется отсутствием данных экологического мониторинга, несмотря на развитие технических средств и программного обеспечения [136].

При этом выделение совокупности экологических факторов, воздействующих на состояние сельскохозяйственных земель, и их стоимостная оценка являются сложной и слабо разработанной областью исследования.

Эколого-экономическая (стоимостная) оценка земель является сложной процедурой, так как должна учитывать возможность их одновременного использования как природного ресурса, основы среды проживания населения и объекта недвижимости. При этом необходимо особо подчеркнуть роль государства, земельная политика которого должна быть направлена на рациональное использование и охрану, воспроизводство и повышение плодородия почв, сохранение и улучшение благоприятной для жизни и здоровья людей окружающей природной среды, способствуя тем самым принятию научно обоснованных решений в области аграрного землепользования.

В работах по эколого-экономической оценке сельскохозяйственных земель обычно выделяют две группы показателей. В первую группу входят экономические показатели: доход, затраты, ставка, капитализация, стоимость земельного участка. Во вторую группу входят экологические показатели, которые отражают типы и степень деградации земель: расчлененность территории, эрозионные процессы, дефляцию, засоление и др., которые в совокупности определяют ущерб, наносимый сельскохозяйственным землям. Многие исследователи показатель ущерба признают одним из ключевых в эколого-экономических расчетах [138, 198, 201, 205]. В последнее время в данном контексте оценки уделяется значительное внимание определению издержек, в том числе выраженных в стоимостных единицах, связанных с проявлением деградации земель. Указанная проблема актуальна и для сельскохозяйственных земель Беларуси, что требует объективного определения потерь, связанных в первую очередь с проявлением таких деградационных процессов, как водная и ветровая эрозии почв [182].

Применительно к землям и почвам, используемым в сельскохозяйственном производстве, их можно рассматривать как средство труда, предмет труда, средство производства и объекта экосистемных услуг. Исходя из этого и строилась их оценка, как показано на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Элементы хозяйственной оценки земель и почв

Примечание. Источник: [35, 90] с дополнением автора.

При наличии множества существующих классификаций экосистемных услуг наиболее используемыми в практических целях признаны их классификации трех международных инициативных групп, объединяющих ученых, специалистов и практиков из разных стран и регионов мира: 1) оценка экосистем тысячелетия (MEA) [29]; 2) экономика экосистем и биоразнообразия (TEEB) [107]; 3) общепринятая международная классификация экосистемных услуг (CICES) под эгидой Европейского агентства по окружающей среде (EEA). Детально проанализировав степень отражения земель и почв в различных классификациях экосистемных услуг, сделан общий вывод о том, что до настоящего времени этим компонентам уделяется мало внимания, а их многочисленные функции и процессы изначально были оставлены вне рамок экосистемных услуг или слабо освещены в таких классификациях. Так, в базовой классификации экосистемных услуг MEA почвы упоминаются лишь в связи с оценкой почвообразования, регулирования эрозии, водного режима, сдерживания опасных природных явле-

ний. В классификации TEEB почвы упоминаются в группе «Защита от эрозии». В классификации CICES, имеющей 5-уровневую иерархическую структуру, состоящей из секций, разделов, групп, классов и типов классов, земли и почвы упоминаются только на 3-м уровне в группе «Регулирование качества почв» и на 5-м уровне в типе класса «Предотвращение загрязнения отходами» [52, 100, 113, 188].

Анализ международных подходов к определению экосистемных услуг позволил нам установить в первом приближении перечень предоставляемых землями и почвами экологических услуг и, что самое главное, выделить функциональные факторы в природе и хозяйственной деятельности, которые определяют эти услуги (табл. 1.3) [89].

Таблица 1.3. **Основные экосистемные услуги, предоставляемые землями и почвами в процессе функционирования и использования** [169–171, 188]

Наименование экосистемных услуг	Функциональное назначение земель и почв
1	2
Обеспечивающие услуги (продукты и вещества, получаемые из экосистем, обладающих прямой выгодой для населения)	
Предоставление Продовольственного растительного сырья	Обеспечение сельскохозяйственных культур питательными веществами, биофизическими условиями и водой для их продуцирования. Экономическая основа жизнедеятельности сельского населения
Услуги, связанные с использованием лесной и естественной луговой растительности	Обеспечение естественной растительности питательными веществами, биофизическими условиями для получения лесохозяйственного, пищевого, лекарственного и биоэнергетического сырья.
Наполнение, предоставление и улучшение качества почвенно-грунтовых вод	Сохранение и очистка почвенно-грунтовых вод
Источник ресурсов, почвенной биоты, концентрации химических элементов, включая полезные ископаемые	Функционирование земель и почв, связанное с проявлением биогеохимических, водно-физических, энергетических процессов и гранулометрических их свойств
Территориальный базис размещения и функционирования хозяйственных, инфраструктурных объектов, поселений, а также местообитаний растительного и животного мира	Обеспечение населения жизненным пространством, убежищем для растений и животных и их механической опорой; формирование земельных участков, и имеющие установленные границы и целевое назначение

Продолжение табл. 1.3

1	2
Поддерживающие услуги – услуги, способствующие успешному функционированию экосистем и представляемых ими блага	
Процессы почвообразования и формирования почв и почвенного покрова	Биогеохимическое преобразование материнских пород под влиянием климатических, гидрологических условий, растительности и антропогенной деятельности. Трансформация и аккумуляция органического вещества. Создание агрегатного состава и формирование генетических горизонтов почв. Поддержание плодородия земель и почв как необходимого условия существования и продуцирования живых организмов. Формирование почвенного покрова как совокупности слагающих его отдельных почв, отличающихся их пространственным расположением, геометрией ареалов и характером их взаимосвязей
Круговорот питательных веществ и воды	Поддержание обмена минеральных и органических веществ внутри экосистем и их внешней средой; Циркуляция воды в почвах, поддерживающая жизнедеятельность и продуктивность экосистем и их устойчивость к климатическим изменениям, деградации земель и др. Трансформация и минерализация органических веществ почвенными организмами
Первичная продуктивность	Формирование биомассы надземных и подземных органов, продуцируемых в ходе фотосинтеза и влияющих на процессы почвообразования и уровень продуктивности экосистем
Природная матрица, определяющая биоразнообразие систем	Поддержание и сохранение биоразнообразия наземных экосистем и их отдельных структурных компонентов
Регулирующие услуги – выгоды, достигаемые в результате проявления экосистемных процессов	
Снабжение и регулирование количества и качества вод	Пополнение запасов вод, регулирование водного стока, уменьшение наводнений. Фильтрация, сорбция веществ, поступающих с поверхностными и грунтовыми веществами
Предотвращение или смягчение загрязнения земель и почв	Буферная защита и очистка земель и почв от различных загрязнений
Регулирование процессов деградации	Повышение почвозащитной устойчивости земель и почв. Регулирование уязвимости земель и почв от их деградации

Окончание табл. 1.3

1	2
Регулирование климата	Эмиссия и поглощение парниковых газов (CO_2, NO_2, CH_4). Формирование почвенного климата. Влияние на микро- и мезоклиматические условия и различия территорий
Культурно-исторические услуги – нематериальное обеспечение культурных, духовных потребностей людей	
Культурные и исторические ценности	Земля и почвы как объекты природного и культурно-исторического наследия. Познание истории жизнедеятельности, культурных традиций, местных обычаев, связанных с использованием земель и почв
Научные, образовательные и информационные услуги – услуги, связанные с получением знаний о землях и почвах как объектах природной среды и хозяйственной деятельности	
Источник научных знаний и образовательный объект	Компонент природной среды, его структурные и функциональные особенности, географическое распространение и хозяйственное использование. Познание эволюции и динамики окружающей среды, место и роль в природе и обществе

Приведенный в таблице перечень не претендует на полноту и выявление всего разнообразия проявления экосистемных услуг, но он является практически первой попыткой их определения и систематизации в отношении такого важного компонента окружающей среды, как земля и почва. Выполненный анализ данной проблемы показывает, что исследования по типизации и согласованию списка экосистемных услуг продолжаются и расширяются [12, 17, 89, 113, 169–171].

Эколого-экономическая оценка ущерба почв представляет собой определение убытков либо прибылей, рассчитанных на основе оценки качества отдельных природных компонентов окружающей среды, в особенности почв, а также на основе оценки эффективности применения природоохранных и природосберегающих технологий. Данное определение, конечно, не является исчерпывающим [57, 125, с. 57; 203].

Поиску путей разработки подходов и методов определения эколого-экономического ущерба почв в результате развития деградационных процессов посвящен ряд трудов, как отечественных ученых [6, 39, 94, 124, 172, 173, 183], так и из ближнего зарубежья [8, 35, 45, 51, 60, 61, 63, 76, 77, 80, 87, 93, 97, 98, 126, 144, 178]. Многие исследователи показатель ущерба признают одним из ключевых в эколого-экономических

расчетах [11, 58, 61, 62, 167]. В последнее время в данном контексте при оценке уделяется значительное внимание определению издержек, в том числе выраженных в стоимостных единицах, связанных с проявлением деградации почв. Указанная проблема актуальна и для сельскохозяйственных земель Беларуси, что требует объективного определения потерь, связанных в первую очередь с проявлением таких деградационных процессов, как водная эрозия почв.

При анализе зарубежного опыта в области данной оценки нельзя не упомянуть про систему оценки, созданной работами ученых Почвенного института имени В. В. Докучаева. Среди работ, проведенных в этой области, выделяются исследования, выполненные под руководством И. И. Карманова [43, 44, 84]. Можно сказать, что И. И. Карманов и его соавторы составили некий алгоритм определения стоимости сельскохозяйственных земель на основе учета почвенных свойств.

Расчет почвенно-экологического индекса ($П_{эи}$) базируется на результатах почвенно-агрохимических обследований и данных климатических условий региона. Произведение почвенно-экологического индекса ($П_{эи}$), тарифа и поправочного коэффициента, учитывающего факторы (эродированность, каменистость, уплотненность и др.), по мнению разработчиков метода, дает цену почвы 1 га данного участка [125, с. 126–127; 175].

Впоследствии И. И. Карманов и его соавторы развили систему оценки почв, основанную уже не только на их продуктивности, но и на учете запасов гумуса и подвижных элементов питания растений. Они полагали, что определять ценность почв можно на основании биологической продукции, производимой ими естественным путем (без антропогенного влияния), определения ценности накопленного в почве за многие тысячелетия гумуса и запасов доступных для растений форм питательных веществ [43, 44, 125, с. 127–130; 170, 171, 175].

В последнее время часто в научном сообществе можно встретить такое понятие, как «справедливая стоимость земли». В трудах С. А. Шобы, О. А. Макарова «Справедливая» экономика землепользования» дается наиболее полное определение данному понятию.

Справедливая стоимость – это истинная стоимость оцениваемого объекта, а рыночная стоимость – это отражение справедливой стоимости рынком, с возможными искажениями в большую или меньшую сторону [125, с. 21–22].

Законодательные и технические нормативно-правовые акты Республики Беларусь касательно определения ущерба почв в результате

развития деградационных процессов носят в основном экономический характер и не учитывают многих факторов. Так, согласно методике [79], экономический ущерб от деградации почв измеряется совокупными затратами на восстановление деградированных почв и приведение их в прежнее состояние. В случае невозможности определения указанных затрат прямым путем размер ущерба рассчитывается на основе укрупненных нормативов совокупных затрат на проведение работ по восстановлению почв.

Исследования показывают [124], что экономический ущерб от деградации почв в Беларуси, определяемый годовыми затратами на проведение работ по восстановлению загрязненных почв сельскохозяйственных земель, колеблется на пахотных дерновых и дерново-карбонатных почвах от 0,4 до 16,7 млн руб. Предложенная методика позволяет рассчитать ущерб для типов почв согласно общепринятой в Беларуси классификации. Однако, так как в основу данных расчетов положены средние затраты на возделывание 1 га трав на пашне и естественных сенокосах и пастбищах различных типов почв за 2006 г., скорректированные экологическими коэффициентами, использование данной методики применительно к определению размера ущерба от водной эрозии почв при выращивании остальных сельскохозяйственных культур не представляется возможным.

А. Ф. Черныш и др. предложили метод количественной оценки эрозионной деградации почв, основанный на комплексном подходе к учету изменений, происходящих в почвенном слое мощностью 50 см (по внутренней энергии почвы с учетом строения профиля, мощности горизонтов, водно-физических свойств, вещественного состава минеральной основы почвенного поглощающего комплекса и содержания гумуса) [157]. Согласно данной методике при соблюдении соответствующей агротехники возможно спрогнозировать недоборы урожая сельскохозяйственных культур только лишь на основании количественных показателей эрозионной деградации, основанные на внутренней энергии почвы.

Также отечественными учеными предложена зависимость для определения экономического ущерба от деградации земель применительно только для осушенных торфяных почв, основанная на нормативах возмещения потерь сельскохозяйственному производству; коэффициента инфляции; коэффициента пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв; затрат (тыс. руб.) на проведение работ по расчету размеров экономического ущерба, причиненного деграда-

цией. Также к полученной сумме предлагается добавить затраты на выполнение всех видов работ по получению информации о почвах для конкретной территории [6].

В контексте вышеуказанного весьма актуальной остается проблема, связанная с оценкой экологического ущерба (вреда), причиненного почвам, применительно для всей территории республики. В условиях получившего широкое развитие процесса деградации почв и даже прямого их уничтожения необходимо осознание ценности (стоимости) данного природного ресурса и совершенствование исчисления вреда при нарушении почв [186].

Эта проблема в полной мере актуальна и в Беларуси. На первый взгляд может показаться, что данный вопрос решен с принятием и последующими дополнениями Указа Президента Республики Беларусь «О таксах для определения размера вреда, причиненного окружающей среде» от 24 июня 2008 г. № 348, в котором определены размеры вреда при деградации 12 основных видов (подвидов) земель [78]. Однако использованная методика оценки такого вреда заслуживает существенных замечаний. В первую очередь они касаются объекта вреда, коими выступают на землях разновидности почв, отличающиеся разнообразием по гранулометрическому составу, увлажнению, плодородию и др. Кроме того, не указаны параметры низкой, средней, высокой, очень высокой степени деградации почв. Приведенные таксы и степень деградации являются фиксированными административно назначенными величинами, что делает применение методики не оценкой ущерба, а аналогом расчета штрафов. В методике не предусматривается возможность определения размера вреда, исходя из фактических затрат на восстановление нарушенного состояния почв, что противоречит принятому в республике законодательству в области охраны окружающей среды, обязывающего виновного отвечать за нанесенный ущерб, восстановление нарушенных почв, за счет его собственных средств в соответствии с проектным решением.

Стоит отметить, что в настоящее время ученые Института почвоведения и агрохимии разработали систему нормативных показателей потерь гумуса и элементов питания под разными группами сельскохозяйственных культур и нормативные показатели снижения урожайности в результате развития эрозионных процессов [117], которые рекомендуется использовать при оценке ущерба почв от эрозионной деградации.

Проведенный научно-аналитический обзор позволил установить, что к настоящему времени на территории Российской Федерации сложились следующие основные концепции экономической оценки деградированных почв: оценка ущерба (вреда) от деградации почв и земель (через сравнение деградированных и эталонных почв); определение нейтрального баланса деградации земель (позволяет проследить динамику состояния почв, определить тенденции их деградации); экономика деградации земель (теоретические основы разрабатываются Международным институтом по исследованию продовольственной политики (IFPRI) и Университетом Бонна, создана методика Й. фон Брауна – методика «оценки действия (бездействия)»). Осуществление эколого-экономической оценки деградации почв регионов включает в себя использование трех групп методов: 1) определение величины ущерба от деградации почв и земель регионов с использованием федеральных методик; 2) расчет показателя нейтрального баланса деградации земель регионов по стандартной методике; 3) оценка деградации почв регионов, основанная на сравнении экономических показателей сельскохозяйственного производства при устойчивом управлении земельными ресурсами и при «традиционном» землепользовании» [66, 67, 85, 86, 97, 130, 167, 168].

На основании выполненного обзора, можно заключить, что все имеющиеся работы по данному направлению носят разрозненный характер, т. е. либо исследования выполнены в основном по экономической оценке ущерба от деградации для отдельных типов почв пахотных земель [6], по эколого-экономической оценке ущерба почв, но без учета производственного потенциала пахотных земель сельскохозяйственных организаций, различающихся по природным, почвенным и экологическим условиям [39], либо рассмотрены способы усовершенствования методики кадастровой оценки земель [41, 69]. Вместе с тем в научной литературе отсутствуют современные сведения о величине ущерба почв пахотных земель для территории Республики Беларусь, а встречаются лишь отдельные исследования в данном направлении.

Особенно актуальными в настоящее время становятся исследования по оценке ущерба от деградации почв на различных уровнях – начиная от отдельного землепользования, района, области и до республики в целом.

Выполнение оценки ущерба, нанесенного почвам пахотных земель, должно осуществляться на основе общих принципов и методов, но

с учетом особенностей и факторов ведения сельскохозяйственного производства, начиная с конкретного землепользования.

В целом можно заключить, что в зарубежной литературе накоплен опыт по эколого-экономической оценке почв разных природно-климатических регионов, однако до настоящего времени нет единой методики ее осуществления. Существует множество попыток разработки методики проведения эколого-экономической оценки ущерба, но все они не в достаточно полной мере учитывают характеристики и потенциал почв как компонента окружающей среды, а в одностороннем порядке затрагивают лишь некоторые факторы влияния. В Республике Беларусь данный вопрос носит единичный характер и никак не решен.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о том, что в настоящее время в Республике Беларусь нет единой методики для определения размера ущерба почв в результате развития деградационных процессов, которая бы учитывала как определение недобора растениеводческой продукции, так и стоимостное выражение утраты почвенного плодородия [136].

Анализ многочисленных зарубежных и отечественных исследований позволил прийти к заключению о необходимости разработки комплексной методики осуществления эколого-экономической оценки ущерба почв в результате развития водно-эрозионных процессов применительно к условиям территории Беларуси, отражающей как прямой ущерб, причиненный эрозией, выраженный через недобор урожая сельскохозяйственных культур, так и косвенный – через потери элементов питания.

Можно заключить, что все существующие виды и подходы к оценке ущерба почв не дают в полной мере, комплексно оценить данную величину. Разработка новых методик, удовлетворяющих требованиям, стоящим перед наукой по оценке ущерба почв, является важной задачей в настоящее время, в частности, установление эколого-экономических потерь в результате развития водной эрозии почв является сложным и актуальным направлением исследований. То есть такая методика должна объединить как кадастровую оценку сельскохозяйственных земель, которая в Республике Беларусь наиболее полно и всесторонне разработана и успешно применяется, а полученные результаты являются надежным показателем отражения реального состояния почв, так и результаты агрохимического обследования эродированных почв.

1.2. Исследования почв, подверженных водно-эрозионным процессам, в Республике Беларусь

К числу глобальных и региональных угроз, негативно влияющих на жизнедеятельность людей, продовольственную безопасность, которая в настоящее время приобретает все более острое значение, а также физические, химические и биологические процессы, относится деградация почв, что требует поиска новых научно обоснованных путей к производству экологически чистой и безопасной сельскохозяйственной продукции, особенно с учетом того, что площадь сельскохозяйственных земель на территории Республики Беларусь с каждым годом имеет тенденцию к сокращению [186].

Проблема деградации почвенных ресурсов носит глобальный характер, изучению водно-эрозионных процессов уделяется огромное внимание во многих развитых странах мира, в том числе и в Беларуси.

Работы по изучению эрозии почв и разработке методики их картографирования особенно широко развернулись в 1963 г., когда в Белорусском НИИ почвоведения и агрохимии (сейчас РУП «Институт почвоведения и агрохимии») был создан отдел эрозии почв [38].

В последние годы вопросам изучения деградации почв уделялось и уделяется большое внимание исследователей Беларуси (Т. А. Романова, Н. И. Смеян, А. Ф. Черныш, А. М. Устинова, Т. Н. Азаренок, Н. Н. Цыбулько, В. Б. Цырибко и др.) [6, 10, 13, 23, 30, 39, 108, 110, 117, 119, 122, 141, 148–150, 152, 157, 159–162].

Понятие «деградация почв» до настоящего времени не имеет четкого определения, однако все имеющиеся объединяют то, что в процессе ее развития, ухудшаются свойства почв.

Термин «деградация почв» трактуется как постепенное ухудшение свойств почв, вызванное изменением условий почвообразования в результате естественных причин или хозяйственной деятельностью человека и сопровождающееся уменьшением содержания гумуса, разрушением почвенной структуры и снижением плодородия [112, с. 109].

В настоящее время в Республике Беларусь из зафиксированных более 20 видов деградации земель преобладающими являются процессы водной эрозии почв [23, 46].

Эрозия почв – разрушение почвенного покрова, проявляющееся в его переносе, выносе и переотложении. Эрозия изменяет свойства почв и на территориях, не подверженных ею непосредственно, так как вы-

зывает заиление рек, водохранилищ, загрязнение их стекающими с полей удобрениями, пестицидами [20, с. 359, 365].

Виды, типы, факторы, а также интенсивность эрозионных процессов во многом определяются рельефом местности, составом почв и их образующих пород, растительным покровом, климатом и уровнем хозяйственного использования земель. Факторы, влияющие на возникновение и интенсивность эрозионных процессов, делятся на две группы: природные и антропогенные. Как правило, современная эрозия, проявляется при сочетании обоих факторов [155].

Водная эрозия почв вызывается талыми и ливневыми водами и проявляется на склонах в виде смыва верхней части почвенного покрова или в виде размыва в глубину [110].

Причины деградации разные: истощение поверхностного слоя почвы вследствие эрозии, вызванной ветром, водой или обработкой; изменения химического состава почвы и биологической среды, вызванные подкислением, засолением или загрязнением; ускоренная потеря питательных веществ, получаемых из минеральных и органических веществ почвы, и утрата самого органического вещества и др. [143, 189]. Об актуальности и практической востребованности изучения, оценки и предотвращения эколого-экономических и социальных последствий деградации земель, в том числе важнейшего вида ее проявления – водной эрозии почв, свидетельствуют недавно опубликованные обзоры мирового и общеевропейского состояния указанной проблемы [194, 199, 204, 206, 207, 212]. В них, в частности, подчеркивается, что в странах европейского континента в условиях климатических изменений и продолжающегося интенсивного использования сельскохозяйственных земель потери почв в результате водной эрозии возрастут к 2050 г. на 13,0–22,5 % по сравнению с 2016 г. и одновременно заметно расширятся ареалы ее проявления.

В настоящее время перспективным методом анализа состояния эродированных почв и их дальнейшей оценки является использование ГИС-технологий, позволяющим сформировать информационную основу территории хозяйства, а также получать пространственную информацию об агроландшафтах в пределах рабочих участков, что значительно сокращает затраты времени на проведение оценки [19, 81].

Указанная проблема актуальна к условиям Беларуси. Так, в настоящее время площадь эрозионно-опасных земель достигает 19 % территории страны [127, с. 5]. В почвах сельскохозяйственных земель, несмотря на рост применения органических и минеральных удобрений,

совершенствование системы севооборотов, все же не достигнут бездефицитный баланс гумуса и подвижного фосфора, что ухудшает их свойства [127, с. 5].

Согласно задаче 4 (обеспечение функционирования и развития системы наблюдений за состоянием земель (включая почвы) и источниками их загрязнения) Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 годы, к одним из мероприятий относятся проведение наблюдений за процессами водной эрозии и оценка интенсивности водной эрозии при различном целевом использовании эродированных земель (включая почвы) [22, с. 184].

Основными критериями степени эрозионной деградации почв являются характеристики пахотного горизонта, запасы и содержание гумуса, плотность и пористость (табл. 1.4).

Таблица 1.4. **Характеристика почв по степени эрозионной деградации** [23, 103, с. 570]

Эродированность почв	Крутизна склона, град	Смыв почвы, т/га	Характеристика пахотного горизонта почв $A_п$			
			Гумус		Плотность, г/см^3	Пористость, %
			Запас, т/га	Содержание, %		
Неэродированные и очень слабоэродированные	<1	<2,0	50 и выше	1,6 и выше	1,150 ± 0,014	56
Слабоэродированные	1–3	2,1–5,0	35–45	1,30 ± 0,04	1,32 ± 0,09	50
Среднеэродированные	3–5	5,1–10,0	20–30	1,00 ± 0,03	1,43 ± 0,08	44
Сильноэродированные	5–7	10,1–20,0	10–15	0,70 ± 0,02	1,51 ± 0,11	40
Очень сильноэродированные	>7	>20,0	<10	0,50 ± 0,02	1,57 ± 0,09	30

Каждой степени деградации соответствуют количественные показатели смыва почвы.

Основной физической характеристикой почв является ее плотность, оказывающая непосредственное влияние на плодородие и урожайность сельскохозяйственных культур, величина которой зависит от степени эродированности почв.

При этом стоит отметить, что ученые на основании многолетних исследований пришли к выводу, что почвы, сформированные на различных почвообразующих породах, по противоэрозионной устойчиво-

сти образуют следующий ряд: на лессовидных суглинках и лессах < на лессовидных супесях < на водноледниковых суглинках < на моренных суглинках < на водно-ледниковых супесях < на водно-ледниковых песках < на моренных песках < на древнеаллювиальных песках. Также установлено, что противоэрозионная устойчивость почв снижается по мере увеличения степени эродированности [141, 160, 161].

Гумусовые вещества почвы, несмотря на небольшое содержание, играют важнейшую роль в создании почвенного плодородия и в питании растений [31], поэтому изменение содержания их в почве в результате водно-эрозионных процессов значительно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур.

Общая площадь сельскохозяйственных земель, подверженных водной и ветровой эрозии почв, составляет более 556,5 тыс. га, или около 7,2 % от их общей площади. Согласно земельно-кадастровым данным развитие эрозионных процессов почв наблюдается на пахотных и улучшенных луговых землях, которые наиболее интенсивно используются в аграрном производстве. Эродированные почвы пахотных земель составляют 9,4 % их общей площади, из них на долю подверженных водной эрозии приходится 7,1 % (361,7 тыс. га) [13, 38, 68, 103, с. 571; 104, с. 426; 158, 197]. Из общей площади почв, подверженных водной эрозии 56 % занимают слабоэродированные, 25 – среднеэродированные, 4 – сильноэродированные, 14 % – намытые. Наибольшие площади пахотных земель, включая намытый верх, выявлены в Минской (8,6 %,), Витебской (9,9 %) Могилевской (8,9 %) и Гродненской областях (8,1 %) [103, с. 572]. По административным районам наблюдаются значительные колебания по удельному весу эродированных почв в составе пахотных земель. Наибольшие площади почв, подверженных эрозионной деградации, отмечены в Мстиславском, Браславском, Миорском, Горецком, Кореличском, Городокском районах [103, с. 572–573; 104].

На основании исследований установлено что, чем сильнее почвы эродированы, тем больше они отличаются от своих неэродированных аналогов по минералогическому, гранулометрическому, химическому составу, физическим, агрохимическим и биологическим свойствам, водно-воздушному, тепловому режимам и другим показателям. С увеличением степени эродированности повышается плотность сложения почвы с 1,27 до 1,52 г/см^3 (дерново-палево-подзолистая почва на лессовидном суглинке) и с 1,41 до 1,60 г/см^3 (дерново-подзолистая почва на моренном суглинке) [103, с. 574–576; 176].

Как отмечает В. И. Кирюшин [45, с. 110], главным критерием степени эродированности почв является потеря гумуса. Уменьшение со-

держания гумуса в почве в связи с эрозией является интегральным показателем уровня снижения плодородия почв [9, 103].

Белорусские исследователи предлагают в качестве дополнительного диагностического признака степени эродированности почв вычислять процент уменьшения содержания гумуса в пахотном горизонте эродированных почв по сравнению с неэродированными как средневзвешенное значение, на основании чего по классификации можно устанавливать степень подверженности водной эрозии [100, с. 124; 148].

Количественная оценка степени эрозионной деградации дерново-подзолистых почв может осуществляться по внутренней энергии активных составляющих – почвенного поглощающего комплекса и гумуса [157].

На территории Беларуси выделены Северная, Центральная и Южная почвенно-экологические провинции, которые отличаются индивидуальными факторами и условиями развития и протекания деградационных процессов.

Центральная почвенно-экологическая провинция Беларуси представляет большой интерес для исследований, так как особенности геолого-геоморфологических и климатических условий, высокая степень техногенной трансформации и сельскохозяйственной освоенности способствуют развитию эрозионных процессов [52, 114].

На данной территории плоскостная эрозия является одним из наиболее активных современных эрозионных процессов. Территориально она распространяется в западной и северо-восточной частях региона, на наиболее возвышенных, лишенных растительного покрова и интенсивно обрабатываемых участках Копыльской и Ошмянской гряд, Минской, Гродненской, Волковысской, Новогрудской и Оршанской возвышенностей, Горецкой и Могилевской равнин. Согласно данным [52], всего при проявлении плоскостной эрозии ежегодно перемещается около 2,6 млн $м^3$ грунтов, а средний рассчитанный показатель сноса с 1 $км^2$ территории провинции равен 27,4 $м^3/км^2$/год, или 43,9 $т/км^2$/год. Значительное воздействие на природные комплексы центральной почвенно-экологической провинции оказывает также овражная эрозия. Проявление овражной эрозии сопровождается возникновением ряда специфических форм рельефа – промоин, оврагов, балок и овражно-балочных систем. Так, общая площадь земель, пораженных овражной эрозией, в регионе составляет около 1 940 $км^2$ (2 % от общей площади региона). Установлено расположение и определены основные параметры 647 оврагов. Общий объем вынесенных в резуль-

тате проявления овражной эрозии грунтов оценивается в 12 млн м^3 (19,2 млн т). На основании полученных данных установлено, что на территории Центральной почвенно-экологической провинции в результате развития овражной эрозии затруднено возделывание культур, частично или полностью выведено из сельскохозяйственного оборота около 7,5 тыс. км^2 земель [52].

На территории Оршано-Могилевской равнины общая длина овражно-балочной сети достигла 816 716 м, а площадь водосбора, питающего овраги, составляет 487,17 тыс. га. Более 65 % оврагов приходится на территории Горецкого, Могилевского и Шкловского районов. Здесь овражно-балочная сеть ветвистая с большим количеством отвершков, причем в период весеннего снеготаяния и летних ливней нередко зарождаются свежие промоины и рытвины, постепенно перерастающие в овраги II стадии развития [54].

Восточный район Центрально-белорусской возвышенности представлен Горецкой равниной, которая имеет полого-холмистую или мелко-увалистую поверхность [71]. Оршанская (Горецко-Мстиславская) возвышенность характеризуется уникальным распространением лессовых ландшафтов, имеющих общеевропейское значение и пока не взятых под охрану. Ее рельеф разнообразен по возрасту и по генезису. Мощность лессов может достигать 8–10 м и более [131]. Важнейшую роль в формировании рельефа Горецкого района играют лессовые и лессовидные отложения [180]. Известно, что характерной особенностью рельефа является образование большого количества суффозионных западин – «блюдец», достигающих до 100 м и более в диаметре и глубины 5 м, количество которых зависит от мощности лессовых отложений, поверхность очень сильно изрезана оврагами, балками, промоинами. Глубина вертикального расчленения рельефа может составлять до 20 м/км^2, а густота горизонтального расчленения – более 0,5 км/км^2. Весной западины заполнены снеговой водой, в летнее время они зарастают кустарниками и болотной растительностью [71, 180]. Многочисленные западины, овраги на лессовом плато, глубина которых достигает иногда 40 м и более, затрудняют эффективное использование пахотных земель, машинной техники, способствуют развитию эрозии почв. Овражная эрозия и суффозионные процессы наносят заметный ущерб сельскому хозяйству. Высокое естественное плодородие дерново-подзолистых почв на лессовидных суглинках обусловило высокую степень освоения территории и возможность возделывания

всех сельскохозяйственных культур с необходимостью применения почвозащитных мероприятий. Однако из-за развития эрозионных процессов возделывание пропашных культур должно быть ограниченным [9, с. 69; 17, с. 66; 21, с. 133; 59, 71, 130, 163, 169, 180].

А. Ф. Черныш, А. Э Дубовик [162] пришли к выводу о том, что закономерности развития процессов водной эрозии почв различны для Центральной и Северной почвенно-эрозионных зон, что объясняется природно-климатическими особенностями их территорий и характером интенсивного антропогенного воздействия. На основе обобщения коэффициентов корреляции установлено, что в Центральной провинции почвенно-антропогенный фактор играет первостепенную роль в развитии эрозионных процессов, что обусловлено характером распространения почвообразующих пород (около 50 % лессовидных суглинков) и высокой хозяйственной освоенностью, а для Северной провинции главная роль принадлежит климату и рельефу территории.

Наибольшим естественным плодородием обладают дерново-подзолистые почвы на лессовидных суглинках, которые широко распространены на территории Горецкого района. Водная эрозия на этих почвах является основным фактором, обусловливающим ухудшение их физических свойств. Это неоднократно было подтверждено исследованиями сотрудников лаборатории агрофизических свойств и защиты почв от эрозии [9, с. 71; 13, 123, 160].

Наиболее характерными свойствами дерново-палево-подзолистых почв на лессовидных отложениях являются растянутый генетический профиль, палевая окраска горизонта A_2, четкая дифференциация почвенной толщи на генетические горизонты [100, с. 56].

На основании многолетних исследований учеными установлено относительное изменение агрохимических показателей в пахотном горизонте склоновых почв сельскохозяйственных земель. Изменение агрохимических свойств эродированных почв связано как с выносом элементов питания, так и с припахиванием нижних горизонтов. Основная выявленная тенденция – это снижение содержания гумуса и элементов питания с возрастанием степени эродированности почвы. Потери элементов питания зависят в первую очередь от интенсивности процессов эрозионной деградации. Средние потери на слабоэродированных почвах составляют до 20–30 %, на среднеэродированных – до 30–40, а на сильноэродированных – более 40 %. При одинаковой степени эродированности более низким содержанием характеризуются почвы, расположенные

на склонах южной экспозиции, что объясняется более бедным растительным покровом и большей интенсивностью смыва почв по сравнению со склонами северных экспозиций [14, 103, с. 577–578; 176].

В то же время на улучшение агрохимических показателей в большей степени, чем на другие свойства почв, можно повлиять применением органических и минеральных удобрений [103, с. 580].

Многочисленные исследования проведены по установлению количественных показателей потерь почвы из-за развития водной эрозии [31–33, 117]. В целом многолетними наблюдениями установлено, что с 1 га водосборной площади поверхностным стоком смывается в среднем 10–15 т твердой фазы почвы, около 150–180 кг гумусовых веществ, одновременно теряется до 10 кг азота, 4–5 кг фосфора и калия, 5–6 кг кальция и магния [110].

На основании экспериментальных данных определены возможные потери почвы под различными группами сельскохозяйственных культур в зависимости от степени подверженности почв водной эрозии. Результаты многолетних исследований по потерям почвы под различными сельскохозяйственными культурами позволили ранжировать их по противоэрозионной эффективности в следующем порядке по мере убывания: многолетние травы – озимые зерновые – яровые зерновые и зернобобовые – пропашные [101, 117, 149, 160].

Непосредственным результатом развития водной эрозии почв является снижение продуктивности земель. На основании многолетних данных, ученые РУП «Институт почвоведения и агрохимии» пришли к выводу о том, что средние недоборы урожаев зерновых культур составляют на слабоэродированных почвах 12 %, среднеэродированных – 28, сильноэродированных – 40; пропашных культур – 20, 40, 60; льна – 15, 34, 50; многолетних трав – 5, 18, 30 % соответственно [13, 103, с. 580; 110, 122, 176].

Н. Н. Цыбулько отмечает, что соблюдение технологических регламентов возделывания сельскохозяйственных культур позволяет существенно снизить негативное влияние водной эрозии почв на их производительную способность. В условиях контролируемых полевых опытов коэффициенты снижения продуктивности всех культур на пахотных землях в среднем на слабоэродированных почвах составляют 0,95, на среднеэродированных – 0,90 и на сильноэродированных – 0,80, тогда как поправочные коэффициенты на водную эрозию, установленные по результатам продуктивности, в производственных посевах значительно ниже – соответственно 0,884, 0,736 и 0,609 [42, 150].

Учеными проводится много исследований о влиянии возделываемых сельскохозяйственных культур на устойчивость почв к водной эрозии. Одна из ключевых ролей в снижении интенсивности протекания процессов водной эрозии принадлежит рациональному использованию почвенного покрова склоновых земель.

Исходный балл почв и средневзвешенные поправочные коэффициенты, учитывающие состояние земель (окультуренность, неоднородность почвенного покрова, генезис почвообразующих пород и др.), являются основой для расчета резервов и возможностей повышения плодородия почв на ближайшую перспективу. Так, резервы увеличения плодородия почв пахотных земель из-за влияния эродированности для Могилевской области составляют 1 балл [53, 89].

Как отмечает В. В. Жилко, в связи с интенсивным развитием эрозионных процессов и ухудшением свойств почв пахотных земель решить проблему повышения плодородия таких почв можно путем внедрения системы почвозащитного земледелия с учетом организационно-хозяйственных, агротехнических, агромелиоративных и других мероприятий [31].

В Беларуси изучением деградированных почв занимаются ученые. К настоящему времени в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» достаточно широко представлены исследования по изучению закономерностей проявления эрозионной деградации почв, разработке почвозащитных технологий, установлению классификационной принадлежности.

Стоит отметить, что исследования влияния водной эрозии почв в производственных посевах практически не проводились. Несмотря на наличие разрозненных литературных данных о степени деградации отдельных почвенных разновидностей, в республике пока не существует четко разработанных критериев оценки ущерба почв и влиянии степени деградации, позволяющих объективно характеризовать экологическое состояние почвенного покрова.

Таким образом, масштабы распространения эрозионных процессов на сельскохозяйственных почвах Беларуси указывают, что эта проблема требует дальнейшего углубленного и всестороннего изучения, в частности влияние ее на хозяйственную деятельность как отдельного землепользования, так и района в целом, с точки зрения получения конкретных данных о размере ущерба в рамках выполнения эколого-экономической оценки почв пахотных земель.

2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Агроклиматические и почвенные условия Горецкого района

Горецкий район расположен на возвышенности Оршано-Могилевского плато – Горецко-Мстиславской равнины. Восточная часть района относится к Северо-Восточному почвенному округу Оршано-Горецко-Мстиславского района дерново-подзолистых пылеватых суглинистых почв, развивающихся на лессовидных суглинках [38].

Важнейшими факторами формирования урожая является тепло и влага, которые обеспечивают процесс питания растений, их рост и продуктивность. Влагообеспеченность определяется суммарным количеством выпавших атмосферных осадков в течение всего вегетационного периода возделывания сельскохозяйственных культур.

В 2020 г. на территории Горецкого района атмосферные осадки в период вегетации сельскохозяйственных культур распределялись по месяцам очень неравномерно. В апреле они составляли 10,1 мм и были ниже среднемноголетних показателей на 29,9 мм. В мае и июне наблюдалось повышенное выпадение осадков (141,1 и 185,9 % соответственно), что положительно сказалось на формировании урожая культур. В целом за апрель – сентябрь 2020 г. выпало 425,2 мм осадков, а в 2021 г. – 405,3 мм.

Почвенный покров эрозионно-флювиальных мелкобугристо-западинных равнин с лессовидными покровными породами занимает Горецкий геоморфологический район. Почвообразующие породы однородны – лессовые легкие суглинки. Основные факторы, дифференцирующие почвенный покров района – эрозионные, гидрогенные [21, с. 132].

По гранулометрическому составу почвы пахотных земель Горецкого района распределяются следующим образом: глинистых и суглинистых – 95,7 %, супесчаных – 3,9 % (из них преобладают связносупесчаные – 2,3 %).

На территории района наибольшее распространение в структуре почвенного покрова нашли дерново-подзолистые и дерново-подзолистые заболоченные почвы, на долю которых приходится 48,3 и 49,1 % соответственно.

По степени увлажнения почвы пахотные земли Горецкого района делятся следующим образом: автоморфные почвы – 48,3 %, полугидроморфные – 50,8 (из них 40,5 % – временно избыточно увлажненные), гидроморфные – 0,2 %.

Горецкий район расположен на территории центральной почвенно-экологической провинции [9, с. 67; 113]. Дерново-палево-подзолистые легкосуглинистые почвы, сформированные на покровных лессовидных суглинках, являются господствующими и репрезентативными для Оршанско-Мстиславского почвенного экологического района [103]. Широкое распространение таких почв в вышеуказанном почвенно-экологическом районе обусловило высокую степень освоенности сельскохозяйственных земель и интенсивность их использования. Горецкий район относится к числу наиболее освоенных и распаханных районов республики. Согласно реестру земельных ресурсов Республики Беларусь на 1 января 2022 г. общая площадь земель Горецкого района составила 128,7 тыс. га, в том числе, сельскохозяйственных земель – 85,4 тыс. га, из них пахотных – 69,6 тыс. га [111]. Освоенность сельскохозяйственных земель района составляет 66,4 %, распаханность – 81,5 %.

Для центральной почвенно-экологической провинции выявлена сильная зависимость между распаханностью и эродированностью [9, с. 71; 162].

Балл плодородия сельскохозяйственных земель Горецкого района составляет 31,3, пахотных – 32,8 и по баллам плодородия почв входит в III группировку районов (30,1–35,0). В данной группировке все районы по баллу плодородия сельскохозяйственных земель объединены в четыре группы: до 25 баллов (15 районов); 25,1–30,0 баллов (57 районов); 30,1–35,0 баллов (36 районов); более 35 баллов (10 районов) [7].

Важнейшими показателями рельефа, влияющими на интенсивность эрозии почв, являются глубина местных базисов эрозии, величины средних уклонов, длина, крутизна, форма и экспозиция склонов. Так, результаты анализа морфометрии склонов Горецкого района показали, что 15,1 % площади пахотных земель расположено на склонах с крутизной <1°, 40,3 % – 1–3, 23,2 % – 3–5, 12,4 % – 5–7, 6,4 % – 7–10, 1,1 % – 10–15, а 1,6 % – на склонах 15–20°. В наибольшей степени эрозионным процессам подвержены земли, расположенные на склонах 5° и выше [71]. Удельный вес почв пахотных земель на таких склонах для Горецкого района составляет 21,5 %.

Площади пахотных земель Горецкого района с длиной склона <100 м составляют 23,3 %, 100–200 м – 1,4, 200–500 м – 17,4, >500 м – 40,0 % [71].

На территории Горецкого района водной эрозии подвержено 23 645,5 га (38,4 %) пахотных земель, из них слабоэродированные – 10 842,1, среднеэродированные – 5 132,0, сильноэродированные – 92,4,

с намытым верхом – 7 579,0 га [104]. По данным РУП «Проектный институт Могилевгипрозем» на 2021 г. площадь эродированных земель увеличилась до 26 826,9 га.

Согласно данным агрохимической характеристики почв XIII и XIV туров, содержание подвижного фосфора по Горецкому району заметно снизилось с 210 (2013–2016 гг.) до 179 мг/кг (2017–2020 гг.). За период между турами обследований содержание подвижного калия также снизилось с 220 до 204 мг/кг. По содержанию гумуса между турами наблюдалось повышение с 2,04 до 2,09 % [3, 4].

2.2. Объект исследования и его характеристика

В качестве объекта полевых исследований, проводимых с целью определения размера ущерба с процессами водной эрозии, выступают дерново-палево-подзолистые в разной степени эродированные легкосуглинистые почвы, сформированные на покровных лессовидных суглинках, расположенные на территории землепользования РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района Могилевской области, представляющие в геоморфологическом отношении единую почвенно-эрозионную катену. На водораздельной равнине расположена неэродированная почва, в верхней части склона – слабо- и среднеэродированная, в средней части – сильноэродированная, в подножье склона – намытая почва. Выбор ключевых почвенно-геоморфологических катен для исследования и анализа агрохимических свойств почв разной степени эродированности определялся, в первую очередь, масштабами и интенсивностью проявления водно-эрозионных процессов, генезисом почвообразующих пород. Отметим, что доля таких почв в составе сельскохозяйственных земель Могилевской области составляет 34,2 %, в том числе пахотных – 35,2 %; Горецкого района – 80,4 и 82,8 % соответственно; РУП «Учхоз БГСХА» – 93,2 и 96,1 %. Общая площадь эродированных почв в Горецком районе составляет 26,8 тыс. га, или 38,4 %; в РУП «Учхоз БГСХА» – 4,1 тыс. га, или 49,0 % [13, 103, с. 572–573; 104].

На основании отчетных данных хозяйства на 1 января 2022 г., общая площадь землепользования составила 12 310,0 га, из них сельскохозяйственных земель – 10 894 га, в том числе пахотных – 8 441,0 га (из них эродированных – 4 140,0 га), луговых – 2 408,0 га (в том числе улучшенных – 1 594,0 га). Освоенность сельскохозяйственных земель составляет 88,5 %, распаханность – 77,5 %. Балл плодородия пахотных земель составляет 31,8, сельскохозяйственных земель – 30,7. Балл плодородия

почв по культурам колеблется от 27,5 (картофель) до 42 (лен) [40]. Одним из главных негативных видов деградации на территории хозяйства являются водно-эрозионные процессы.

Апробация эколого-экономической оценки почв пахотных земель с целью определения размеров ущерба, нанесенного процессами водной эрозии, осуществлена для землепользования РУП «Учхоз БГСХА», а также для всех сельскохозяйственных организаций Горецкого района. Почвенный покров пахотных земель хозяйства представлен шестью типами почв (табл. 2.1). Данные получены путем обработки почвенной карты хозяйства (рис. 2.1).

Таблица 2.1. **Почвы пахотных земель РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района**

Тип почв	Площадь, га
Дерново-подзолистые	5 257,4
Дерново-подзолистые заболоченные	2 986,8
Дерновые заболоченные и дерново-карбонатные заболоченные	97,1
Торфяно-болотные	13,1
Аллювиальные (пойменные) дерновые заболоченные	13,9
Аллювиальные болотные	8,2
Антропогенно-преобразованные	64,5
Итого…	8 441,0

Наибольший удельный вес занимают дерново-подзолистые почвы – 62,3 % от площади хозяйства. Наименьшую площадь занимают аллювиальные болотные почвы – 0,1 %.

Исходя из анализа данных кадастровой оценки пахотных земель РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района Могилевской области, по гранулометрическому составу преобладают легкосуглинистые почвы, которые занимают 93,2 %, связносупесчаные – 4,4, рыхлосупесчаные – 1,6, связно- и рыхлопесчаные – 0,5, торфяные – 0,3 % [40].

В составе пахотных земель по степени увлажнения почвы распределились следующим образом: наибольшее распространение получили автоморфные – 64,9 %, полугидроморфные – 34,7, гидроморфные – 0,4 %.

Исходя из полученных данных, существенные изменения наблюдаются в плотности сложения почвы: с увеличением степени эродированности плотность пахотного горизонта повышается с 1,17 до 1,53 г/см^3. С увеличением глубины данный показатель также повышается, а общая пористость уменьшается.

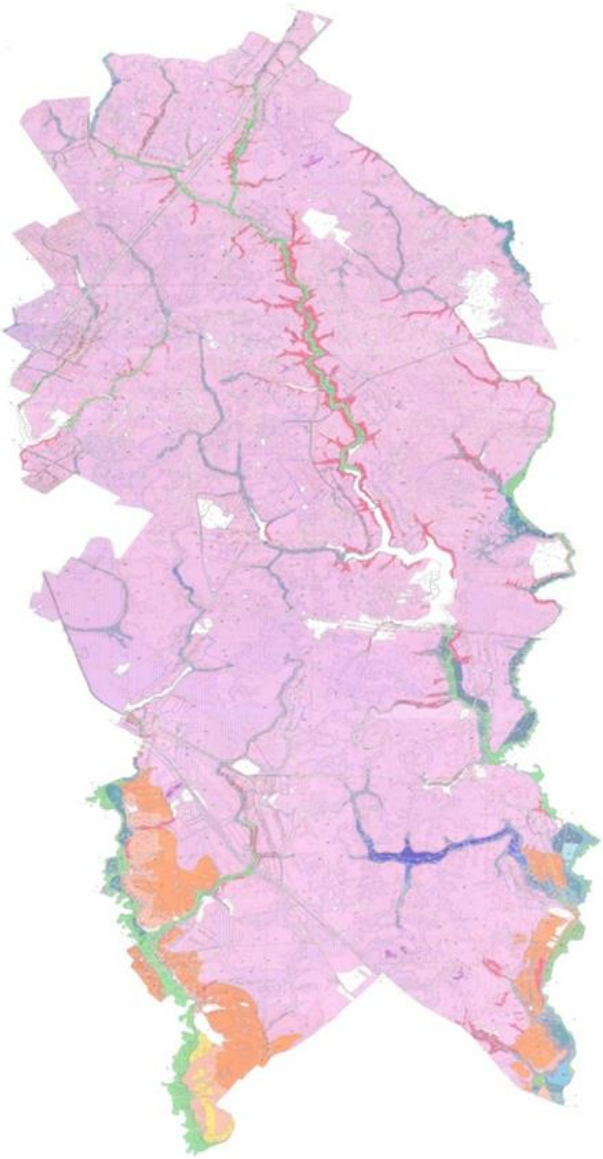


Рис. 2.1. Почвенная карта земель РУП «Учхоз БГСХА»

Стоит отметить, что для почв, сформированных на лессовидных суглинках, оптимальным значением плотности сложения почвы является 1,10–1,20 г/см^3, допустимым – 1,20–1,45, критическим – более 1,45 г/см^3 [151].

Каждая сельскохозяйственная культура предъявляет свои требования к плотности сложения почвы. Наиболее благоприятная для того или иного растения плотность сложения почвы называется оптимальной. Для большинства сельскохозяйственных культур она составляет 1,0–1,2 г/см^3 [102, с. 193].

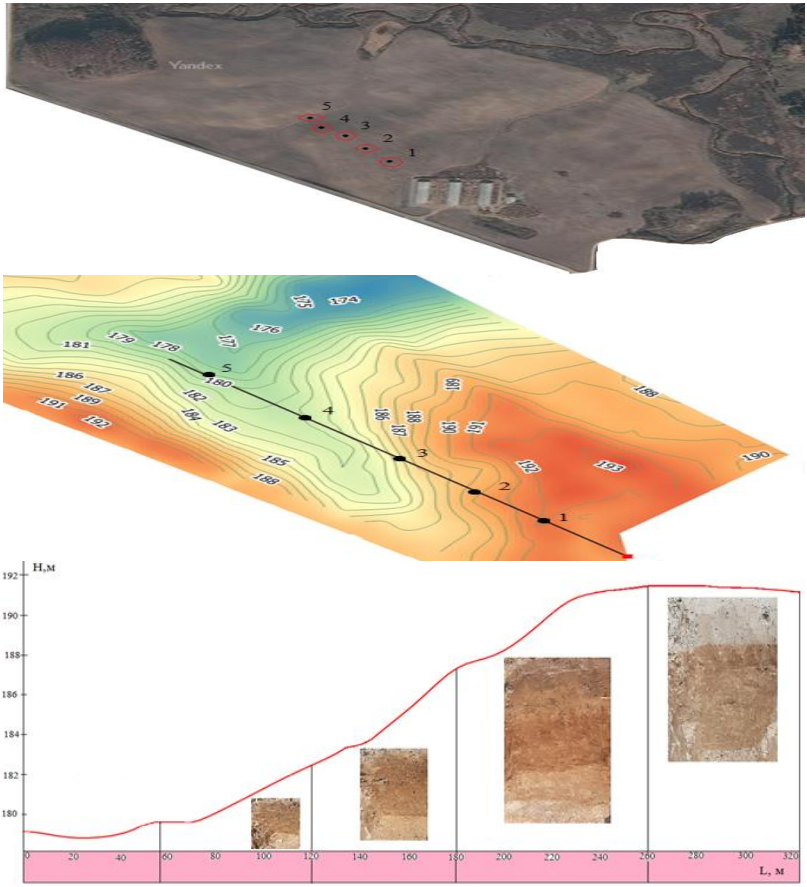
За годы исследований были обследованы и проанализированы на агрофизическое состояние почвы 287 рабочих участков пахотных земель неэродированных и разной степени эродированности.

Установлено, что вследствие развития водно-эрозионных процессов происходит не только трансформация почвенных профилей, ухудшение агрофизических свойств, но и значительно ухудшаются агрохимические показатели эродированных почв.

Качество оценки почв значительно повышается с использованием современных информационных подходов, таких как геоинформационные системы [16]. На территории объекта исследований выполнена съемка спутниковыми методами координатных определений. В настоящее время применение цифровой модели рельефа и использование геоинформационных систем позволяет не только точно определить уклоны, но и выполнить подробный морфометрический анализ территории.

Обработка результатов измерений, построение топографического плана и профиля участка проведения исследований выполнено в программном комплексе Credo. Рис. 2.2 демонстрирует последовательность смены почв – от неэродированных, при отсутствии заметного уклона, к разной степени эродированным на склоне и намытым в нижней вогнутой части склона. На топографической карте можно установить водораздельные линии. В разных частях склона в системе профилей можно заложить полные почвенные разрезы. В данном случае длина почвенно-эрозионного профиля составила более 320 м, а превышение высот между разрезами неэродированной и сильноэродированной почв составляет более 12 м.

В процессе научных исследований все полевые работы осуществлены в соответствии с методическими указаниями [65, 118]. Были выполнены полевые исследования методом закладки почвенно-геоморфологических профилей (катен) на пахотных землях РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района Могилевской области. Все исследования проводились в производственных посевах.



H, м – абсолютные высоты.
L, м – длина профиля.
1–5 – точки размещения почвенных разрезов.

Условные обозначения:
Почвы:
- неэродированные
- слабоэродированные
- среднеэродированные
- сильноэродированные
- намытые

Рис. 2.2. Местоположение и топографическое расположение почв разной степени эродированности

По почвенно-эрозионным профилям заложены почвенные разрезы и отобрано более 150 почвенных образцов из пахотного слоя для определения содержания гумуса, подвижных соединений фосфора и калия по рабочим участкам.

Почвенные образцы отбирались вертикально по профилю, начиная от нижних горизонтов к верхним. Описание почвенных разрезов и индексировка генетических горизонтов выполнены согласно методическим указаниям по полевому исследованию и картографированию почв БССР [100].

Лабораторно-аналитические анализы почвенных образцов объектов исследования выполнены в соответствии с общепринятыми методами в аккредитованной химико-экологической лаборатории Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.

Кислотность почв (pH_{KCl}) определялась потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85) [76]. При определении общего содержания гумуса (%) использовался метод Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91) [105]; определение содержания в почве подвижных форм фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) (мг/кг) – по методу А. Т. Кирсанова (в модификации ВИУ А) (ГОСТ 26207-91) [106].

Плотность сложения почвы (P, г/см^3) в ненарушенном состоянии определялась кольцами Капецкого в 3-кратной повторности (метод «режущих колец») по формуле (2.1):

$$P = \frac{m_c}{V_к}, \tag{2.1}$$

где m_c – масса почвы в сухом состоянии, г;

$V_к$ – объем кольца, см^3.

Плотность твердой фазы – пикнометрическим методом.

Общая пористость – расчетным методом по формуле (2.2):

$$v = \frac{d - P}{d} 100, \tag{2.2}$$

где v – пористость, %;

P – плотность, г/см^3;

d – плотность твердой фазы.

Полная влагоемкость (ПВ) почвы – по формуле (2.3):

$$ПВ = \frac{v}{P}. \tag{2.3}$$

Коэффициент структурности ($К_{стр}$) определяется как процентное отношение содержания мезо-, макро- и микроагрегатов соответственно [161].

Установление эколого-экономического ущерба от водной эрозии почв требует детального исследования, анализа и поэтапного выполнения работ, предусмотренных каждым уровнем разработанной нами структурно-логической схемы, представленной в разд. 3.

Эколого-экономический ущерб, наносимый почвам водно-эрозионными процессами, как результат эколого-экономической оценки (данный показатель мы предлагаем называть упущенной выгодой) представляет собой величину в денежной форме двух составляющих: стоимость возможных, если речь идет о прогнозе, либо фактических потерь (недобора) урожая растениеводческой продукции и стоимость потерь почвенного плодородия пахотных земель (снижение содержания гумуса, P_2O_5, K_2O).

При этом в качестве одной из составляющих оценки предлагается использовать показатель потери (недополученного) нормативного чистого дохода.

Нормативный чистый доход выражается в долларах США и показывает, сколько в целом можно получить растениеводческой продукции в денежном выражении с 1 га сельскохозяйственных земель определенного качества. Он представляет собой разницу между стоимостью нормативной продукции с 1 га (в расчетных среднереспубликанских ценах) и нормативными затратами на ее производство, рассчитанную с учетом технологических свойств почв и местонахождения рабочих участков.

Нормативный чистый доход рассчитывается по формуле (2.4) [42]:

$$ЧД_{ку} = У_{ку} (Ц_{рк} – С_{ку}), \quad (2.4)$$

где $ЧД_{ку}$ – нормативный чистый доход по сельскохозяйственной культуре на рабочем участке, долл. США/га;

$У_{ку}$ – нормативная урожайность сельскохозяйственной культуры на рабочем участке, ц/га;

$Ц_{рк}$ – расчетная цена единицы продукции сельскохозяйственной культуры, долл. США/ц;

$С_{ку}$ – нормативная себестоимость сельскохозяйственной культуры на рабочем участке, долл. США/ц.

Для расчета недобора урожая растениеводческой продукции, произошедшего из-за деградации земель (развитие водной эрозии почв), применительно к условиям Горецкого района были использованы результаты II тура кадастровой оценки пахотных земель сельскохозяйственных организаций республики, завершенного в 2016 г. (баллы

плодородия почв, величины нормативного чистого дохода в долларах США на гектар) с учетом собственных данных, полученных в ходе маршрутных полевых исследований рабочих участков хозяйства, корректирующие результаты данной оценки в соответствии с современным состоянием рабочих участков пахотных земель, которые в дальнейшем были использованы для выполнения эколого-экономической оценки ущерба почв [169–171].

В ТКП 302–2018 «Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель. Технология работ» [42] приведены поправочные коэффициенты, учитывающие степень эродированности почв по четырем группам культур (для зерновых от 0,89 на слабоэродированных почвах, до 0,63 на сильноэродированных почвах; для пропашных – от 0,82 до 0,46; для льна – от 0,86 до 0,54; для многолетних трав – от 0,93 до 0,70), причем данные коэффициенты едины для всей территории республики.

Сведения о величине нормативного чистого дохода приведены для отдельных землепользователей, административных районов, областей и в целом республики, доступны на сайте www.gki.gov.by [111]. Все показатели кадастровой оценки сельскохозяйственных земель определяются расчетно-нормативным способом по методике и технологии, изложенным в ТКП 302-2018 «Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель. Технология работ» [42].

Недополученный нормативный чистый доход из-за развития водноэрозионных процессов, определяется в разрезе каждого рабочего участка пахотных земель на основании уменьшения балла плодородия для эродированных почв, исходя из коэффициента, учитывающего эродированность почв, и цены 1 балла. Для определения цены 1 балла, необходимо затраты разделить на балл плодородия почв по каждой сельскохозяйственной культуре. В целом цена балла для землепользования устанавливается как средневзвешенный показатель цены балла для каждой сельскохозяйственной культуры, где в качестве весов принята структура посевных площадей. Для РУП «Учхоз БГСХА» цена 1 балла составила 17,59 долл. США/га. Путем умножения уменьшенного балла плодородия на цену 1 балла и площадь эродированных почв в разрезе каждого рабочего участка получаем общую величину недополученного нормативного чистого дохода, а в целом по хозяйству данный показатель устанавливается как сумма величин, определенных в разрезе каждого рабочего участка.

Как было отмечено ранее, при эколого-экономической оценке ущерба почв пахотных земель для определения упущенной выгоды, кроме

величины недополученного нормативного чистого дохода, необходимо учитывать стоимость потери почвенного плодородия (гумуса, P_2O_5, K_2O). Потери гумуса и элементов питания установлены для каждого рабочего участка как произведение нормативов потери гумуса и элементов питания под разными группами сельскохозяйственных культур (табл. 2.2), а также площади почв в зависимости от степени эродированности и размещения на них сельскохозяйственных культур.

Таблица 2.2. **Потери гумуса и элементов питания под разными группами сельскохозяйственных культур** [117]

Группа сельскохозяйственных культур	Степень эродированности	Потери, кг/га в год		
		Гумус	P_2O_5	K_2O
Пропашные (картофель, свекла сахарная, столовая и кормовая, кукуруза, овощные)	Слабая	100	4,0	4,0
	Средняя	170	7,0	7,0
	Сильная	240	10,0	10,0
Яровые зерновые и зернобобовые (пшеница, ячмень, тритикале, овес, горох, пелюшка, люпин), яровой рапс	Слабая	75	3,0	3,0
	Средняя	120	5,0	5,0
	Сильная	180	7,5	7,5
Озимые зерновые (рожь, пшеница, тритикале), озимый рапс	Слабая	20	1,0	1,0
	Средняя	30	1,5	1,5
	Сильная	40	2,0	2,0
Однолетние травы (горохо-, пелюшко-, вико-овсяные смеси)	Слабая	80	3,0	3,0
	Средняя	125	5,0	5,0
	Сильная	165	7,5	7,5
Многолетние бобовые (клевер, люцерна, галега), бобово-злаковые и злаковые травы	Слабая	<3	0,1	0,1
	Средняя	<5	0,2	0,2
	Сильная	5	0,3	0,3

Для определения стоимости потери гумуса и элементов питания на текущем рынке удобрений необходимо найти продукт-аналог, который в наибольшей степени приближен по своему составу к оцениваемому показателю. Примером в данном случае может служить: для гумуса – навоз (полуразложившийся крупного рогатого скота), стоимость 1 т которого на 2021 г. составляет 3 руб., из расчета, что выход гумуса из 1 т навоза составляет 50 кг; для фосфорных удобрений – суперфосфат аммонизированный марки 11–42 производства ОАО «Гомельский химический завод» – 1 063,3 руб/т от 1 июля 2021 г. с учетом того, что оно содержит 42 % действующего вещества; для калийных удобрений – калий хлористый гранулированный производства ОАО «Беларуськалий», цена которого в 2021 г. на внутреннем рынке для сельско-

хозяйственных организаций составляет 61,7 руб/т, из расчета 60 % действующего вещества. Так, путем умножения потерь гумуса и элементов питания по каждому рабочему участку на стоимость аналога с учетом действующего вещества определяется стоимость потери почвенного плодородия в результате развития водно-эрозионных процессов [138].

Для определения упущенной выгоды недополученный нормативный чистый доход переводится в белорусские рубли по курсу Национального банка Республики Беларусь.

Также в процессе выполнения эколого-экономической оценки ущерба почв можно получить дополнительные промежуточные показатели, которые затем использовать как для сравнения эффекта от внедрения рекомендуемых мероприятий в хозяйстве, так и в качестве прогнозных показателей.

Так, по каждому рабочему участку на основании результатов агрохимического обследования почв установлено снижение запаса гумуса, P_2O_5, K_2O из-за развития водно-эрозионных процессов. Основой для получения агрохимической информации по рабочим участкам явились данные полевых исследований, материалы XIV тура агрохимического обследования (2017–2020 гг.) и план землепользования масштаба 1:10 000 для уточнения границ рабочих участков. Информация в агрохимическом паспорте полей представлена по элементарным участкам, которую необходимо было свести к рабочим участкам в соответствии с планом землепользования для ее обработки и дальнейшего использования.

Для определения величины уменьшения запаса гумуса, подвижных соединений фосфора и калия в почвах по каждому рабочему участку были определены их величины запаса для неэродированных и разной степени эродированных почв по формуле (2.5). Исходя из этого, по хозяйству были установлены средневзвешенные показатели запаса элементов питания для почв разной степени эродированности, что дало возможность сопоставить с запасами для неэродированных почв. Снижение запаса гумуса и элементов питания в эродированных почвах определили как разницу между их запасом на неэродированных и разной степени эродированных почвах. Таким образом, путем умножения соответствующей площади пахотных земель (слабо-, средне- и сильноэродированных почв) рабочего участка на величину снижения запаса гумуса и элементов питания в зависимости от степени эродированности почв определяется общая величина снижения в разрезе каждого

рабочего участка, а затем в целом для хозяйства как сумма полученных величин.

Запасы гумуса и элементов питания (P_2O_5, K_2O) в пахотном горизонте почвы (Z, кг/га; т/га) рассчитываются по формуле (2.5) [5, с. 75]

$$Z = P \cdot dv \cdot H, \quad (2.5)$$

где P – содержание общего гумуса и элементов питания, % и мг/100 г почвы соответственно;

dv – плотность сложения, г/см^3;

H – мощность горизонта почвы, см.

Данные расчеты осуществлены по каждому рабочему участку РУП «Учхоз БГСХА», а также в целом для всех сельскохозяйственных организаций Горецкого района.

Наряду с отбором почвенных образцов проводился учет урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур методом полевых мелкоделяночных учетов (S = 1 м^2) по элементам склона в производственных посевах в 4-кратной повторности.

Определение коэффициентов корреляции (r) между показателями содержания гумуса и элементов питания с производительной способностью почв, на которых проведены учеты урожайности сельскохозяйственных культур, осуществлялись по Б. А. Доспехову [29].

3. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА, НАНЕСЕННОГО ПОЧВАМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В РЕЗУЛЬТАТЕ РАЗВИТИЯ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ

3.1. Методика оценки эколого-экономического ущерба, нанесенного почвам процессами водной эрозии

Процесс выполнения эколого-экономической оценки ущерба почв сельскохозяйственных земель строится на принципе поэтапной упреждающей подготовки, который говорит о том, что успешность оценки и достоверность получаемых результатов зависят от качественного выполнения каждого из предыдущих этапов осуществления деятельности в этой области [177].

В настоящее время существующие методические подходы расчета ущерба, причиняемого эрозионными процессами почвам и земельным ресурсам, не позволяют точно оценить его величину, адекватную современным условиям развития. На рис. 3.1 изображены этапы выполнения эколого-экономической оценки ущерба, нанесенного почвам в результате развития водно-эрозионных процессов.

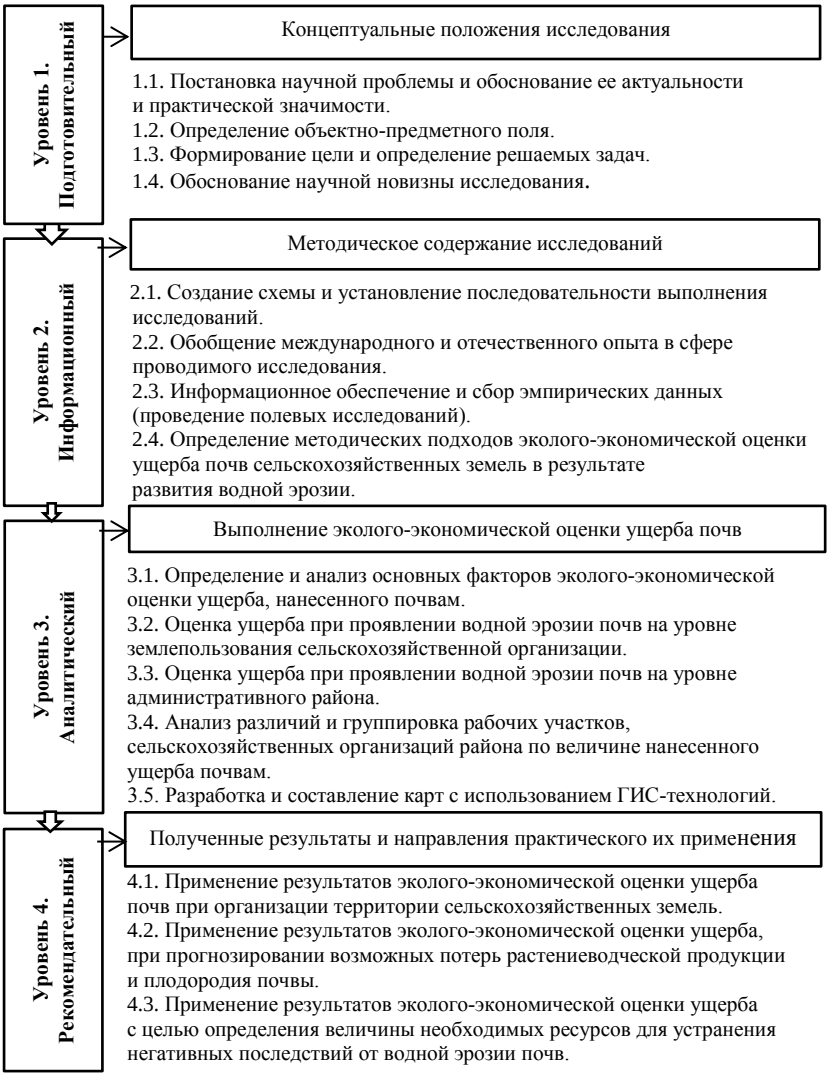


Рис. 3.1. Содержание структурно-логической схемы выполнения эколого-экономической оценки ущерба почв

Разработанная методика эколого-экономической оценки ущерба, нанесенного почвам процессами водной эрозии применительно к условиям Беларуси, объединяет в себе как методику осуществления кадастровой оценки сельскохозяйственных земель (для определения недобора растениеводческой продукции), которая широко применяется на территории республики, а получаемые результаты являются надежными показателями для всестороннего их использования, так и определение в стоимостном выражении утраты почвенного плодородия (гумус, P_2O_5, K_2O), с получением величины упущенной выгоды (как показателя ущерба).

Так как одним из этапов кадастровой оценки сельскохозяйственных земель является осуществление обобщающей оценки земли как средства производства (т. е. возделывания сельскохозяйственных культур), а получаемый показатель – нормативный чистый доход является наиболее значимым из всех показателей, то именно он и использовался при расчете ущерба в качестве одной из составляющих разработанной методики – недобора сельскохозяйственной продукции. Нормативный чистый доход показывает, сколько можно получить продукции в денежном выражении с 1 га пахотных земель определенного качества и сколько получается фактически с учетом развития деградационных процессов.

Методика осуществления эколого-экономической оценки ущерба почв землепользования РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района включает нижеприведенные этапы:

1. Сбор и анализ агрофизических и агрохимических свойств почв, картографических, статистических данных, научных материалов и сведений о степени проявления и территориальном распространении эрозионных процессов на данных территориях; осуществление полевых исследований о степени влияния водно-эрозионных процессов на продуктивность сельскохозяйственных земель.

Исходной информацией для оценки агроресурсного потенциала рабочих участков послужили полевые исследования, земельно-кадастровые данные, планы, крупномасштабные почвенные карты, материалы XIII, XIV туров агрохимического обследования почв, годовые отчеты о сельскохозяйственной деятельности сельскохозяйственных организаций Горецкого района за 2019–2021 гг., статистические данные.

2. Осуществление поэтапной собственно эколого-экономической оценки ущерба почв пахотных земель на основе разработанной структурно-логической схемы.

В основу расчета упущенной выгоды (как показателя ущерба) от водно-эрозионных процессов положены результаты кадастровой оценки пахотных земель и нормативы потерь гумуса и элементов питания под разными группами сельскохозяйственных культур, выраженные в денежных единицах. При этом на основании почвенно-агрохимических обследований, уточнения технологических свойств, местоположения рабочих участков для определения ущерба показатели кадастровой оценки пахотных земель конкретного хозяйства корректируются и актуализируются на момент выполнения оценки с учетом полученной информации.

Последовательность выполнения эколого-экономической оценки ущерба, разработанной нами, включает четыре этапа.

На первом этапе – подготовительном, необходимо определить объект, предмет изучения, сформировать цели, поставить задачи, ознакомиться с характерными проблемами, которые решались до настоящего момента и которые необходимо решить, а также обосновать научную новизну выполняемого исследования.

На втором этапе – информационном, необходимо установить, собрать и обобщить всю имеющуюся информацию, накопленный опыт по данной проблеме в различных источниках.

Основным источником пространственно-наглядной информации по исследуемому объекту явился составленный традиционным методом почвенно-картографический материал: почвенная карта и схема землеустройства Горецкого района с масштабом 1:50 000, почвенная карта РУП «Учхоз БГСХА» и план землепользования (размещения рабочих участков) с масштабом 1:10 000.

Источниками информации о почвах и почвенном покрове сельскохозяйственных земель исследуемой территории для выполнения расчетной части послужили архивные материалы крупномасштабного почвенного картографирования РУП «Проектный институт Белгипрозем» [40, 99], научно-исследовательские работы и статьи РУП «Институт почвоведения и агрохимии» [6, 7, 9, 23, 103, 104, 150, 156], материалы агрохимического обследования [1–4], данные кадастровой оценки сельскохозяйственных земель и литературные источники [40–42, 69, 70, 115, 142, 154, 159], а также дополнительные источники информации, разработанные нами в процессе проведения исследований.

На третьем этапе – аналитическом, необходимо проанализировать агрофизические и агрохимические свойства почв, полученные в результате маршрутных полевых исследований методом закладки почвенно-

геоморфологических профилей (катен) на пахотных почвах, выполнить расчеты и определить ущерб.

Исходя из имеющихся данных, в разрезе каждого рабочего участка установлены площади в разной степени эродированных почв пахотных земель. На территории землепользования РУП «Учхоз БГСХА» на пахотных землях всего обследовано 287 рабочих участков общей площадью 8 441,0 га, 223 из которых являются в разной степени эродированными [138, 186]. Для рабочих участков установлены агрохимические, агрофизические показатели. По формуле (2.1) на основании полевых исследований для каждого рабочего участка рассчитана плотность сложения почвы, которая в дальнейшем была использована для расчета запаса гумуса и элементов питания растений.

В результате снижения качества почв происходит снижение их продуктивности, размер которой в разработанной методике предлагается определять через величину нормативного чистого дохода, который является одним из обобщающих (синтезирующих) показателей кадастровой оценки пахотных земель.

Расчет размера недополученного нормативного чистого дохода осуществляется в следующем порядке.

С целью расчета данного показателя на пахотных землях, подверженных водной эрозии, РУП «Учхоз БГСХА» применительно к условиям, местоположению, уровню развития хозяйственной деятельности территории, на основании обобщения имеющихся данных, результатов кадастровой оценки пахотных земель, с корректировкой на собственные актуальные исследования на момент оценки была разработана определенная модель, показывающая изменение отдельных показателей кадастровой оценки пахотных земель, отражающих степень развития водно-эрозионных процессов для данной территории. Для ее разработки были использованы результаты II тура кадастровой оценки пахотных земель с корректировкой на современное состояние рабочих участков, полученное в ходе обследования территории землепользования. Также были определены обобщенные (средневзвешенные) отдельные показатели кадастровой оценки пахотных земель применительно к оцениваемой территории.

Баллы плодородия почв определяются исходя из «Шкалы оценочных баллов пахотных (используемых под возделывание сельскохозяйственных культур) и луговых земель», приведенной в прил. А ТКП 302-2018 «Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель. Технология работ» [42] с учетом всех поправочных коэффициентов, понижающих оценку плодородия.

Баллы плодородия эродированных почв для сельскохозяйственных культур определены исходя из полученных баллов по отдельным культурам для эродированных рабочих участков и принятого для расчетов соотношения их площадей. Для того чтобы вычленить балл плодородия без учета влияния водной эрозии, т. е. определить его для неэродированных почв, нужно, соответственно, балл плодородия эродированных почв разделить на поправочный коэффициент водной эрозии по каждой сельскохозяйственной культуре, который определяется как средневзвешенный показатель, где в качестве весов выступают площади разной степени эродированных почв, на основании прил. Б ТКП [42]. В данном случае для условий хозяйства с учетом степени развития водно-эрозионных процессов коэффициент на водную эрозию для зерновых культур в среднем составил 0,915, для пропашных – 0,865, льна – 0,898, многолетних трав – 0,946. Таким способом определяется балл плодородия неэродированных почв по каждой сельскохозяйственной культуре с целью его сравнения с величиной для эродированных почв, для расчета модели, отражающей влияние развития водно-эрозионных процессов на показатели в данном хозяйстве.

Далее, определив цену 1 балла, выраженную в долларах США на 1 га для хозяйства, и имея величину уменьшения балла плодородия почв из-за развития водно-эрозионных процессов, получаем возможность определения по каждому рабочему участку землепользования размера недополученного нормативного чистого дохода как произведение данных показателей. Умножением полученной величины на площадь эродированных почв устанавливаем размер недополученного нормативного чистого дохода в разрезе каждого рабочего участка с эродированными почвами, а сложением данных величин – в целом по хозяйству (формула (3.1)).

$$ННЧД_{ку} = (Б_{ку} – Б_{ку} \cdot К_{э})\, Ц_{бк} \cdot S, \qquad (3.1)$$

где $ННЧД_{ку}$ – недополученный нормативный чистый доход на рабочем участке для сельскохозяйственной культуры, долл. США/га;

$Б_{ку}$ – балл плодородия почв рабочего участка для сельскохозяйственной культуры;

$К_{э}$ – поправочный коэффициент, учитывающий эродированность почв;

$Ц_{бк}$ – цена балла плодородия почв для сельскохозяйственной культуры (к), долл. США/га;

S – площадь эродированных почв на рабочем участке, га.

Согласно алгоритму, описанному выше, определяется одна из составляющих ущерба – недобор урожая растениеводческой продукции. Величина недополученного нормативного дохода для определения ущерба переводится в белорусские рубли по курсу Национального банка Республики Беларусь на дату оценки.

Вторая составляющая разработанной методики – определение стоимости потери почвенного плодородия. Для расчета размера ущерба от водной эрозии используются нормативы потерь гумуса, P_2O_5 и K_2O и принимаются в соответствии с [117] по группам сельскохозяйственных культур.

Потери почвенного плодородия из-за развития водно-эрозионных процессов определяются по каждому рабочему участку пахотных земель по формуле (3.2).

$$ПВ_{ку} = Н_г \cdot S_э + Н_{P_2O_5} \cdot S_э + Н_{K_2O} \cdot S_э, \quad (3.2)$$

где $ПВ_{ку}$ – потери почвенного плодородия на рабочем участке под сельскохозяйственной культурой, кг;

$Н_г$ – нормативы потерь гумуса, кг/га;

$Н_{P_2O_5}$ – нормативы потерь P_2O_5, кг/га;

$Н_{K_2O}$ – нормативы потерь K_2O, кг/га;

$S_э$ – площадь почв с определенной степенью эродированности, занятой культурой, га.

Расчет в стоимостной форме утраты почвенного плодородия осуществляется умножением стоимости удобрений для гумуса, P_2O_5, K_2O (описан в подразд. 2.2) с учетом действующего вещества и размера соответствующих потерь, исходя из формулы (3.2).

Эколого-экономическая оценка ущерба, выраженная величиной упущенной выгоды, причиненного почвам пахотных земель из-за развития водно-эрозионных процессов, определяется по формуле (3.3) [139] по каждому рабочему участку:

$$УВ = ННЧД_{ку} + (ПВ_{ку} \cdot С_{уд}), \quad (3.3)$$

где УВ – упущенная выгода, руб.;

$ННЧД_{ку}$ – недополученный нормативный чистый доход на рабочем участке для сельскохозяйственной культуры, руб.;

$ПВ_{ку}$ – потери гумуса, элементов питания в пахотном слое почв, т;

$С_{уд}$ – стоимость удобрений и мелиорантов, необходимых для восстановления утраченного плодородия, руб/т.

На четвертом этапе – рекомендательном, определяются основные направления применения полученных данных для организации рационального использования сельскохозяйственных земель.

В данном случае целесообразно устанавливать повышающие или понижающие коэффициенты ставок земельного налога в зависимости от того, в какой степени деятельность землепользователя влияет на изменение плодородия почв и на окружающую среду в целом. Таким способом можно рассчитать упущенную выгоду для любой сельскохозяйственной организации, а значит, можно прогнозировать ущерб на эродированных почвах при условии соблюдения агротехники, сроков посадки и посева растений, мероприятий защиты. Также определяются и другие направления практического применения результатов эколого-экономической оценки ущерба почв сельскохозяйственных земель.

Также при осуществлении эколого-экономической оценки ущерба почв при необходимости можно выполнить дополнительные (промежуточные) расчеты – определить величину запаса гумуса и элементов питания, их стоимость, снижение запаса и, соответственно, стоимость снижения запаса, показывающую размер затрат дополнительных денежных средств хозяйства за весь период землепользования из-за потери почвенного плодородия в результате развития водной эрозии.

На основании полученных агрохимических показателей по формуле (2.5) определяются запасы гумуса и элементов питания (P_2O_5, K_2O) в пахотном горизонте по каждому рабочему участку хозяйства. Такие показатели сравниваются по рабочим участкам для разной степени эродированных почв и сопоставляются с запасами неэродированных почв. Исходя из этого установлены средневзвешенные показатели запаса гумуса, P_2O_5, K_2O в разрезе хозяйства для неэродированных, слабо-, средне-, сильноэродированных почв с целью определения снижения запаса гумуса и элементов питания в зависимости от степени развития водно-эрозионных процессов. На основании установленного снижения запаса гумуса, P_2O_5, K_2O в эродированных почвах пахотных земель РУП «Учхоз БГСХА» определяется величина снижения запаса гумуса и элементов питания в разрезе каждого рабочего участка, исходя из площади почв разной степени эродированности. На основании полученных данных, исходя из стоимости удобрений в денежной форме, определяется величина стоимости запаса гумуса и элементов питания, а также стоимость снижения запаса на эродированных почвах.

Таким образом, разработана и предложена методика осуществления эколого-экономической оценки ущерба, наносимого почвам пахотных земель в результате развития водной эрозии применительно к услови-

ям Беларуси, выраженная величиной упущенной выгоды как показатель эколого-экономического ущерба. Особая важность данной работы заключается в том, что при осуществлении данной оценки исследования проводились в производственных условиях и все полученные при этом результаты отражают действительное и фактическое состояние и уровень хозяйственной деятельности землепользования, являются надежными и практически применимыми данными для разработки дальнейших мероприятий.

3.2. Определение стоимости ущерба при проявлении водной эрозии почв аграрного землепользования (на примере РУП «Учхоз БГСХА»)

Методика эколого-экономической оценки ущерба, нанесенного почвам пахотных земель в результате развития водной эрозии, с определением величины упущенной выгоды (как показателя данной оценки) выполнен и апробирован на территории землепользования сельскохозяйственной организации РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района Могилевской области.

Структура посевных площадей в данном хозяйстве следующая: озимые зерновые составляют 30,1 %, яровые – 29,4, пропашные – 17,9, лен – 1,6, многолетние травы – 21,0 %.

Исходя из разработанной методики осуществления эколого-экономической оценки ущерба почв, сначала необходимо определить недобор растениеводческой продукции, недополученный нормативный чистый доход в разрезе каждого рабочего участка с эродированными почвами, вычисляемый по формуле (3.1) как произведение уменьшенного балла плодородия, цены 1 балла, которая для данного хозяйства составила 17,59 долл. США/га, и площади эродированных почв.

Характеризуя полученные данные, можно отметить, что максимальное значение недобора нормативного чистого дохода с 1 га составляет 294,3 руб/га (регистрационное удостоверение № 47), минимальное – 15,5 руб/га (регистрационное удостоверение № 190).

Согласно полученным данным, по величине недополученного нормативного чистого дохода с 1 га пахотных земель выполнена группировка рабочих участков землепользования РУП «Учхоз БГСХА».

Вследствие выноса гумуса и элементов питания из-за развития водной эрозии почв особое внимание было уделено размерам таких потерь в разрезе каждого рабочего участка. Для оценки ущерба от эрозионной деградации были использованы нормативы потерь, рекомендо-

ванные РУП «Институт почвоведения и агрохимии» [117], для определения второй составляющей оценки. Величины потерь гумуса и элементов питания рассчитываются по каждому рабочему участку.

Исходя из структуры посевных площадей, пропашные культуры занимают 1 510,9 га, яровые зерновые – 2 481,6, озимые – 2 540,8, лен – 135,1, многолетние травы – 1 772,6 га.

Так как площадь рабочих участков пахотных земель, на которых распространены сильноэродированные почвы, составляет 985,8 га, а площадь, требуемая для возделывания многолетних трав, равна 1 772,6 га, то, соответственно, на этих рабочих участках и возможно разместить многолетние травы и поэтому потери гумуса и элементов питания на сильноэродированных почвах рассчитаны для данных культур, а для слабо- и среднеэродированных почв определены для всех культур.

Установлено, что в целом для хозяйства при площади почв в разной степени эродированности с учетом существующей структуры посевных площадей потери гумуса ежегодно составляют более 184,3 т, подвижного фосфора и калия более – 7,7 т. Исходя из этого для всей территории землепользования на почвах пахотных земель для компенсации утраченного гумуса необходимо 3 686,1 т органических удобрений, подвижного фосфора – 18,4 т аммонизированного суперфосфата, подвижного калия – 12,9 т хлористого калия.

Для установления величины упущенной выгоды (как показателя ущерба эколого-экономической оценки) необходимо определить ее вторую составляющую – стоимостное выражение потери плодородия почвы, исходя из стоимости удобрений, указанных в подразд. 2.2.

Денежное выражение потери почвенного плодородия устанавливается по каждому рабочему участку.

Суммарные затраты на приобретение удобрений для компенсации утраченного плодородия составляют 31 430,5 руб. в год, в том числе подвижного фосфора (P_2O_5) – 19 577,0 руб., подвижного калия (K_2O) – 795,2, гумуса – 11 058,3 руб. Затраты на внесение удобрений включены при определении недополученного нормативного чистого дохода.

На основании выполненных исследований проведенная оценка эколого-экономического ущерба от водной эрозии почв пахотных земель показала, что общая сумма недополученного нормативного чистого дохода на эродированных почвах составила 572,5 тыс. руб. в год. Только за счет прямых потерь, т. е. из-за недобора урожая сельскохозяйственных культур на эродированных почвах, наблюдается существенный ущерб, что требует разработки системы почвозащитной организации

территории путем изменения структуры посевных площадей. Затраты на приобретение удобрений для компенсации потерь гумуса, P_2O_5, K_2O из-за эрозионной деградации составили более 31,4 тыс. руб. в год. Следовательно, размер упущенной выгоды для данного землепользования составил 603,9 тыс. руб. в год.

Величина упущенной выгоды почв пахотных земель по рабочим участкам в расчете на 1 га изменяется в довольно широком диапазоне – от 32,0 (регистрационное удостоверение № 190) до 295,5 руб. (регистрационное удостоверение № 47), в среднем же данный показатель составляет 145,9 руб/га в год. Наибольшую величину упущенной выгоды имеют следующие рабочие участки: 200, 219, 224, 786, 789, 790, 10, 13, 15, 29, 31, 39, 47, 63, 80, 158, 169, 771 (более 200,0 руб/га), на которые в первую очередь следует обратить внимание при разработке системы почвозащитной организации территории. Группировка рабочих участков пахотных земель по величине упущенной выгоды на 1 га представлена на рис. 3.2.

Как следует из данных рис. 3.2, 16,6 % рабочих участков пахотных земель имеют минимальное значение упущенной выгоды в разрезе хозяйства (менее 100,0 руб/га), 52,0 % – занимают рабочие участки с диапазоном данного показателя от 100,0 до 150,0 руб/га, 23,3 % – от 150,1 до 200,0, 8,1 % – от 200,1 до 300,0 руб/га.

Результаты исследований подтверждают тот факт, что, в зависимости от степени эродированности почв, идет заметное снижение запаса гумуса и элементов питания растений в почве. По формуле (2.5) были определены запасы гумуса и элементов питания по каждому рабочему участку. На основании полученных данных и площадей эродированных почв в целом для хозяйства определены средневзвешенные показатели запаса гумуса и элементов питания для почв разной степени эродированности, что дало возможность определить величину снижения запаса гумуса, P_2O_5, K_2O для слабо-, средне- и сильноэродированных почв.

Таким образом, проведенные исследования показали, что наиболее практически осуществимым и обоснованным способом выполнения эколого-экономической оценки с определением величины упущенной выгоды как показателя эколого-экономического ущерба, наносимого почвам водной эрозией, применительно для территории Республики Беларусь является разработанная методика с определением стоимости величины утраченного почвенного плодородия и недобора растениеводческой продукции, которая применяема на различных уровнях хозяйствования.

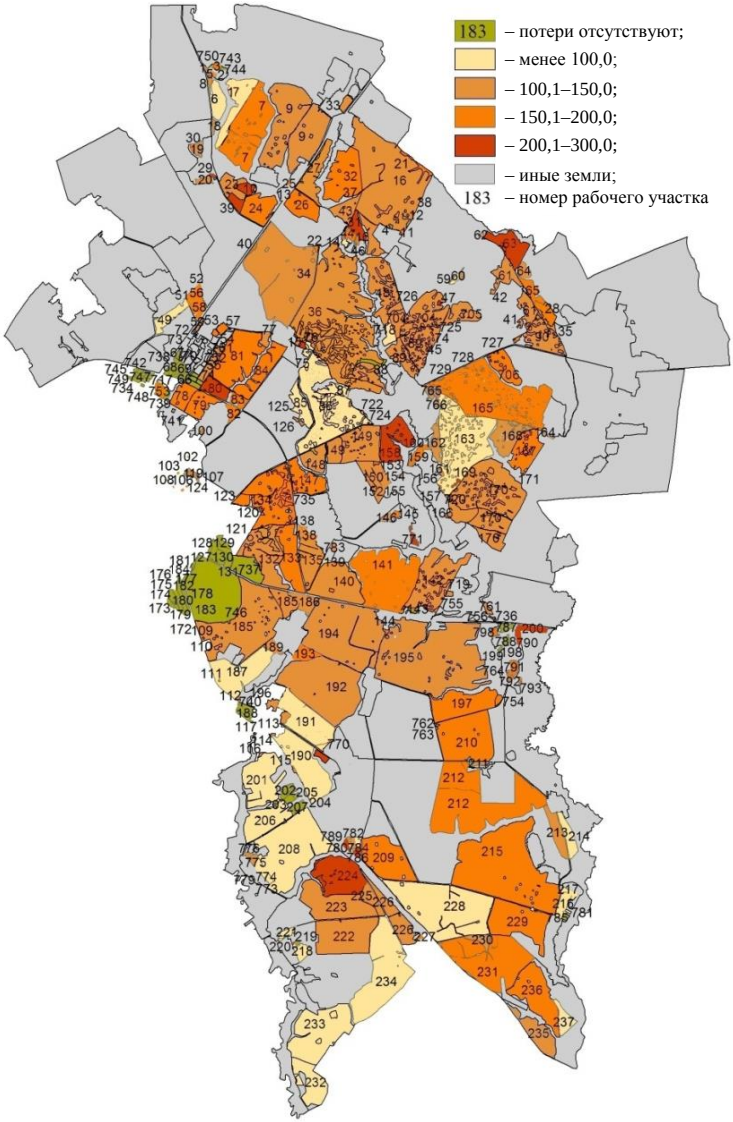


Рис. 3.2. Группировка рабочих участков пахотных земель РУП «Учхоз БГСХА» по величине упущенной выгоды, руб/га

Впервые наряду с определением в денежной форме снижения почвенного плодородия предлагается учитывать и стоимостное выражение возможных либо фактических потерь растениеводческой продукции, отраженных через обобщающий (синтезирующий) показатель кадастровой оценки сельскохозяйственных земель – нормативный чистый доход.

3.3. Определение стоимости ущерба при проявлении водной эрозии почв аграрного землепользования Горецкого района

Разработанную методику эколого-экономической оценки ущерба почв возможно применять сразу на уровне всех сельскохозяйственных организаций любого административного района республики, используя обобщенные показатели, с определением цены 1 балла для каждого землепользования.

Проведение эколого-экономической оценки ущерба, нанесенного почвам пахотных земель развитием водно-эрозионных процессов, выполнялось для всех сельскохозяйственных организаций Горецкого района.

Сельское хозяйство Горецкого района представлено восемью сельскохозяйственными организациями:

- открытое акционерное общество «Горецкое»;
- открытое акционерное общество «Коптевская Нива»;
- открытое акционерное общество «Маслаки»;
- открытое акционерное общество «Горецкая райагропромтехника»;
- открытое акционерное общество «Племзавод Ленино»;
- сельскохозяйственное закрытое акционерное общество «Горы»;
- коммунальное сельскохозяйственное унитарное предприятие «Овсянка им. И. И. Мельника»;
- республиканское унитарное предприятие «Учхоз БГСХА».

Кроме того, значительный вклад в развитие сельского хозяйства региона вносит государственное сельскохозяйственное учреждение «Горецкая сортоиспытательная станция».

Расчеты по уменьшению размера нормативного чистого дохода на пахотных землях, подверженных водной эрозии почв, осуществлены для всех сельскохозяйственных организаций Горецкого района по формуле (3.1), также определена общая величина нормативного чистого дохода, недополученного на эродированных почвах района, как сумма величин, полученных для каждой сельскохозяйственной организации.

Исходя из структуры посевных площадей каждого хозяйства, были определены площади почв в разной степени эродированности, занимаемые сельскохозяйственными культурами. В ГСУ «Горецкая сортоиспытательная станция» площадь озимых зерновых на слабоэродированных почвах составляет 73,6 га, многолетних трав на среднеэродированных – 18,9 га. В КСУП «Племзавод Ленино» площадь яровых зерновых на слабоэродированных почвах составляет 22,8 га, озимых зерновых на слабоэродированных – 1 504,2, однолетних трав на среднеэродированных – 844,5, многолетних трав на сильноэродированных – 99,9 га. В ОАО «Горецкое» площадь озимых зерновых на слабоэродированных почвах достигает 2 508,6 га, однолетних трав на слабоэродированных – 713,9, многолетних трав на среднеэродированных – 565,8, сильноэродированных – 12,0 га. В ОАО «Горецкая райагропромтехника» площадь многолетних трав на слабоэродированных почвах составляет 568,8 га, среднеэродированных – 218,4, сильноэродированных – 3,4 га. В ОАО «Маслаки» площадь многолетних трав на слабоэродированных почвах равна 74,0 га, на среднеэродированных – 12,2 га. В СЗАО «Горы» площадь яровых зерновых на слабоэродированных почвах составляет 2 024,7 га, озимых зерновых на слабоэродированных – 2 169,5, многолетних трав на среднеэродированных – 678,7, сильноэродированных – 62,5 га. В КСУП «Овсянка им. И. И. Мельника» площадь многолетних трав на слабоэродированных почвах равна 109,8 га, на среднеэродированных – 28,2 га. В ОАО «Коптевская Нива» площадь озимых зерновых на слабоэродированных почвах составляет 723,2 га, многолетних трав на среднеэродированных – 232,9, сильноэродированных – 21,4 га.

Исходя из полученных данных, наибольший размер упущенной выгоды (более 200,0 руб/га в год) присущ для КСУП «Племзавод Ленино» [140].

По результатам осуществления эколого-экономической оценки причиненного ущерба, нанесенного почвам Горецкого района в результате развития водной эрозии, осуществлена группировка сельскохозяйственных организаций по величине упущенной выгоды на 1 га эродированных почв пахотных земель (рис. 3.3).

В целом для Горецкого района величина упущенной выгоды была определена как сумма данных показателей, рассчитанных для каждой сельскохозяйственной организации в отдельности либо же по формуле (3.3) как общая сумма нормативного чистого дохода, недополученного на эродированных почвах района, и общая стоимость потерь гумуса, P_2O_5, K_2O (2 961,8 + 115,3 = 3 077,1 тыс. руб. в год).

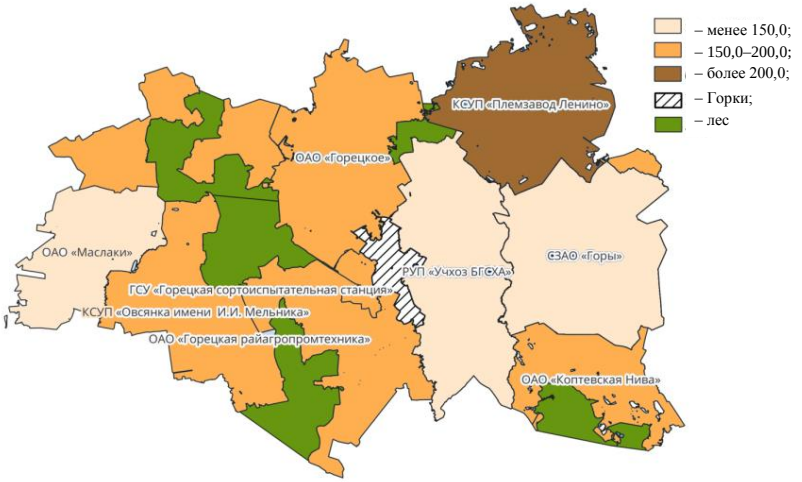


Рис. 3.3. Группировка сельскохозяйственных организаций Горецкого района по величине упущенной выгоды в результате развития водной эрозии почв, руб/га

Таким образом, в ходе исследований установлено, что упущенная выгода как показатель ущерба эколого-экономической оценки в результате развития водной эрозии на почвах пахотных земель для Горецкого района составляет 3,1 млн руб. в год, или в среднем 176,5 руб/га эродированных почв.

Полученные данные о величине упущенной выгоды в разрезе сельскохозяйственных организаций Горецкого района свидетельствуют о значительном влиянии водной эрозии почв на ведение сельскохозяйственного производства. В условиях интенсификации сельскохозяйственной деятельности необходимо осуществление противоэрозионных мероприятий с целью снижения величины упущенной выгоды, так как все это будет значительно сказываться на осуществлении хозяйственной деятельности как отдельного землепользования, так и региона в целом.

Разработана методика осуществления эколого-экономической оценки ущерба почв пахотных земель применительно к условиям Республики Беларусь. Проведенные исследования показали, что наиболее обоснованным и практически осуществимым способом проведения эколого-экономической оценки в наших условиях с определением величины упущенной выгоды как показателя ущерба, наносимого вод-

ной эрозией, является определение недополученного нормативного чистого дохода и оценка стоимости снижения плодородия почв. Данная методика устанавливает правила расчета эколого-экономического ущерба и определяет размеры ущерба, причиняемого водной эрозией почвам [131, 133].

Результаты проведенной эколого-экономической оценки ущерба показали, что стоимость недобора урожая растениеводческой продукции от развития водной эрозии на почвах пахотных земель РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района составляет 572,5 тыс. руб. в год. Суммарные потери гумуса из-за развития водной эрозии на почвах составили 184,3 т, 7,7 т подвижного фосфора и 7,7 т подвижного калия, что в стоимостном выражении составляет более 31,4 тыс. руб. в год. Размер упущенной выгоды для данного землепользования в год составляет 603,9 тыс. руб., или 145,9 руб/га эродированных почв пахотных земель.

Установлено заметное снижение урожайности сельскохозяйственных культур на эродированных почвах. Снижение урожайности зеленой массы кукурузы на слабоэродированных почвах в производственных посевах в среднем за годы исследований составляет 55,8 ц/га (–8,9 %), на среднеэродированных – 131,3 (–21,0 %), на сильноэродированных – 268,1 ц/га (–42,8 %), по сравнению с неэродированной почвой.

Урожайность озимой тритикале на слабоэродированной почве снижается на 8,8 ц/га (–15,4 %), на среднеэродированной –12,2 (–21,4 %), на сильноэродированной – 23,7 ц/га (–41,5 %). Все это говорит о необходимости принятия первоочередных мероприятий, направленных на борьбу с водной эрозией почв [13, 137, 138, 186].

Проведенная оценка эколого-экономического ущерба от водной эрозии почв пахотных земель сельскохозяйственных организаций Горецкого района показала, что за счет прямых потерь растениеводческой продукции величина недополученного нормативного чистого дохода составляет 1,2 млн долл. США, что по курсу Национального банка Республики Беларусь составляет 2 961,8 тыс. руб/год и соответствует 7,8 % от нормативного чистого дохода полученного на пахотных почвах Горецкого района. Стоимость потерь почвенного плодородия от водной эрозии почв пахотных земель Горецкого района составляет 115,3 тыс. руб. в год. В целом эколого-экономический ущерб, выраженный величиной упущенной выгоды, по Горецкому району составляет 3,1 млн руб. в год, или 176,5 руб/га эродированных почв пахотных земель [140].

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УЩЕРБА ПОЧВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИИ И ЭФФЕКТИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

4.1. Совершенствование мероприятий по эффективному использованию сельскохозяйственных земель с учетом результатов эколого-экономической оценки ущерба почв

В настоящее время существует множество направлений по оптимизации и совершенствованию мероприятий по эффективному использованию сельскохозяйственных земель, но все они не отражают в полной мере эколого-экономический потенциал оценки использования, в частности пахотных земель. Использование результатов эколого-экономической оценки ущерба почв может быть достаточно многогранным для решения самых различных задач в областях науки, практики и образования. Основным практическим применением результатов эколого-экономической оценки ущерба почв республики является рациональное использование ее земельных ресурсов.

В процессе проведения оптимизационных работ в основном решаются следующие задачи:

- исключение из сельскохозяйственного оборота низкокачественных земель с отрицательным нормативным чистым доходом, или их перевод в другие виды земель;
- повышение эффективности использования пахотных земель за счет оптимизации структуры посевных площадей, организации севооборотов и размещения сельскохозяйственных культур по полям и рабочим участкам [34].

Оптимизация землепользования в сельскохозяйственных организациях эффективна как с экономической, так и с экологической стороны. С экономической стороны исключение низкокачественных земель из интенсивного сельскохозяйственного использования позволит сократить затраты на внесение минеральных и органических удобрений, сократить потери при уборке урожая, уменьшить потребности в сельскохозяйственной технике, оптимизировать сроки проведения полевых работ. С экологической точки зрения все это позволит снизить степень антропогенной нагрузки на территорию. Большую роль при оптимизации землепользования играет противоэрозионная организация территории.

При оптимизации использования сельскохозяйственных земель наряду с данными кадастровой оценки рекомендуется использовать данные, получаемые при эколого-экономической оценке ущерба почв. По величине нормативного чистого дохода судят о проблемных рабочих участках (хозяйствах), в которых необходимо в первую очередь проведение мероприятий по их улучшению. Дополнительно можно использовать данные о доле снижения нормативного чистого дохода от получаемого в результате развития водной эрозии почв по каждому рабочему участку, хозяйству, району. На основании составленных картосхем по результатам проведения эколого-экономической оценки ущерба почв пахотных земель агроном хозяйства получает информацию о наиболее проблемных участках, на которые необходимо обратить внимание в первую очередь.

Для определения степени пригодности почв под конкретную сельскохозяйственную культуру учитываются не только их генетические особенности [83, 90, 109, 114, 121], но и их современное состояние, где, несомненно, следует учитывать данные эколого-экономической оценки ущерба, в частности, данные о размерах потерь гумуса и элементов питания растений в стоимостном выражении в зависимости от размещения культур по рабочим участкам.

Данные эколого-экономической оценки ущерба почв рекомендуется использовать при проектировании почвозащитных организационно-хозяйственных мероприятий (определение примерной структуры посевов сельскохозяйственных культур, разработка принципов формирования специальных почвозащитных севооборотов). Важную роль играет выявление рабочих участков с наибольшей величиной упущенной выгоды с целью правильного подбора культур, которые в наибольшей степени защищали бы данные почвы от дальнейшего развития эрозии.

После осуществления эколого-экономической оценки ущерба почв рассмотрим более подробно вопрос использования полученных данных при разработке проекта по борьбе с водной эрозией почв на примере РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района. Разработанный метод оценки эколого-экономического ущерба в результате эрозионной деградации почв позволяет выполнять прогнозы по различным сценариям. В нашем случае важной задачей является определить для хозяйства такой сценарий, при котором достигаются оптимальные показатели по всем необходимым характеристикам.

Базируясь на анализе данных кадастровой оценки пахотных земель, почвенной карты землепользования, рабочие участки пахотных земель распределены по пяти агротехнологическим группам. Критерием тако-

го разделения послужили степень развития водной эрозии почв и площадь в разрезе рабочего участка.

При отнесении рабочего участка к той или иной агротехнологической группе земель в случае, когда на нем имеют место развитие сразу нескольких степеней подверженности водной эрозии, сначала необходимо определить каждую долю эродированных почв, занимаемую в разрезе рабочего участка. Затем, руководствуясь данными табл. 4.1, в зависимости от доли эродированных почв той или иной степени в разрезе рабочего участка отнести его к соответствующей агротехнологической группе. В данном случае необходимо придерживаться правила, при котором рабочий участок относят к той агротехнологической группе, водная эрозия почв которого в наибольшей степени оказывает влияние на возделываемые сельскохозяйственные культуры. То есть использование таблицы необходимо начинать с последней колонки (сильноэродированные). Какая доля данных почв имеется на рабочем участке, к такой агротехнологической группе и следует его относить, независимо уже от доли слабо- и среднеэродированных. В случае отсутствия сильноэродированных почв на рабочем участке агротехнологическая группа определяется по доле среднеэродированных почв и т. д., т. е. при выборе необходимо двигаться по строкам влево до тех пор, пока не будет достигнуто выполнение одного из приведенных условий в таблице (обязательно начиная с худшего), при условии, что предыдущий признак отсутствует, либо не выполняется. Также в работе с таблицей могут выполняться сразу и все условия, указанные в строках. Приведенные данные в таблице учитывают доли эродированных почв в площади рабочих участков, при этом не отрицая наличия в них и неэродированных. То есть если для какой-либо группы не выполняется ни одно из условий касательно доли эродированных почв, то рабочий участок является полностью неэродированным и относится к I агротехнологической группе.

Таблица 4.1. **Признаки отнесения рабочего участка к агротехнологическим группам земель**

Агротехнологическая группа земель	Неэродированные почвы, %	Доля эродированных почв в площади рабочего участка, %		
		Слабоэродированные	Среднеэродированные	Сильноэродированные
I	>85	0–15	–	–
II	50–85	15–50	–	–
III	+	50–100	0–10	–
IV	+	+	10–100	0–10
V	+	+	+	>10

При разработке табл. 4.1 также учитывались рекомендации РУП «Институт почвоведения и агрохимии» по противоэрозионной организации агроландшафтов [109, 110].

Визуализация группировки рабочих участков пахотных земель по агротехнологическим группам согласно принципу, описанному выше, представлена на рис. 4.1.

Выделенные группы земель в первую очередь служат основой при планировании интенсивности использования пахотных земель. Одним из наилучших способов повышения эффективности производства без высоких материальных затрат является рациональное размещение посевов сельскохозяйственных культур с учетом качества земель в пределах каждой из выделенных групп.

Так как адаптивно-ландшафтный подход предполагает дифференцированное формирование структуры посевов в зависимости от степени подверженности эрозии [47, с. 110; 88, 129], а также в соответствии с их агроэкологическими требованиями, то в первую очередь необходимо учитывать результаты эколого-экономической оценки ущерба почв пахотных земель, которые отражают степень влияния развития деградационных процессов на осуществление хозяйственной деятельности землепользований.

При адаптивно-ландшафтной системе земледелия важным фактором для ее осуществления могут служить результаты эколого-экономической оценки ущерба почв, которые в первую очередь направлены на экологическую составляющую. Также в адаптивно-ландшафтном земледелии осуществляется экологический подход по применению минеральных и органических удобрений с учетом того, что на эродированных почвах возрастает потребность в удобрениях, так как необходимо компенсировать ежегодную убыль органического вещества и других элементов с эрозией [113, 129].

Для каждой из выделенных групп земель предложена наиболее рациональная структура посевных площадей, которая получена методом сравнения и путем выбора наилучшего варианта из существующих [156] на основании осуществления расчетов с целью определения оптимального сочетания структуры сельскохозяйственных культур, при котором наблюдаются минимальная величина недополученного нормативного чистого дохода, а также обеспечивается уменьшение показателя потерь гумуса и элементов питания растений из почв в результате развития водно-эрозионных процессов [187].

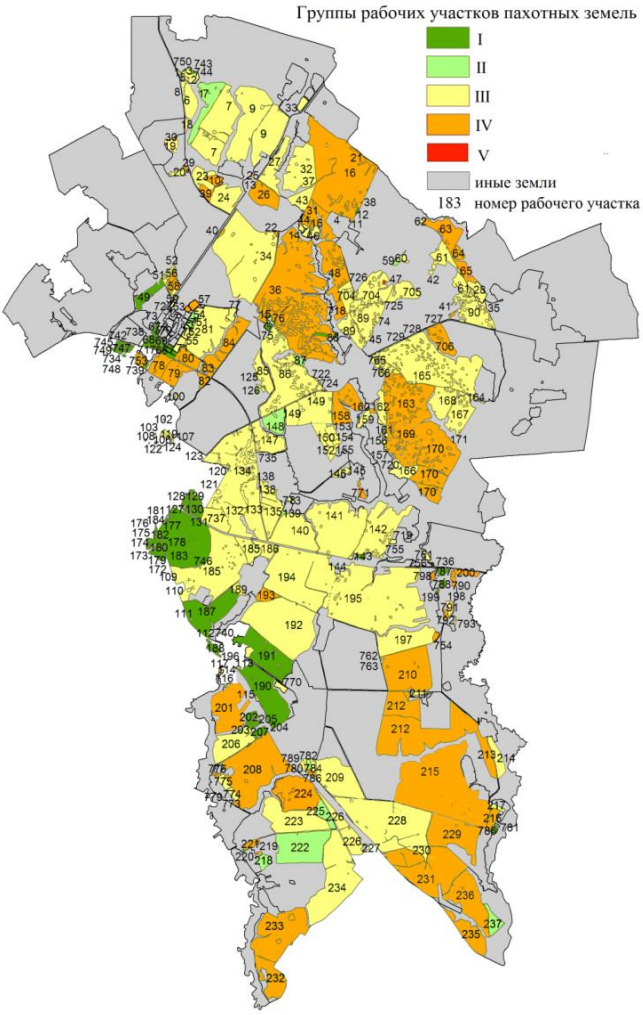


Рис. 4.1. Группировка рабочих участков пахотных земель РУП «Учхоз БГСХА» по интенсивности проявления на них водной эрозии почв

Для пахотных земель I агротехнологической группы рабочих участков рекомендуется возделывать сельскохозяйственные культуры в сле-

дующем соотношении: пропашных – 42,8 %, яровых зерновых – 28,6, озимых зерновых – 28,6 %.

Для пахотных земель II агротехнологической группы рабочих участков рекомендуется возделывать сельскохозяйственные культуры в следующем соотношении: пропашных – 32,9 %, яровых зерновых – 39,4, озимых зерновых – 19,7, многолетних трав – 8,0 %. Это, как правило, зернопропашные севообороты.

Для земель III агротехнологической группы рекомендуется возделывать сельскохозяйственные культуры со следующим соотношением: пропашных – 12,5 %, яровых зерновых – 25,0, озимых зерновых – 37,5, многолетних трав – 25,0 %. Это, как правило, плодосменные севообороты.

Для земель IV агротехнологической группы рекомендуется возделывать сельскохозяйственные культуры в следующем соотношении: яровых зерновых – 25,0 %, озимых зерновых – 25,0, многолетних трав – 50 %. Здесь целесообразно размещать зернотравяные севообороты.

Для V группы земель, учитывая, что такой участок только один, рекомендуется перевести его в состав луговых земель.

Рекомендуемое соотношение культур по каждой агротехнологической группе рабочих участков представлено в табл. 4.2 с учетом существующей структуры в хозяйстве и степени развития эрозионной деградации почв. Приведенная структура посевных площадей является наиболее рациональной и эффективной в разрезе групп земель, с учетом которых для территории землепользования в целом складывается рекомендуемая структура посевов.

Таблица 4.2. **Типы севооборотов и рекомендуемое соотношение в них культур для почв, подверженных процессам водной эрозии** [156]

№ группы земель	Типы севооборотов	Соотношение культур, %				*$К_з$
		Пропашные	Яровые зерновые	Озимые зерновые	Многолетние травы	
I	Зернопропашные	42,8	28,6	28,6	–	0,52
II	Плодосменные	32,9	39,4	19,7	8,0	0,58
III	Зернотравяные	12,5	25,0	37,5	25,0	0,77
IV	Травяно-зерновые	–	25,0	25,0	50,0	0,88
V	Залужение	–	–	–	100,0	0,98

*$К_з$ – коэффициент почвозащитной способности структуры посевов.

Как видно из таблицы, с увеличением доли многолетних трав коэффициент почвозащитной способности посевов увеличивается, что говорит о правильном выборе соотношения культур в зависимости от степени развития водной эрозии. Наименее защищенными являются почвы, в севообороте которых преобладают пропашные культуры, такие культуры следует размещать на неэродированных либо с малой долей слабоэродированных почвах.

Сельскохозяйственные культуры оказывают различное влияние на развитие и интенсивность водно-эрозионных процессов. По почвозащитным свойствам они делятся на три группы: 1) высокой почвозащитной эффективности – многолетние травы, озимый рапс, озимые рожь и пшеница; 2) средней почвозащитной эффективности – яровые колосовые, зернобобовые и однолетние травы; 3) низкой почвозащитной эффективности – пропашные культуры. Коэффициенты почвозащитной способности сельскохозяйственных культур следующие: многолетние травы первого года использования – 0,92, многолетние травы 2–3-го года использования – 0,98, озимые зерновые – 0,89, яровые зерновые – 0,67, однолетние травы – 0,65, картофель – 0,18 [156].

Согласно одному из принципов оценки – «наилучшего и наиболее эффективного использования земель», необходимо также учесть и возделывание наиболее доходной культуры при условии сохранения почвы от ее деградации путем составления рационального севооборота. Противоэрозионная организация территории является важной составляющей оптимизации землепользования и имеет главной целью рациональное использование ее составных частей с органической их увязкой между собой [156]. Для реализации данного подхода рекомендуется использовать агротехнологическую группировку рабочих участков (рис. 4.1) в качестве возможного использования пахотных земель.

Таким образом, на рабочем участке необходимо применять ту структуру посевных площадей, которая рекомендуется (табл. 4.2) для соответствующей агротехнологической группы земель, в которую он входит, и с учетом этого на территории хозяйства формируется рекомендуемая структура посевных площадей, на основании которой определяется размер недополученного нормативного чистого дохода и величина потерь гумуса и элементов питания растений.

Обоснование мероприятий по противоэрозионной организации территории производят посредством сопоставления ущерба, причиняемого водной эрозией, и ожидаемого эффекта от проектируемого комплекса противоэрозионных мероприятий. В целом же для хозяйства,

исходя из отнесения рабочих участков к той или иной группе земель на основании структуры посевных площадей, определен прогнозируемый нормативный чистый доход. Его возможно получить при следовании рекомендуемым мероприятиям.

Для каждой из разработанных агротехнологических групп земель, исходя из структуры посевов, полученной вариантным методом и сравнения, был рассчитан прогнозируемый нормативный чистый доход при возделывании сельскохозяйственных культур.

В табл. 4.3 приведены средневзвешенные значения получаемого нормативного чистого дохода в разрезе производственных подразделений и в целом по хозяйству при существующей структуре посевных площадей и рекомендуемой, принятой с учетом наиболее оптимальных для данного хозяйства структур по группам земель с целью снижения влияния водной эрозии на почвы.

Таблица 4.3. **Результаты расчета нормативного чистого дохода в хозяйстве с учетом агротехнологических групп земель**

Значение нормативного чистого дохода, долл. США/га		Изменение показателя, ±
при существующей структуре	при рекомендуемой структуре	
Производственное подразделение № 1		
256,4	321,1	+64,7
Производственное подразделение № 2		
80,2	94,8	+14,6
В целом по хозяйству		
179,1	221,8	+42,7

В результате исследований и проведенных расчетов разница между существующим нормативным чистым доходом в целом по хозяйству и прогнозируемым с учетом рекомендуемых мероприятий в хозяйстве составляет 42,7 долл. США с 1 га (108,1 руб/га). Полученное значение нормативного чистого дохода от исходного показателя по хозяйству составляет 124 %. В разрезе пахотных земель рассматриваемого хозяйства, площадь которых составляет 8 441,0 га, данная разница достигает 360,4 тыс. долл. США (912,7 тыс. руб.) [135, 187]. Полученные данные могут быть использованы РУП «Учхоз БГСХА» в качестве рекомендаций с целью увеличения нормативного чистого дохода с 1 га пахотных земель при одновременном учете существующей степени развития эрозии почв в хозяйстве, а также для прогноза экономического ущерба на эродированных почвах.

Недополученный нормативный чистый доход рассчитывался по формуле (3.1) по каждой агротехнологической группе земель в разрезе каждого рабочего участка с эродированными почвами согласно разработанной методике, исходя из уменьшения величины балла плодородия, площади эродированных почв и цены 1 балла, которая для I группы земель составила 25,80, для II – 24,90, для III – 16,45, для IV – 11,21, для V – 7,40 долл. США/га. Цена 1 балла для каждой агротехнологической группы рассчитана как средневзвешенный показатель цены каждой культуры, где в качестве весов принята структура посевных площадей в разрезе каждой группы. Для I группы земель недополученный нормативный чистый доход составил 256,5 долл. США (649,5 руб.), для II – 5 033,6 (12 747,0 руб.), для III – 112 748,0 (285 523,1 руб.), для IV – 64 858,5 (164 247,7 руб.), для V – 4,9 долл. США (12,4 руб.). В целом потери нормативного чистого дохода с учетом применения рекомендуемых мероприятий на пахотных почвах в разной степени эродированности для данного хозяйства снижаются до 182,9 тыс. долл. США/год (463,2 тыс. руб. по курсу Национального банка Республики Беларусь от 1 июля 2021 г.), что ниже на 19,1 % от аналогичного показателя при существующей системе ведения хозяйства.

Таким образом, был рассчитан недобор нормативного чистого дохода по пяти выделенным агротехнологическим группам земель в зависимости от степени подверженности почв водной эрозии. При этом важным моментом является то, что получаемый нормативный чистый доход с учетом внедрения рекомендуемой структуры посевных площадей в разрезе хозяйства увеличивается. В целом результаты эколого-экономической оценки ущерба почв являются надежным и достоверным показателем для их использования при разработке мероприятий по совершенствованию и эффективному использованию пахотных земель.

4.2. Использование результатов эколого-экономической оценки ущерба почв при подготовке почвозащитных проектов в аграрном секторе

Эрозия в значительной степени связана с экологией. Эрозионные процессы приводят к ухудшению экологического состояния окружающей среды. Влияние на экологию наиболее значительно в районах интенсивной хозяйственной деятельности, что принимается во внимание при планировании мероприятий по охране земельных ресурсов.

В проектах, направленных на борьбу с деградацией земель, разработка бизнес-плана имеет ряд особенностей, которые выражаются в необходимости включения специальных разделов, отражающих характер проведения таких работ, и при необходимости привлечения инвестиций.

К особенностям применения результатов эколого-экономической оценки ущерба почв в нашем случае следует отнести обязательную агротехнологическую группировку рабочих участков пахотных земель, которая подробно описана в подразд. 4.1.

Доля почв, занимаемых I группой земель составляет 11,117 %, II – 2,730, III – 50,584, IV – 35,568, V – 0,001 % от общей площади пахотных земель.

Картосхема (рис. 4.1) является основой для разработки мероприятий по противоэрозионной организации территории.

Мероприятия по борьбе с водной эрозией почв необходимо проводить строго дифференцированно в зависимости от степени эродированности, о которой можно судить по содержанию элементов питания растений в верхнем слое почвы. В зависимости от степени эрозионной деградации почв назначают различные мероприятия в проектах землеустройства. В тех случаях, когда затраты окупятся доходами от сельскохозяйственного производства, землеустроительный проект необходимо осуществить [163]. На почвах, подверженных водной эрозии, происходит значительное снижение урожайности основных сельскохозяйственных культур, поэтому главным фактором здесь выступает правильный выбор структуры посевных площадей, как было подробно описано в подразд. 4.1. Также не стоит забывать о размере нормативного чистого дохода, который при этом не должен уменьшаться, а при выборе рационального варианта структуры посевных площадей он должен увеличиваться, недобор же урожая на эродированных почвах уменьшаться.

Многолетняя растительность обладает мощной противоэрозионной эффективностью, в соответствии с этим имеет наибольший коэффициент защищенности, особенно третьего года пользования. Чем больше времени в течение года почва покрыта наземным растительным покровом и пронизана корневой системой, тем меньше вероятность проявления и развития водно-эрозионных процессов на сельскохозяйственных землях [9, с. 151].

Как говорилось ранее, развитие водной эрозии почв в значительной степени отражается как на величине недополученного урожая, так и на содержании в почве гумуса и элементов питания. Ежегодно на терри-

тории землепользования РУП «Учхоз БГСХА» потери гумуса, P_2O_5 и K_2O при существующей в хозяйстве структуре посевных площадей составляют 184,3; 7,7; 7,7 т соответственно с учетом площади пахотных земель разной степени эродированности.

Внедрение в хозяйство рекомендуемых мероприятий позволит увеличить коэффициент эрозионной способности почв, а также нормативный чистый доход с 179,1 до 221,8 долл. США с 1 га пахотных земель.

На основании нормативов потери гумуса и элементов питания по группам сельскохозяйственных культур [117] были рассчитаны потери гумуса, P_2O_5, K_2O по каждому рабочему участку, исходя из рекомендуемой структуры посевных площадей, в разрезе агротехнологических групп земель, что дало возможность определить величину потерь в целом для хозяйства.

Так, площадь, занимаемая I агротехнологической группой (рис. 4.1), составила 938,4 га, исходя из рекомендуемой структуры посевных площадей, площадь под пропашными культурами составила 400,5 га, под яровыми зерновыми – 263,1 под озимыми зерновыми – 274,8 га. В связи с этим по рабочим участкам, исходя из размещения сельскохозяйственных культур на них, рассчитаны потери гумуса и элементов питания как произведение норматива потерь соответствующей культуры [117], которая на нем расположена, и площади эродированных почв (формула (3.3)) в разрезе каждого рабочего участка в зависимости от степени развития водной эрозии.

Исходя из полученных данных, на территории землепользования РУП «Учхоз БГСХА» с учетом рекомендуемых мероприятий величина предотвращенных потерь гумуса ежегодно составляет 25 474,0 кг, подвижного фосфора (P_2O_5) – 1 047,1 и подвижного калия (K_2O) – 1 047,1 кг. Полученные данные свидетельствуют о том, что стоимость потерь утраченного плодородия почвы возможно снизить на 4 287,1 руб. в год от существующих показателей в результате применения рекомендуемых мероприятий, которые выражаются через стоимость органических и минеральных удобрений. Стоимость потери элементов питания растений с учетом применения рекомендуемых мероприятий ниже более чем на 13,6 % стоимости потери элементов питания растений при существующей системе ведения хозяйственной деятельности только за счет территориально правильного размещения культур с учетом существующей в хозяйстве степени развития водной эрозии почв.

Согласно методике эколого-экономической оценки, по формуле (3.3) для данного землепользования определена упущенная выгода как показатель эколого-экономической оценки ущерба с учетом применения рекомендуемых мероприятий (табл. 4.4).

Таблица 4.4. **Величина упущенной выгоды землепользования РУП «Учхоз БГСХА» с учетом рекомендуемых мероприятий, тыс. руб/год**

Наименование подразделения	Общая сумма нормативного чистого дохода, недополученного на эродированных почвах	Стоимость потерь элементов питания	Упущенная выгода
РУП «Учхоз БГСХА»	463,2	27,1	490,3

Таким образом, при внедрении рекомендуемых мероприятий в хозяйство, т. е. дифференцированного использования пахотных земель в зависимости от степени развития эрозионной деградации почв, данные, полученные при эколого-экономической оценке ущерба почв пахотных земель, возможно снизить на 18,8 % от существующей величины упущенной выгоды, что подтверждается актом о практическом использовании полученных результатов в производство. Расчеты показали, что величина упущенной выгоды по рабочим участкам колеблется от 26,5 до 174,8 руб/га.

В целом можно сказать, что здесь и проявляется экологическая эффективность землепользования, так как, очевидно, наблюдается улучшение экологического состояния почв, что проявляется в снижении вымывания элементов питания из верхних слоев почвы, а также экономическая эффективность, которая проявляется в снижении затрат хозяйства на покупку удобрений для поддержания земель в удовлетворительном состоянии для возделывания сельскохозяйственных культур.

Прогнозируемые расчеты показали, что с применением рекомендуемых мероприятий снижение запасы гумуса и элементов питания растений увеличиваются, а стоимость изменения данного показателя возможно понизить на 199,9 тыс. руб. в хозяйстве.

Из-за ежегодных потерь гумуса на эродированных почвах, по сравнению с неэродированными, возрастает потребность во внесении органических удобрений. При существующей системе ведения хозяйства потребность в органических удобрениях на эродированных почвах пахотных земель в среднем составляет 28,6 т/га для восполнения запаса гумуса до уровня на неэродированных почвах. При внедрении мероприятий с учетом рекомендуемой структуры посевных площадей потребность в органических удобрениях снижается до 22,8 т/га.

Полученные результаты эколого-экономической оценки ущерба почв можно использовать не только при подготовке противоэрозионных проектов, но и в качестве дополнительного показателя для установления такс и коэффициентов к ним для определения размера возмещения вреда, причиненного водной эрозией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана и апробирована методика эколого-экономической оценки ущерба (руб/га), причиненного почвам пахотных земель от водной эрозии, состоящая, исходя из структурно-логической схемы, из четырех этапов работы: подготовительного, информационного, аналитического, рекомендательного, выраженного величиной упущенной выгоды. Данная методика базируется на определении двух составляющих, отражающих показатели стоимости недобора сельскохозяйственной продукции (через синтезирующий показатель кадастровой оценки сельскохозяйственных земель – нормативный чистый доход), и стоимости потерь гумуса и элементов питания (P_2O_5, K_2O) в почвах с разной степенью их эродированности [90, 133, 136, 137, 184, 186, 188].

Разработанная агротехнологическая группировка рабочих участков, исходя из доли в разной степени эродированных почв пахотных земель, РУП «Учхоз БГСХА», для каждой из которых предусмотрена соответствующая структура посевных площадей, позволит увеличить нормативный чистый доход, получаемый в хозяйстве, в среднем на 42,7 долл. США/га (по курсу Национального банка Республики Беларусь 108,1 руб/га на 1 июля 2021 г.), что говорит о правильности выбора структуры посевных площадей, которые предлагается использовать в качестве рекомендуемых для организации эффективного и рационального использования почв пахотных земель [132, 135]. Размер упущенной выгоды при использовании предложенной структуры посевных площадей для каждой агротехнологической группы земель возможно снизить на 18,8 % от существующей величины, полученной при эколого-экономической оценке ущерба почв пахотных земель, или в среднем до 118,4 руб/га с учетом степени эродированности почв пахотных земель РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района [187].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И. М. Богдевич, В. В. Лапа, М. В. Рак [и др.]; под общ. ред. И. М. Богдевича. – Мн.: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2012. – 276 с.

2. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2009–2012 гг.) / И. М. Богдевич, В. В. Лапа, М. В. Рак [и др.]; под общ. ред. И. М. Богдевича; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2015. – 276 с.

3. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2013–2016 гг.) / И. М. Богдевич, В. В. Лапа, М. В. Рак [и др.]; под общ. ред. И. М. Богдевича; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2017. – 275 с.

4. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2017–2020 гг.) / И. М. Богдевич, В. В. Лапа, М. В. Рак [и др.]. – Мн.: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2022. – 275 с.

5. Агрохимия. Система применения удобрений: метод. рекомендации / Ф. Н. Леонов [и др.]; ГУ «Учебно-методический центр Минсельхозпрода». – Мн., 2006. – 154 с.

6. Азаренок, Т. Н. К вопросу определения экономического ущерба от деградации осушенных торфяных почв / Т. Н. Азаренок, В. А. Калюк // Современные проблемы ландшафтоведения и геоэкологии: материалы V Междунар. науч. конф. к 80-летию географ. ф-та и каф. географ. экологии БГУ, Минск, 14–17 окт. 2014 г. / редкол.: А. Н. Витченко (науч. ред.) [и др.]. – Мн.: ИЦ БГУ, 2014. – С. 125–127.

7. Анализ результатов оценки плодородия почв сельскохозяйственных земель Беларуси по административным районам / Л. И. Шибут, Т. Н. Азаренок, О. В. Матыченкова, С. В. Шульгина // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 1 (62). – С. 7–14.

8. Ануфриев, В. П. Разработка системы эколого-экономической оценки сельскохозяйственных угодий / В. П. Ануфриев, В. А. Юрлова // Вестн. СГУГиТ. Экономика и управление народным хозяйством. – Новосибирск, 2015. – Вып. 4 (32) – С. 181–193.

9. Атлас почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / В. В. Лапа, А. Ф. Черныш, Т. Н. Азаренок [и др.]; под общ. ред. В. В. Лапа, А. Ф. Черныша; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2017. – 170 с.

10. Барадулин, Д. Л. Влияние морфометрических особенностей рельефа на процессы овражной эрозии в южной части Минской возвышенности / Д. Л. Барадулин, А. А. Лепешев, Н. А. Дятлова // Плодородие почв – основа устойчивого развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. и IV съезд Бел. о-ва почвоведов, Минск, 26–30 июля 2010 г.: в 2 ч. / редкол.: В. В. Лапа [и др.]. – Ин-т почвоведения и агрохимии. – Мн.: 2010. – Ч. 1. – С. 48–50.

11. Бондаренко, Е. В. Опыт учета экосистемных сервисов почв при оценке деградации земель (на примере УО ПЭЦ МГУ): дис. ... канд. биол. наук: 03.02.13, 03.02.08 / Елена Валерьевна Бондаренко; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – М., 2016. – 121 с.

12. Булгаков, Д. С. Первые итоги проблемы ведения кадастра недвижимости в России / Д. С. Булгаков, П. М. Сапожников // Структура и морфогенез почвенного покрова в условиях антропогенного воздействия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 17–20 сент. 2013 г. / БГУ; редкол.: И. И. Пирожник (гл. ред.), Н. В. Клебанович (отв. ред.) [и др.]. – Мн.: Изд. центр БГУ, 2013. – С. 332–335.

13. Влияние эродированности дерново-подзолистых почв на продуктивность сельскохозяйственных культур (результаты длительных полевых опытов) / Н. Н. Цыбулько, А. М. Устинова, А. В. Юхновец [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2021. – № 2 (67). – С. 7–17.

14. Влияние эрозионных процессов на изменение параметров основных агрохимических показателей плодородия почв склоновых сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И. А. Логачев, А. В. Юхновец, С. А. Касьянчик, С. Д. Воронович // Почвоведение и агрохимия. – 2022. – № 2 (69). – С. 30–37.

15. Внутрихозяйственная качественная оценка (бонитировка) почв Республики Беларусь по их пригодности для возделывания основных сельскохозяйственных культур: метод. указания / Н. Н. Смеян, Л. И. Шибут, А. Ф. Черныш, Г. С. Цытрон; под ред. Н. Н. Смеяна. – Мн.: Акад. аграр. наук Республики Беларусь, Ин-т почвоведения и агрохимии, 1998. – 25 с.

16. Гагарин, А. И. Эколого-экономическая оценка земель сельскохозяйственного назначения с использованием ГИС-технологий / А. И. Гагарин, М. Ю. Репотецкая // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2008. – № 1. – С. 132–136.

17. География почв Беларуси: учеб. пособие / Н. В. Клебанович В. С. Аношко, Н. К. Чертко [и др.]. – Мн.: БГУ, 2011. – 185 с.

18. Германович, Т. М. Земельные ресурсы Республики Беларусь и критерии их оценки / Т. М. Германович // Плодородие почв и эффективное применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 22–25 июня 2021 г.: в 2 ч. / редкол.: В. В. Лапа [и др.]. – Мн.: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2021. – Ч. 1. – С. 49–54.

19. Глазунов, Г. П. Использование ГИС-технологий при агроэкологической оценке земель в адаптивно-ландшафтных системах земледелия / Г. П. Глазунов // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф. Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В. В. Докучаева», посвящ. 175-летию со дня рожд. В. В. Докучаева, Курск, 28–29 апр. 2021 г. / ФГБНУ «Курский ФАНЦ»; редкол.: Н. П. Масютенко [и др.]. – Курск, 2021. – С. 80–85.

20. Горбылева, А. И. Почвоведение: учеб. пособие / А. И. Горбылева, В. Б. Воробьев, Е. И. Петровский; под ред. А. И. Горбылевой. – 2-е изд., перераб. – Мн.: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2012. – 400 с.

21. Горкунов, В. А. Структура почвенного покрова пахотных земель северо-восточной части Беларуси и их оптимальное использование: монография / В. А. Горкунов; под научн. ред. Н. И. Смеяна. – Могилев: МГУ им. А. А. Кулешова, 2007. – 256 с.

22. Государственная программа «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 годы: в ред. постановлений Совета Министров Респ. Беларусь, 17 марта 2016 г., № 205; 17 окт. 2017 г., № 778. – URL: http://minpriroda.gov.by/ru/gosprog/ (дата обращения: 15.08.2019).

23. Деградация почв сельскохозяйственных земель Беларуси: виды и количественная оценка / А. Ф. Черныш, А. М. Устинова, В. Б. Цырибко [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 2 (57). – С. 7–18.

24. Динамика гранулометрического состава почв Беларуси (по данным крупномасштабных почвенных обследований и землеоценочных работ сельскохозяйственных земель) / Т. Н. Азаренок, Л. И. Шибут, С. В. Дыдышко [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2021. – № 2 (67). – С. 18–35.

25. Добровольский, Г. И. Сохранение почв как незаменимого комплекса биосферы: функционально-экологический подход: монография / Г. И. Добровольский, Е. Д. Никитин. – М.: Наука, 2000. – 185 с.

26. Добровольский, Г. И. Тихий кризис планеты / Г. И. Добровольский // Вестн. Рос. акад. наук. – 1997. – № 4. – С. 313–320.

27. Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 15 дек. 2017 г.

№ 962 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21700962 (дата обращения: 31.01.2022).

28. Докучаев, В. В. Избранные сочинения: в 3 т. / В. В. Докучаев. – М.: Госиздательство сельскохозяйственной литературы, 1949. – Т. 2: Труды по геологии и сельскому хозяйству. – 426 с.

29. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

30. Дубовик, А. Э. Сравнительная оценка противоэрозионной устойчивости дерново-подзолистых почв, сформированных на мощных легких лессовидных и моренных суглинках / А. Э. Дубовик, А. Ф. Черныш // Почвоведение и агрохимия: сб. науч. тр. / НИРУП Институт Почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Мн., 2004. – Вып. 33. – С. 45–52.

31. Жилко, В. В. Борьба с эрозией – борьба за плодородие почв / В. В. Жилко // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 27–29 мая 2003 г. / редкол.: В. Б. Воробьев [и др.] – Горки: БГСХА, 2003. – Ч. 1. – С. 69–72.

32. Жукова, И. И. Проявление водной эрозии почв в центральной почвенно-эрозионной зоне Беларуси / И. И. Жукова // Международный аграрный журнал. – 1999. – № 7. – С. 25–28.

33. Жукова, И. И. Развитие эрозионных процессов на дерново-подзолистых пылевато-суглинистых почвах центральной провинции Беларуси при возделывании различных сельскохозяйственных культур: автореф. дис. … канд. с.-х. наук: 06.01.03 / Жукова Инна Ивановна; РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – Минск, 2001. – 18 с.

34. Запрудская, Т. А. К вопросу оптимизации использования земель сельскохозяйственных организаций Борисовского района / Т. А. Запрудская // Аграрная экономика. – 2018. – № 7. – С. 54–58.

35. Иванов, В. Д. Оценка почв: учеб. пособие / В. Д. Иванов, Е. В. Кузнецова. – Воронеж: ФГУ ВПО ВГАУ, 2004. – 287 с.

36. Ивасенко, А. Г. Зарубежный опыт оценки земли сельскохозяйственного назначения / А. Г. Ивасенко // Вестн. УГТУ – УПИ. – 2008. – № 4. – С. 80–85.

37. Инструкция по бухгалтерскому учету основных средств: утв. М-вом финансов Респ. Беларусь 30.04.2012 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – URL: http://www.pravo.by (дата обращения: 24.09.2019).

38. Исторические аспекты картографирования эродированных почв и создания почвенно-эрозионной карты Беларуси / Л. И. Шибут, Н. Н. Цыбулько, Т. Н. Азаренок, И. И. Жукова // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 1 (64). – С. 37–45.

39. К вопросу об оценке эколого-экономического ущерба от деградации почв органогенных почв Беларуси / Т. Н. Азаренок, О. В. Матыченкова, Д. В. Матыченков [и др.] // Плодородие почв и эффективное применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 22–25 июня 2021 г.: в 2 ч. / редкол.: В. В. Лапа [и др.]. – Мн.: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2021. – Ч. 1. – С. 12–17.

40. Кадастровая оценка земель: электрон. табл. данные и прогр. (180 Мб). – Мн.: ИЦЗем, 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

41. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств: методика, технология, практика / Г. М. Мороз, С. В. Дробыш, Т. Н. Зданович [и др.]; под ред. Г. М. Мороза и В. В. Лапа. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2017. – 208 с.

42. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель. Технология работ = Кадастравая ацэнка сельскагаспадарчых зямель. Тэхналогія работ: ТКП 302-2018 (33520). – Введ. 15.05.2018. – Мн.: Госкомимущество, 2018. – 104 с.

43. Карманов, И. И. Научные основы и методика расчета цен на почвы и земельные участки / И. И. Карманов // Вестн. с.-х. науки. – № 3. – 1989. – С. 3–9.

44. Карманов, И. И. Система оценки природно-антропогенных воздействий на изменение плодородия почв пахотных земель на основе почвенно-агроклиматического индекса / И. И. Карманов, Д. С. Булгаков, Е. А. Шишконакова // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. – 2013. – Вып. 72. – С. 65–83.

45. Кирюшин, В. И. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: метод. руководство / под ред. акад. РАСХН В. И. Кирюшина и акад. РАСХН А. Л. Иванова. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2005. –784 с.

46. Клебанович, Н. Г. Почвы Беларуси – наше богатство / Н. Г. Клебанович // Земля Беларуси. – 2015. – № 2. – С. 51–61.

47. Комплекс мероприятий по повышению плодородия и защите от деградации почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь на 2021–2025 годы / В. В. Лапа, Н. Н. Цыбулько, М. В. Рак [и др.]; под ред. В. В. Лапа и Н. Н. Цыбулько; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2021. – 148 с.

48. Константинов, Н. С. Экономический механизм повышения эффективности использования сельскохозяйственных земель: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Константинов Николай Сергеевич; БГСХА. – Горки, 2015. – 220 л.

49. Константинов, Н. С. Экономический механизм повышения эффективности использования сельскохозяйственных земель: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Константинов Николай Сергеевич; БГСХА. – Мн., 2014. – 29 с.

50. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: метод. указания / И. М. Богдевич, В. В. Лапа, В. В. Барашенко [и др.]; под ред. И. М. Богдевича. – Мн.: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2012. – 48 с.

51. Кузнецова, Е. В. Ущерб от эрозии на черноземных почвах / Е. В. Кузнецова // Почвы и их плодородие на рубеже столетий: материалы II съезда Бел. о-ва почвоведов, посвящ. 70-летию Бел. науч.-исслед. ин-та почвоведения и агрохимии, Минск, 25–29 июня 2001 г.: в 3 ч. / под ред. И. М. Богдевича [и др.]. – Мн., 2001. – Ч. 3. – С. 69–71.

52. Кухарик, Е. А. Особенности проявления современных водно-эрозионных процессов на территории центральной Беларуси / Е. А. Кухарик, А. В. Матвеев // Доклады Нац. акад. наук Беларуси. – 2022. – № 6. – С. 622–630.

53. Лапа, В. В. Перспективы повышения плодородия почв пахотных земель Беларуси (по материалам второго тура кадастровой оценки) / В. В. Лапа, Л. И. Шибут, Т. Н. Азаренок // Почвоведение и агрохимия. – 2018. – № 2 (61). – С.7–14.

54. Лепешев, А. А. Овражная эрозия в Беларуси / А. А. Лепешев, В. Б. Кадацкий, Е. В. Кучерова // Мелиорация. – 2013. – № 1 (69). – С. 80–85.

55. Макаров, О. А. Почему нужно оценивать почву? (состояние, качество, оценка, нормирование, управление, сертификация): монография / О. А. Макаров. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 259 с.

56. Макаров, О. А. Сколько должна стоить земля? (Экологический фактор в «справедливой стоимости» земель) / А. О. Макаров, Е. В. Цветнов, Я. Р. Ермияев // Земледелие. – 2017. – № 1. – С. 3–8.

57. Макаров, О. А. Эколого-экономическая оценка земель: методология и перспективы развития/ О. А. Макаров, Е. В. Цветнов, Я. Р. Ермияев // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2016. – № 4 (148). – С. 19–28.

58. Макаров, О. А. Экономическая оценка и сертификация почв и земель: учеб. пособие / О. А. Макаров, И. З. Каманина. – М.: Макс Пресс, 2008. – 237 с.

59. Матвеев, А. В. Рельеф Белоруссии / В. В. Матвеев, Б. Н. Гурский, Р. И. Левицкая. – Мн.: Изд-во Университетское, 1988. – 200 с.

60. Махмудова, А. Р. Эколого-экономическая оценка сельскохозяйственных земель и разработка методического подхода к анализу изменения их стоимости в процессе постагрогенной трансформации: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.13 / Махмудова Айгуль Ринатовна; Мос. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – М., 2012. – 25 с.

61. Медведева, О. Е. Методика стоимостной оценки ущерба, причиняемого загрязнением почв и земель, уничтожением и повреждением почвенного слоя, потерей почвенного плодородия / О. Е. Медведева, А. С. Яковлев // Использование и охрана природных ресурсов России: бюллетень. – 2015. – № 5. – С. 25–29.

62. Медведева, О. Е. Методика стоимостной оценки ущерба, причиняемого загрязнением почв и земель, уничтожением и повреждением почвенного слоя, потерей почвенного плодородия (продолжение) / О. Е. Медведева, А. С. Яковлев // Использование и охрана природных ресурсов России: бюллетень. – 2015. – № 6. – С. 24–29.

63. Медведева, О. Е. Методические рекомендации по оценке стоимости земли. Методические рекомендации по осуществлению оценки эколого-экономической эффективности проектов намечаемой хозяйственной деятельности / О. Е. Медведева. – М.: Союзэкспертиза, 2004. – 79 с.

64. Международные стандарты оценки. Восьмое издание. 2007 / пер. с англ. И. Л. Артеменкова, Г. И. Микерина, Н. В. Павлова, А. И. Артеменкова; под ред. Г. И. Микерина, И. Л. Артеменкова. – М.: Саморегулируемая общероссийская общественная организация «Российское общество оценщиков», 2008. – 422 с.

65. Методика крупномасштабного агрохимического и радиационного обследования почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И. М. Богдевич, В. В. Лапа, Н. Н. Цыбулько [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Мн.: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2020. – 48 с.

66. Методологические рекомендации по оценке земли по текущей рыночной стоимости. – М.: Росстат, 2015. – 191 с.

67. Молчанов, Э. Н. Отечественные подходы к оценке степени деградации почв и земель / Э. Н. Молчанов, И. Ю. Савин // Почвоведение. – 2015. – № 11. – С. 1394–1406.

68. Мониторинг земель. Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений, 2019 год. – URL: http://www.nsmos.by/uploads/archive/Sborniki/2019.pdf (дата обращения: 14.05.2020).

69. Мороз, Г. М. К вопросу определения кадастровой стоимости земельных участков сельскохозяйственного назначения / Г. М. Мороз // Земля Беларуси. – 2016. – № 3. – С. 17–22.

70. Мороз, Г. М. О содержании материалов оценки сельскохозяйственных земель и их использовании / Г. М. Мороз, С. В. Дробыш // Земля Беларуси. – 2016. – № 2. – С. 16–20.

71. Морфометрия склонов сельскохозяйственных земель Беларуси: практ. пособие / Н. Н. Цыбулько, А. М. Устинова, В. Б. Цырибко [и др.]; под общ. ред. Н. Н. Цыбулько; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2020. – 92 с.

72. Национальная система управления почвенного плодородия Республики Беларусь: текущее состояние и перспектива развития / В. В Лапа, А. В. Пилипук, Г. В. Гусаков, Я. Н. Бречко // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. Т. 59. – 2021. – № 3. – С. 292–303.

73. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года: одобр.: протокол заседания Президиума Совета Министров Респ. Беларусь от 2 мая 2017 г. № 10. – Мн., 2017. – 148 с.

74. Национальный план действий Республики Беларусь по предотвращению деградации земель (включая почвы) на 2016–2020 гг. – Мн.: Минприроды, 2016. – 56 с.

75. Нестеровский, Е. А. Кадастр земель зарубежных стран: учеб. пособие / Е. А. Нестеровский. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2007. – 288 с.

76. Новиков, А. Е. Методический подход к экономической оценке ущерба от деградации пахотных земель / А. Е. Новиков, Г. Б. Погрищук // Вестн. БГСХА. – 2016. – № 3. – С. 37–39.

77. О включении экосистемных услуг в систему оценки ущерба от деградации земель / Е. В. Цветнов, О. А. Макаров, А. С. Яковлев, Е. В. Бондаренко // Почвоведение. – 2016. – № 12. – С. 1534–1540.

78. О таксах для определения возмещения вреда, причиненного окружающей среде: Указ Президента Респ. Беларусь, 24 июня 2008 г., № 348 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2008. – № 1/9824.

79. Об утверждении временной методики определения размера экономического ущерба, причиненного загрязнением, деградацией и нарушением земель: приказ М-ва природ. ресурсов и охраны окруж. среды Респ. Беларусь от 20 мая 1997 г. № 112. – URL: http://kaznachey.com/doc/76y27C6KdnC/ (дата обращения: 21.02.2019).

80. Огородников, С. С. Оценка деградации почв при сравнении с эталонными значениями / С. С. Огородников // Плодородие почв и эффективное применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 22–25 июня 2021 г.: в 2 ч. / редкол.: В. В. Лапа [и др.]. – Мн.: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2021. – Ч. 1. – С. 152–155.

81. Огородников, С. С. Оценка деградации почв с применением геоинформационных технологий на примере совхоза «Тихий Дон» Куркинского района Тульской области / С. С. Огородников // Материалы по изучению русских почв. – 2017. – № 9 (36). – С. 233–236.

82. Околелова, А. А. Экологические принципы сохранения почвенного покрова: монография / А. А. Околелова, О. С. Безуглова, Г. С. Егорова. – Волгоград: ВолгГТУ, 2006. – 96 с.

83. Оптимизация структуры посевных площадей, организация и ведение контурных почвенно-экологических севооборотов в условиях специализации сельского хозяйства. Методические рекомендации / РУП «Институт почвоведения и агрохимии»; под общ. ред. П. И. Никончика. – Минск, 2011. – 68 с.

84. Опыт разработки методики расчетов индексов ценности земель сельскохозяйственного назначения на почвенно-экологической основе / И. И. Карманов [и др.] // Оценка и учет почвенных ресурсов: сб. науч. тр. / Ин-т почвоведения, МГУ, РАН. – М., 2003. – Вып. 3. – С. 62–96.

85. Опыт эколого-экономической оценки деградации земель агрохозяйств, расположенных в различных субъектах Российской федерации / О. А. Макаров, А. С. Строков, Е. В. Цветнов [и др.] // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2022. – № 2 (170). – С. 116–120.

86. Опыт эколого-экономической оценки и мониторинга деградации почв и земель субъекта российской федерации (на примере Калининградской области) / О. А. Макаров, В. С. Красильникова, Н. А. Марахова, Д. Р. Абдулханова // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2021. – № 4 (168). – С. 22–27.

87. Опыт экономической оценки почв / О. А. Макаров, Е. В. Цветнов, А. С. Строков [и др.] // Агрохимический вестник. – 2019. – № 4. – С. 3–7.

88. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отрасл. регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разраб. В. Г. Гусаков [и др.]. – Мн.: Бел. наука, 2005. – 460 с.

89. Основные мероприятия по повышению плодородия почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь на 2021–2025 годы / В. В. Лапа, Н. Н. Цыбулько, М. В. Рак [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 2 (65). – С. 7–25.

90. Особенности правового режима, оценки и картографирования сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения: монография / О. С. Гаргарина, А. А. Гаргарина, Г. С. Цытрон [и др.]; под общ. ред. С. Н. Кириленко. – Горки: БГСХА, 2018. – 188 с.

91. Охрана окружающей среды и природопользование. Земли. Правила и порядок определения загрязнения земель (включая почвы) химическими веществами = Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Землі. Правілы і парадак вызначэння забруджвання зямель (уключаючы глебы) хімічнымі рэчывамі: ТКП 17.03-02-2010 (02120). – Введ. 19.10.2010. – Мн.: Минприроды, 2010. – 19 с.

92. Охрана окружающей среды и природопользование. Порядок проведения работ по стоимостной оценке экосистемных услуг и определения стоимостной ценности биологического разнообразия = Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Парадак правядзення работ па вартаснай ацэнцы экосистемных паслуг і вызначэння вартаснай каштоўнасці біялагічнай разнастайнасці: ТКП 17.02-10-2013 (02120). – Введ. 01.06.2013. – Мн.: БелНИЦ Экология, 2013. – 23 с.

93. Оценка земель: науч. изд. / В. И. Савич, В. Г. Сычев, Л. Л. Шишов [и др.] // Всерос. НИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, РГАУ – МСХА им. Тимирязева. – М., 2010. – 447 с.

94. Оценка плодородия почв Белоруссии / Н. И. Смеян, В. С. Зинченко, И. М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. Н. И. Смеяна. – Мн.: Ураджай, 1989. – 359 с.

95. Оценка стоимости объектов гражданских прав. Оценка стоимости земельных участков = Ацэнка вартасці аб'ектаў грамадзянскіх праў. Ацэнка вартасці зямельных участкаў: ТКП 52.02.07-2018. – Введ. 26.02.2018. – Мн.: Госкомимущество, 2018. – 24 с.

96. Оценка стоимости объектов гражданских прав. Термины и определения = Ацэнка вартасці аб'ектаў грамадзянскіх праў. Тэрміны і азначэнні: СТБ 52.0.02-2017. – Введ. 04.03.2017. – Мн., 2017. – 83 с.

97. Оценка ущерба от деградации почв и земель субъектов Российской Федерации / О. А. Макаров, А. С. Строков, Е. В. Цветнов [и др.] // Земледелие. – 2020. – № 6. – С. 3–6.

98. Оценка эколого-экономического ущерба от нарушения земель / В. В. Гарманов, В. Л. Богданов, Ю. В. Рябов [и др.] // Вестн. СПбГУ. – Сер. 7. – 2015. – Вып. 4. – С. 136–144.

99. Показатели кадастровой оценки земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств / под ред. Г. И. Кузнецова, Г. М. Мороза, Г. С. Цытрон [и др.]. – Мн.: УП «Проектный институт Белгипрозем», 2010. – 128 с.

100. Полевое исследование и картографирование почв БССР: метод. указания / БелНИИ почвоведения и агрохимии, Западное региональное отделение ВАСХНИЛ, Бел. науч.-исслед. ин-т почвоведения и агрохимии, Респ. проектный ин-т по землеустройству «Белгипрозем»; под ред. Н. И. Смеяна,Т. Н. Пучкаревой, Г. А. Ржеутской. – Мн.: Ураджай, 1990. – 221 с.

101. Потери гумуса и макроэлементов, вызываемые водной эрозией, из дерново-палево-подзолистых почв Белоруссии / В. В. Жилко, И. И. Жукова, А. Ф. Черныш [и др.] // Агрохимия. – 1999. – № 10. – С. 41–46.

102. Почвоведение с основами геологии: учеб. пособие / А. И. Горбылева, Д. М. Андреева, В. Б. Воробьев, Е. И. Петровский; под ред. А. И. Горбылевой. – Мн.: Новое знание, 2002. – 480 с.

103. Почвы Республики Беларусь: монография / В. В. Лапа, Т. Н. Азаренок, С. В. Шульгина; под ред. В. В. Лапы. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2019. – 632 с.

104. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. пособие / Г. И. Кузнецов, Н. И. Смеян, Г. С. Цытрон [и др.] / под ред. Г. И. Кузнецова, Н. И. Смеяна. – Мн.: Оргстрой, 2001. – 432 с.

105. Почвы. Методы определения органического вещества = Soils. Methods for determination of organic matter: ГОСТ 26213-91. – Введ. 29.12.91. – М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. – 8 с.

106. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО = Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by Kirsanov method modified by CINAO: ГОСТ 26207-91. – Введ. 29.12.91. – М.: Комитет по стандартизации и метрологии СССР, 1991. – 7 с.

107. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО = Soils. Preparation of salt extract and determination of its pH by CINAO method: ГОСТ 26483-85. – Введ. 26.03.85. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1985. – 6 с.

108. Предельно допустимый и потенциально возможный смыв дерново-подзолистых суглинистых почв Беларуси / А. Ф. Черныш, Л. А. Тишук, И. И. Жукова, А. В. Юхновец // Почвенные исследования и применение удобрений. – Мн., 1999. – Вып. 25. – С. 31–41.

109. Пригодность почв Республики Беларусь для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур: рекомендации / В. В. Лапа, Г. С. Цытрон, Л. И. Шибут [и др.]. – Мн.: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 64 с.

110. Проектирование противоэрозионных комплексов и использование эрозионноопасных земель в разных ландшафтных зонах Беларуси: рекомендации / РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси»; под общ. ред. А. Ф. Черныша. – Мн., 2005. – 52 с.

111. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь // Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. – URL: http://gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr/ (дата обращения: 30.01.2022).

112. Реймерс, Н. Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

113. Рекомендации по формированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия в северной, центральной и южной почвенно-экологических провинциях Беларуси на основе оценки почвенно-энергетического потенциала пахотных земель / Т. Н. Азаренок, Л. И. Шибут, Г. С. Цытрон [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Мн.: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2020. – 60 с.

114. Северцов, В. В. Геоинформационная система характеристики почвенного покрова агроландшафтов отдельных землепользований: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.03 / В. В. Северцов; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Мн., 2015. – 20 с.

115. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / И. В. Медведева, И. С. Кангро, Ж. Н. Василевская [и др.]; Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Мн., 2018. – 235 с.

116. Система национальных счетов 2008. – Нью-Йорк: Изд-во ООН, 2012. – 764 с.

117. Система нормативных показателей для прогноза и оценки эколого-экономических потерь в результате эрозионных процессов / А. М. Устинова, В. Б. Цырибко, И. А. Логачев [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2023. – № 1 (70). – С. 7–16.

118. Смеян, И. Н. Методические указания по почвенно-геоботаническим и агрохимическим крупномасштабным исследованиям в БССР / Н. И. Смеян, И. Н. Соловей; под ред. Н. И. Смеяна. – Мн.: Ураджай, 1973. – 299 с.

119. Смеян, Н. И. Методические подходы оптимизации землепользования в холмисто-моренных озерных ландшафтах Поозерья / Н. И. Смеян, А. Ф. Черныш. // Почвенные исследования и применение удобрений. – 2001. – Вып. 26. – С. 33–44.

120. Смеян, Н. И. Почвы и структура посевных площадей: монография / Н. И. Смеян. – Мн.: Ураджай, 1990. – 150 с.

121. Смеян, Н. И. Пригодность почв БССР под основные сельскохозяйственные культуры / Н. И. Смеян. – Мн.: Ураджай, 1980. – 175 с.

122. Смеян, Н. И. Учет эродированности почв при кадастровой оценке земель в Беларуси / Н. И. Смеян, Л. И. Шибут, А. Ф. Черныш // Теоретические и прикладные вопросы изучения и использования почвенно-земельных ресурсов: тезисы Междунар. науч.-практ. конф. посвящ. 70-летию кафедры почвоведения БГУ, Минск, 16–20 сент. 2003 г.; редкол.: В. С. Аношко (отв. ред.) [и др.]. – Мн.: ИЦ БГУ, 2003. – С. 190–193.

123. Современное состояние агрофизических свойств почв Белорусского Поозерья / А. Ф. Черныш, А. М. Устинова, В. Б. Цырибко, И. И. Касьяненко. – Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 2 (53). – С. 19–28.

124. Соловцов, Н. И. Уточненная методика определения экономического ущерба, причиненного загрязнением, деградацией и нарушением земель / Н. И. Соловцов, М. В. Синельников, Ю. М. Соловцова // Проблемы экономики. – Мн., 2007. – Вып. 5. – С. 171–179.

125. «Справедливая» экономика землепользования: учеб. пособие / С. А. Шоба, О. А. Макаров, Е. В. Цветнов [и др.]; под ред. С. А. Шобы, О. А. Макарова. – М.: Макс Пресс, 2018. – 196 с.

126. Сравнительный анализ оценки деградации почв и земель регионов Российской Федерации при помощи различных методов / О. А. Макаров [и др.] // Плодородие почв и эффективное применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 22–25 июня 2021 г.: в 2 ч. / редкол.: В. В. Лапа [и др.]. – Мн.: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2021. – Ч. 1. – С. 124–129.

127. Стратегия в области охраны окружающей среды Республики Беларусь на период до 2025 года: решение коллегии М-ва природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 28 янв. 2011 г. № 8–Р. – Мн., 2011. – 19 с.

128. Стратегия по реализации Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьезную засуху и/или опустынивание, особенно в Африке: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 29 апр. 2015 г. № 361. – Б. м.: б. и., 2015. – 55 с.

129. Типовые ресурсосберегающие и почвозащитные системы севооборотов и структуры посевных площадей, адаптированные к районам проявления эрозии и избыточного увлажнения почв на основе агроэкологической оценки земель / Н. Н. Цыбулько, Т. Н. Азаренок, Л. И. Шибут [и др.] // Нац. акад. наук Беларуси, Институт почвоведения и агрохимии. – Мн.: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2020. – 20 с.

130. Типы сельскохозяйственных земель Белорусской гряды как основа формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия / А. Ф. Черныш, Ю. П. Качков, Е. Е. Давыдик, А. М. Устинова // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 2. – С. 18–31.

131. Тишкович, О. В. Влияние агрохимических показателей почвы на ее эколого-экономическую оценку / О. В. Тишкович // Новости науки в АПК. – 2021. – № 1. – С. 106–108.

132. Тишкович, О. В. Использование эколого-экономической оценки земель при организации территории хозяйства / О. В. Тишкович // Плодородие почв – основа продовольственной безопасности государства: материалы VI съезда Бел. о-ва почвоведов и агрохимиков, Минск, 21 июля 2022 г. / Ин-т почвоведения и агрохимии, Бел. о-во почвоведов и агрохимиков; редкол.: Ю. К. Шашко [и др.]. – Мн.: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2022. – С. 290–293.

133. Тишкович, О. В. Понятия «земля» и «почва» при эколого-экономической оценке земель АПК / О. В. Тишкович // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрения: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 18–20 дек. 2018 г. / БГСХА; редкол.: Т. Ф. Персикова (отв. ред.) [и др.]. – Горки, 2019. – С. 202–203.

134. Тишкович, О. В. Потеря продуктивности (урожайности) культур на разной степени эродированных почвах / О. В. Тишкович // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф., Барнаул, 9–10 февр. 2022 г. / Алтайский ГАУ; РИО Алтайского ГАУ. – Барнаул, 2022. – С. 429–430.

135. Тишкович, О. В. Результаты эколого-экономической оценки почв и земель как один из механизмов совершенствования мероприятий по эффективному использованию сельскохозяйственных земель / О. В. Тишкович // Вестн. БГСХА. – 2020. – № 2. – С. 153–156.

136. Тишкович, О. В. Теоретические основы и проблемы эколого-экономической оценки земель сельскохозяйственного назначения Республики Беларусь / О. В. Тишкович // Вестн. БГСХА. – 2018. – № 2. – С. 9–14.

137. Тишкович, О. В. Теоретические основы эколого-экономической оценки земель сельскохозяйственного назначения республики Беларусь. Обзор / О. В. Тишкович // Агроэкологические и экономические аспекты применения средств химизации в условиях биологизации и экологизации сельскохозяйственного производства: материалы 52-й Междунар. науч. конф. молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, посвящ. 200-летию со дня рождения проф. Я. А. Линовского, Москва, 24–25 окт. 2018 г. / ВНИИА; под ред. акад. РАН В. Г. Сычева. – М., 2018. – С. 272–274.

138. Тишкович, О. В. Эколого-экономическая оценка деградации земель на примере РУП «Учебно-опытное хозяйство БГСХА» / О. В. Тишкович // Вестн. БГСХА. – 2018. – № 4. – С. 119–122.

139. Тишкович, О. В. Эколого-экономическая оценка ущерба от водной эрозии почв сельскохозяйственных земель административных районов Беларуси / О. В. Тишкович, В. М. Яцухно // Вестн. БГСХА. – 2020. – № 3. – С. 212–216.

140. Тишкович, О. В. Эколого-экономическая оценка ущерба почв пахотных земель Горецкого района Могилевской области от водной эрозии / О. В. Тишкович // Почвоведение в прошлом, в настоящем и будущем: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Баку, 5–6 дек. 2022 г. / MSV NƏŞR mətbəəsində çap olunmuşdur, Bakı. – Баку, 2023. – С. 273–275.

141. Трансфармацыя дзярнова-падзолістых глебаў схілавых сельскагаспадарчых зямель Мінскага ўзвышша / В. Б. Цырыбка, І. А. Лагачоў, Г. М. Усцінава, А. Я. Яротаў // Почвоведение и агрохимия. – 2022. – № 2 (69). – С. 17–29.

142. Унукович, А. В. Экологические аспекты использования и охраны сельскохозяйственных земель / А. В. Унукович // Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса Беларуси: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 150-летию подготовки кадров по специальности «Экономика», Горки, 11–12 сент. 2008 г.: в 3 ч. / Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси; под ред. А. М. Кагана [и др.]. – Мн., 2009. – Ч. 1. – С. 242–245.

143. Устойчивое управление почвенными ресурсами в Евразийском регионе / ФАО ООН. – Рим, 2021. – 140 с.

144. Ущерб от природно-техногенных воздействий и его влияние на оценку качества и стоимости земель сельских и лесных угодий / Д. С. Булгаков, И. И. Карманов, В. А. Рожков [и др.] // Теоретические и прикладные вопросы изучения и использования почвенно-земельных ресурсов: тез. докладов Междунар. науч.-практ. конф. – Мн., 2003. – С. 8–11.

145. Цветнов, Е. В. Некоторые подходы к эколого-экономической оценке земель сельскохозяйственного назначения / Е. В. Цветнов, А. И. Щеглов, О. Б. Цветнова // Вестн. МГУ им. М. В. Ломоносова. Сер. 17. Почвоведение. – 2007. – № 3. – С. 1–9.

146. Цветнов, Е. В. Опыт эколого-экономической оценки сельскохозяйственных земель УОПЭЦ «Чашниково» на принципах генетического почвоведения / Е. В. Цветнов, А. Р. Махмудова, Т. Ю. Ульянова // Вестн. МГУ им. М. В. Ломоносова. Сер. 17. Почвоведение. – 2009. – № 2. – С. 16–21.

147. Цветнов, Е. В. Эколого-экономический функциональный подход к оценке стоимости сельскохозяйственных земель в условиях химического и радиоактивного загрязнения / Е. В. Цветнов, А. И. Щеглов, О. Б. Цветнов // Почвоведение. – 2009. – № 3. – С. 364–372.

148. Цыбулько, Н. Н. Водная эрозия почв сельскохозяйственных земель Беларуси / Н. Н. Цыбулько // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2022. – № 3. – С. 102–109.

149. Цыбулько, Н. Н. Потери органического вещества и элементов питания при водной эрозии почв на склоновых землях / Н. Н. Цыбулько, И. И. Жукова, А. В. Юхновец // Экология. – 2022. – № 1. – С. 84–93.

150. Цыбулько, Н. Н. Производительная способность почв, в разной степени подверженных эрозионной деградации / Н. Н. Цыбулько // Аграрная экономика. – 2018. – № 8. – С. 31–37.

151. Цырибко, В. Б. Агрофизические свойства почв, сформированных на различных почвообразующих породах, и их оптимальные параметры: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.03 / Цырибко Виктор Борисович; РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – Мн., 2017. – 23 с.

152. Цырибко, В. Б. Определение оптимальных параметров агрофизических свойств почв и оценка современного состояния на их основе / В. Б. Цырибко // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 1 (56). – С. 36–44.

153. Цытрон, Г. С. Совершенствование системы поправочных коэффициентов для оценки земель в Беларуси / Г. С. Цытрон, Л. И. Шибут // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 2 (47). – С. 22–30.

154. Цытрон, Г. С. Устойчивость гранулометрического состава дерново-подзолистых почв Беларуси к антропогенным воздействиям / Г. С. Цытрон, С. В. Шульгина, О. В. Матыченкова // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – № 2. – 2014. – С. 69–74.

155. Чеботарев, В. П. Виды и факторы проявления эрозионных процессов / В. П. Чеботарев, Н. Ю. Мельникова // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 26–27 нояб. 2020 г.; редкол.: Н. Г. Серебрякова [и др.]. – Мн.: БГАТУ, 2020. – С. 114–117.

156. Черныш, А. Ф. Методические указания по проектированию почвозащитной системы земледелия с контурно-мелиоративной организацией территории в разных ландшафтных зонах Республики Беларусь / А. Ф. Черныш. – Минск, 1997. – 43 с.

157. Черныш, А. Ф. Новые подходы к количественной оценке эрозионной деградации почв / А. Ф. Черныш, В. Т. Сергеенко, А. Г. Кондаурова // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – № 1 (48). – С. 7–18.

158. Черныш, А. Ф. Почвенные ресурсы и их рациональное использование / А. Ф. Черныш, А. Н. Червань, Ю. П. Качков // Почвоведение и агрохимия. – Мн., 2013. – № 1 (50). – С. 26–41.

159. Черныш, А. Ф. Принципы экологического нормирования допустимой антропогенной нагрузки на почвенный покров агроландшафтов Беларуси / А. Ф. Черныш, А. Н. Червань, Ю. П. Качков // Почвоведение и агрохимия. – № 1 (50). – 2013. – С. 26–41.

160. Черныш, А. Ф. Современные почвенно-эрозионные процессы в Беларуси // А. Ф. Черныш, А. М. Устинова, А. В. Юхновец // Эрозионные и русловые процессы: сб. тр. – М., 2015. – Вып. 6. – С. 27–46.

161. Черныш, А. Ф. Сравнительная оценка агрофизических, микроморфологических свойств и минералогического состава, отражающих степень устойчивости дерново-подзолистых почв на лессовидных и моренных суглинках к эрозионной деградации / А. Ф. Черныш, В. Т. Сергеенко, В. Б. Цырибко // Почвоведение и агрохимия. – № 1 (52). – 2014. – С. 32–40.

162. Черныш, А. Ф. Сравнительная оценка факторов формирования водно-эрозионных процессов в Центральной и Северной почвенно-эрозионных зонах / А. Ф. Черныш, А. Э. Дубовик // Вестн. БГУ. – № 1. – 2005. – С. 59–64.

163. Черныш, А. Ф. Экологически безопасное использование эрозионно-опасных земель / А. Ф. Черныш, В. А. Горкунов, А. Э. Дубовик // Почвенные исследования и применение удобрений. – 2004. – Вып. 28. – С. 34–50.

164. Шибут, Л. И. Совершенствование шкалы оценочных баллов для очередного тура кадастровой оценки земель в Беларуси / Л. И. Шибут, Г. С. Цытрон // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 2 (41). – С. 17–24.

165. Шульгина, С. В. Оценка степени устойчивости дерново-подзолистых почв Беларуси к антропогенным воздействиям / С. В. Шульгина, Г. С. Цытрон, Л. И. Шибут, В. А. Калюк // Почвоведение и агрохимия. – 2013. – № 2 (51). – С. 43–45.

166. Экологические и экономические показатели устойчивого землепользования / устойчивого управления земельными ресурсами / О. А. Макаров, М. С. Кузнецов, Д. В. Карпова [и др.] // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2023. – № 1. – С. 84–92.

167. Экологическое нормирование и управление качеством почв и земель: монография / А. Г. Барсегян, В. М. Гендугов, Г. П. Глазунов [и др.]; под ред. С. А. Шобы, А. С. Яковлева, Н. Г. Рыбальского. – М.: НИА-Природа, 2013. – 310 с.

168. Экологическое нормирование качества почв как основа для оценки их деградации / О. А. Макаров, А. С. Яковлев, П. В. Красильников, Е. В. Бондаренко // Проблемы агрохимии и экологии. – 2014. – № 4. – С. 40–44.

169. Эколого-экономическая оценка деградации земель и разработка территориально-организационных мероприятий по их улучшению и охране: отчет о НИР / БГУ; рук. В. М. Яцухно; исполн.: С. С. Бачила, Е. Е. Давыдик, Д. С. Воробьев, Г. М. Мороз, А. С. Помелов, Е. С. Ольшевская, О. В. Тишкович. – Мн., 2016. – 51 с. – № ГР 20161271.

170. Эколого-экономическая оценка деградации земель и разработка территориально-организационных мероприятий по их улучшению и охране: отчет о НИР: БГУ; рук. В. М. Яцухно; исполн.: С. С. Бачила Е. Е. Давыдик, Г. М. Мороз, А. С. Помелов, О. В. Тишкович. – Мн., 2017. – 74 с. – № ГР 20161271.

171. Эколого-экономическая оценка деградации земель и разработка территориально-организационных мероприятий по их улучшению и охране: отчет о НИР (закл.) / БГУ; рук. В. М. Яцухно; исполн.: С. С. Бачила Е. Е. Давыдик, Д. С. Воробьев, Г. М. Мороз, А. С. Помелов, О. В. Тишкович. – Мн., 2018. – 70 с. – № ГР 20161271.

172. Эколого-экономические аспекты землепользования: учеб.-метод. пособие / В. В. Шумак, С. В. Галковский, Т. Б. Рошка [и др.]. – Пинск: ПолесГУ, 2012. – 64 с.

173. Эколого-экономические нормативы эффективного использования разнокачественных земель сельскохозяйственного назначения / Нац. акад. наук Беларуси, ГНУ «Ин-т аграр. экон. НАН Беларуси». – Мн., 2003. – 72 с.

174. Экономическая оценка деградации земель и экосистемные услуги почв / О. А. Макаров, А. С. Яковлев, Е. В. Цветнов [и др.] // Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны: тез. докл. VII съезда О-ва почвоведов им. В. В. Докучаева и Всерос. с междунар. участием науч. конф., Белгород, 15–22 авг. 2016 г. / Белгород: ИД «Белгород», 2016. – С. 43–44.

175. Экономическая оценка почв: существующий опыт и перспективы научного направления / О. А. Макаров, А. С. Яковлев, Е. В. Цветнов [и др.] // АПК: экономика, управление. – 2017. – № 7. – С. 59–66.

176. Эрозионная деградация почв Беларуси / Н. Н. Цыбулько, А. М. Устинова, А. Н. Червань [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2018. – Приложение к № 2. – С. 19–26.

177. Юрлова, В. А. Принципы и методы системы эколого-экономической оценки сельскохозяйственных земель / В. А. Юрлова // Вестн. СГГА. – 2014. – Вып. 3 (27). – С. 164–172.

178. Юрлова, В. А. Эколого-экономическая оценка сельскохозяйственных земель Новосибирской области на основе нормативов возмещения ущерба от деградации почв и земель / В. А. Юрлова // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2014. – № 1. – Т. 3. – С. 304–309.

179. Яковлев, А. С. Научные и правовые предпосылки использования понятий «почва» и «земля» в природоохранной практике / А. С. Яковлев, А. П Сизов // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2012. – № 4 (124). – С. 22–27.

180. Якушко, О. Ф. Геоморфология Беларуси: учеб. пособие / О. Ф. Якушко, Л. В. Марьина, Ю. Н. Емельянов. – Мн.: БГУ, 1999. – 173 с.

181. Яцухно, В. М. Агроресурсный потенциал административных районов Беларуси: оценка состояния и современное использование / В. М. Яцухно // Вестник БГУ, Сер. 2. – 2016. – № 3. – С. 144–148.

182. Яцухно, В. М. Значение и повышение роли почв при эколого-экономической оценке земель АПК / В. М. Яцухно, С. С. Бачила, О. В. Тишкович // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрения: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 18–20 дек. 2018 г. / БГСХА; редкол.: Т. Ф. Персикова (отв. ред.) [и др.]. – Горки, 2019. – С. 206–208.

183. Яцухно, В. М. К вопросу проведения эколого-экономической оценки земель / почв в соответствии с международными стандартами статистического учета / В. М. Яцухно // Повышение плодородия почв и применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14 февр. 2019 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т почвоведения и агрохимии; редкол.: В. В. Лапа [и др.]. – Мн.: ИВЦ Минфина. – С. 151–153.

184. Яцухно, В. М. О самостоятельности и взаимоподчиненности понятий «земля» и «почва» при эколого-экономической оценочной деятельности / В. М. Яцухно, О. В. Тишкович // Вестн. БГСХА. – 2019. – № 2. – С. 201–205.

185. Яцухно, В. М. От изучения свойств и функций земель и почв к оценке их экосистемных услуг: обзор / В. М. Яцухно, Е. В. Цветнов // Журнал БГУ. Георгафия. Геология. – 2019. – № 2. – С. 3–14.

186. Яцухно, В. М. Эколого-экономическая оценка деградации земель / почв: методические подходы, практическое применение результатов / В. М. Яцухно, Е. Е. Давыдик, О. В. Тишкович // Почвы и земельные ресурсы: современное состояние, проблемы рационального использования, геоинформационное картографирование: материалы Междунар.

науч.-практ. конф., Минск, 20–23 сент. 2018 г. / Бел. гос. ун-т; редкол.: Д. М. Курлович (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 2018. – С. 24–29.

187. Яцухно, В. М. Эколого-экономическое обоснование противоэрозионной территориальной организации агроландшафтов / В. М. Яцухно, А. Н. Червань, О. В. Тишкович // Природопользование. – 2022. – № 2. – С. 171–177.

188. Яцухно, В. М. Экосистемные услуги земель / почв: особенности, значение, перспективы использования / В. М. Яцухно, Г. Д. Дудко, О. В. Тишкович // Земля Беларуси. – 2018. – № 1. – С. 35–39.

189. A framework for land evaluation: FAO Soils bulletin 32 / Soil resources development and conservation service land and water development division. FAO UN. – Rome, 1976. – URL: https://www.fao.org/3/x5310e/x5310e00.htm#Contents (date of access: 10.09.2019).

190. Adhikari, K. Linking soils to ecosystem services – A global review / K. Adhikari, A. Hartmink // Geoderma. A. – 2016. – № 262. – P. 101–111.

191. Barbier, E. B. Capitalizing on nature: Ecosystems as natural assets / E. B. Barbier // Cambridge and New York. – Cambridge University Press, 2011. – 321 p.

192. Bartkowski, B. Institutional Economics of Agricultural Soil Ecosystem Services / B. Bartkowski, B. Hansjurgens, S. Bartke // Sustainability. A. – 2018. – № 10. – P. 1–14.

193. Bavaye, Ph. Soil «Ecosystem» Services and Natural Capital: Critical Appraisal of Research on Uncertain Ground Review / Ph. Bavaye, J. Bavaye, J. Gowdy // Frontiers in Environmental Science. A. – 2016. – Vol. 4. – P. 1–49.

194. Borrelli, D. A. Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015–2070) / D. A. Borrelli, P. Robinson, P. Panagos // Proceeding of the National Academy of Science (USA). A. – 2020. – Vol. 117. – P. 2194–2201.

195. De Groot, R. S. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem function, goods and services / R. S. De Groot, M. A. Wilson, R. M. Baumans // Ecological Economics. A – 2007. – Vol. 41. – P. 393–408.

196. Dominati, E. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils / E. Dominati, M. Patterson, A. Maskay // Ecological Economics. A. – 2010. – Vol. 69. – P. 1858–1868.

197. Dominati, E. Natural capital and ecosystem services of soil / E. Dominati // Maanaki Whenua Press. A. – 2013. – P. 132–142.

198. Economics of Ecosystems and Biodiversity for local Policy Makers and Administration / P. Brink [et al.]. – Welzel: Hardt, 2009. – 112 p.

199. Görlach, B. Assessing the Economic Impacts of Soil Degradation. (Literature Review) / B. Görlach, R. Landgrebe-Trinkunaite, E. Interwics // Ecologic. A. – 2004. – Vol. 1. – 61 p.

200. Harveg, C. Environmental and Economic Cost of Soil Erosion and Conservation Benefits / C. Harveg, I. Resosudarmo // Sceince. A. – 1995. – Vol. 267. – P. 1117–1123.

201. Mapping and assessment of ecosystem and their services. Soil ecosystems / S. Meulen [et al.]. – European Commission, DG Environment, Luxemburg, 2018. – 139 p.

202. Millennium Ecosystem Assessment:Ecosystem and Human Well-being / M. Finlayson [et al.]. – World Resources Institute: Washington, DC, 2005. – 919 p.

203. Nehring, R. Land Quality in an International Comparison: It's Importance in Measuring Productivity / R. Nehring, V. E. Ball, V. Breneman // EAAE: European Association of Agricultural Economists. A. – 2010. – URL: http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/24910/1/cp02ne 95.pdf (date of access: 08.12.2018).

204. Nkonya, E. Economics of land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Developments / E. Nkonya, A. Mizzabaev, von Braun Y. (editors). – Springer London: New-York, 2016. – 685 p.

205. Örvar, J. Classification and valuation of soil ecosystem services. / J. Örvar, G. Jonsson, B. Davidsdottir // Agricultural Systems. A. – 2016. – Vol. 145. – P. 24–38.

206. Panagos, P. Projections of soil loss by water erosion in Europe by 2050 / P. Panagos, C. Ballabio, M. Himics // Environmental Science and Policy. A. – 2021. – Vol. 124. – P. 380–392.

207. Panagos, P. A soil erosion indicator for supporting agricultural, environmental and climate policies in European Union / P. Panagos, C. Ballabio, J. Polsen // Remont Sensing. A. – 2020. – № 12 (9). – P. 1–16.

208. Plantinga, J. Agricultural Land Values and the Value of Rights to Future Land Development / J. Plantinga, D. Miller // Land Economics. A. – 2001. – № 1. – P. 56–67.

209. Robinson, D. On the natural capital and ecosystem services of soils / D. Robinson // Ecological Economics. A. – 2010. – Vol. 70. – P. 137–148.

210. Saaty, T. L. The Analytic Hierarchy Process / T. L. Saaty. – McGraw-Hill, New York, 1980. – 287 p.

211. SEEA Technical Note: Land Accounting, UN. – № 9. – 2016. – 31 p.

212. Soil Ecology and Ecosystem Services / D. H. Wall [et al.] // Oxford University Press, UK. A. – 2012. – 424 p.

213. Status of world's soil resources. FAO UN. – Roma (Italy), 2015. – 650 p.

214. System of Environmental-Economic Accounting. Central Framework – 2012. – New York, 2012. – 269 p.

215. The ecological economics of land degradation: impacts on ecosystem services values / P. C. Sutton [et al.] // Ecological Economics. A. – 2016. – Vol. 129. – P. 182–192.

216. The role of soil in ecosystem processes // Status World's Soil Resources. FAO. – Rome, Italy. – 2015. – P. 13–30.

217. The value of land: prosperous land and positive rewards through sustainable land management. – Bonn (Germany), 2015. – 165 p.

218. UN Economic and Soil Conncil. Measuring Natural Assets in the Netherland. – New York, 2010. – 54 p.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ…… 3
ВВЕДЕНИЕ…….. 4
1. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ: СУЩНОСТЬ, СОДЕРЖАНИЕ, НАЗНАЧЕНИЕ…… 6
1.1. Анализ отечественного и зарубежного опыта эколого-экономической оценки почв и земель…….. 6
1.2. Исследования почв, подверженных водно-эрозионным процессам, в Республике Беларусь……..…… 25
2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ…….. 34
2.1. Агроклиматические и почвенные условия Горецкого района……..…..… 34
2.2. Объект исследования и его характеристика…… 36
3. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА, НАНЕСЕННОГО ПОЧВАМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В РЕЗУЛЬТАТЕ РАЗВИТИЯ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ……..…… 46
3.1. Методика оценки эколого-экономического ущерба, нанесенного почвам процессами водной эрозии……. 46
3.2. Определение стоимости ущерба при проявлении водной эрозии почв аграрного землепользования (на примере РУП «Учхоз БГСХА»)……..….. 54
3.3. Определение стоимости ущерба при проявлении водной эрозии почв аграрного землепользования Горецкого района……..… 58
4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УЩЕРБА ПОЧВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИИ И ЭФФЕКТИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ……..…..... 62
4.1. Совершенствование мероприятий по эффективному использованию сельскохозяйственных земель с учетом результатов эколого-экономической оценки ущерба почв…… 62
4.2. Использование результатов эколого-экономической оценки ущерба почв при подготовке почвозащитных проектов в аграрном секторе……..…... 70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ……..…… 74
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК……..…….. 75

Научное издание

Тишкович Олеся Владимировна
Яцухно Валентин Минович

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ И ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Монография

Редактор *О. Н. Минакова*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 08.10.2026. Формат 60×84 $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 5,35. Уч.-изд. л. 4,91.
Тираж 100 экз. Заказ .

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.