

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ФАКУЛЬТЕТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

На правах рукописи

Куделин Владислав Николаевич

**Эколого-экономическая оценка последствий от деградации
почв и изменения климата для сельского хозяйства региона
Черноземья (на примере Липецкой области)**

1.5.15 – Экология (биологические науки)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Научный руководитель:

доктор биологических наук

Макаров Олег Анатольевич

Москва – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 ОБЗОР НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ И НОРМАТИВНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ В ОБЛАСТИ ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ, ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ	13
1.1 Виды и типы деградации почв и земель, основные понятия.....	13
1.2 Существующие методы оценки ущерба/вреда от деградации, загрязнения, захламления почв и земель.....	15
1.3 Существующие методы оценки экосистемных услуг: общие представления, классификации и их экономическая интерпретация.....	19
1.3.1 Классификация экосистемных услуг	22
1.3.2 Примеры экономической интерпретации для эколого-экономических исследований	24
1.4 Предпосылки к разработке методологии управления устойчивым развитием в сельском хозяйстве.....	28
1.5 Экономическая оценка действия и бездействия по отношению к деградированным почвам (Й. фон Брауна)	30
1.6 Обзор существующих эконометрических моделей, описывающих развитие сельскохозяйственного производства.....	31
1.7 Нейтральный баланс деградации земель (НБДЗ)	36
ГЛАВА 2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	43
2.1. Природные условия Липецкой области.....	43
2.2. Факторы, приводящие к деградации почв в Липецкой области	45
2.3. Административная, почвенная и климатическая характеристика АО «АгроГард»	48
2.4. Полевые и лабораторные методы изучения почвенного покрова АО «АгроГард»	49
ГЛАВА 3 ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ АО «АгроГард».....	50
3.1. Характеристика основных физических, физико-химических и химических свойств почв АО «АгроГард»	50
3.2. Оценка степени деградации почв по изучаемым показателям	58

3.3. Определение величины ущерба/вреда для почв АО «АгроГард» при помощи различных методов	61
3.3.1 Применение федеральной методики.....	61
3.3.2 Применение сметного подхода.....	61
3.4. Оценка невыполненных экосистемных услуг для почв АО «АгроГард»	64
3.4.1 Стоимостная оценка невыполненных экосистемных услуг	66
3.4.2 Корректировка ущерба от деградации на основе сведений о невыполненных экосистемных услугах почв АО «АгроГард».....	66
ГЛАВА 4 ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ Й. ФОН БРАУНА ДЛЯ ВСЕЙ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ.....	69
4.1 Применение методики Й. фон Брауна для всей Липецкой области	69
4.2 Подходы к разработке систем Устойчивого Землепользования на основе оценки действия/бездействия (расчеты).....	74
ГЛАВА 5 РАСЧЕТ ИНДЕКСА НЕЙТРАЛЬНОГО БАЛАНСА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ВСЕЙ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ	88
5.1 Оценка нейтрального баланса деградации земель в базовый период ...	88
5.2 Оценка современного состояния нейтрального баланса деградации земель, стандартная методика	91
5.3 Оценка современного состояния нейтрального баланса деградации земель, адаптированная методика	96
ГЛАВА 6 ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ	100
6.1 База данных, включающая экономические, почвенные и климатические показатели агрохозяйств и муниципальных районов области.....	100
6.2 Эконометрические модели.....	107
ГЛАВА 7 РАЗЛИЧНЫЕ СЦЕНАРИИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ ДО 2050 г.....	113
7.1. Методология исследований климатических изменений в Липецкой области	113
7.2. Оценка климатических изменений в Липецкой области в соответствии с различными сценариями.....	117

7.3. Оценка основных результирующих показателей растениеводства в анализируемых регионах для различных сценариев изменения климата..	121
ГЛАВА 8 МЕТОДОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В УСЛОВИЯХ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА	126
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	131
ВЫВОДЫ	132
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	135
ПРИЛОЖЕНИЕ	146

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы

Процессы интенсивной деградации почв и земель происходят на фоне изменения климата, что в совокупности является ограничивающим фактором устойчивого развития в ряде сельскохозяйственных регионов мира и нашей страны в том числе (Дружинин, 2015; Кулистикова, 2019; Новикова, Григорьев и др., 2017). Сложившиеся к настоящему времени основные концепции экономической оценки деградированных почв и земель, такие как оценка ущерба/вреда от деградации почв и земель («Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель», 1994; «Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель», 1996; «Эколого-экономическая оценка деградации земель», 2016 и др.), определение нейтрального баланса деградации земель - LDN (Т. Caspari et al., 2015; Р. Chasek et al., 2015; Kust G., Andreeva O., Cowie A., 2017 и др.) и экономика деградации земель (E. Nkonya et al., 2011; von Braun J., Gerber N., 2012; J. von Braun et al., 2012, 2013 и др.) – не имеют непосредственной связи с вопросами сельскохозяйственного (прежде всего, растениеводческого) производства.

Для оценки влияния деградации почв и земель и климатических изменений на продукционный потенциал агроэкосистем (в первую очередь, - их урожайность) используются различные эконометрические модели, в том числе основанные на модифицированной функции Кобба-Дугласа (MacCallum, 1967; Walpole, Sinden, Yapp, 1996). Однако неопределённость результатов такого моделирования может существенно возрасти для сельскохозяйственных угодий, почвы которых характеризуются чрезвычайно высоким уровнем деградации (эрозии, агроистощения, дегумификации, подкисления и др.) вследствие значительной интенсификации аграрного производства (Макаров, Строков и др., 2019).

К таким территориям в Российской Федерации можно отнести регионы (субъекты), входящие в состав Центрально-Чернозёмного экономического

района. Очевидно, что эффективное изучение взаимосвязей типа «климат-почва-урожайность» для российских административных регионов возможно при использовании представительных баз данных, включающих почвенно-климатические и экономические показатели отдельных сельскохозяйственных предприятий и муниципальных районов. Построение подобных баз данных может явиться основой для создания региональных эконометрических моделей развития сельского хозяйства, которые позволят дать прогнозные оценки взаимодействия между указанными группами показателей и формировать системы управления устойчивым аграрным развитием территорий.

Цель настоящей работы:

Провести эколого-экономическую оценку последствий для сельского хозяйства Липецкой области от деградации почв и изменения климата.

Для реализации заявленной цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. На основе изучения физических, физико-химических и химических свойств почв АО «АгроГард» (Усманского района Липецкой области) оценить степень их деградации и рассчитать величину ущерба/вреда от неё, в том числе, – с учетом невыполненных экосистемных сервисов почв.
2. Оценить экономическую эффективность мероприятий по восстановлению деградированных почв Липецкой области в целом, используя методику «действия»/«бездействия» Й. фон Брауна, учитывающую экосистемные сервисы.
3. Рассчитать величину индекса нейтрального баланса деградации земель для территории Липецкой области и её муниципальных районов по стандартной и адаптированной методикам.
4. Разработать базу данных, представленную экономическими, почвенными и климатическими показателями агрохозяйств и муниципальных районов Липецкой области.

5. На основе разработанной базы данных создать экономические модели (регрессионные уравнения зависимости урожайности основных сельскохозяйственных культур от экономических, почвенных и климатических показателей).
6. При помощи экономико-климатической модели IMPACT-3 провести прогнозирование показателей состояния сельскохозяйственного производства Липецкой областей в условиях изменения климата в период до 2050 года.
7. Разработать методологию управления устойчивым развитием сельского хозяйства региона (субъекта) Российской Федерации в условиях деградации почв и изменения климата.

Научная новизна

Впервые для региона Российской Федерации разработана интегрированная база почвенных, климатических и экономических данных, на основе которой создана серия эконометрических динамических моделей развития сельского хозяйства, основанных на функции Кобба-Дугласа. Указанные модели позволяют на изучаемом отрезке времени оценивать влияние различных условий на эффективность сельхозпредприятий через показатели урожайности, выхода продукции, рентабельность хозяйств и др. При этом рассмотрены проблемы сбора однородных почвенных данных за продолжительные периоды, которые могут быть решены посредством использования данных отчетности уполномоченных органов и статистики.

Показана возможность обобщенной оценки процессов деградации почв и экономической оправданности инвестиций в восстановление продуктивности земель и поддержку экосистемных услуг региона, входящего в состав Центрально-Чернозёмного экономического района, при помощи методики «действия»/«бездействия» Й. фон Брауна. Для применения указанной методики изучались изменения в характере землепользования и величины NDVI растительного покрова в регионах, произошедшие в 2001–2009 гг. по данным дистанционного зондирования MODIS (Moderate

Resolution Imaging Spectroradiometer). Уменьшение стоимости земель в течение указанного времени расценивалось как их деградация.

Прогнозирование изменений площадей посевов, валового сбора, урожайности и стоимости валового сбора основных сельскохозяйственных культур в Липецкой области к 2050 году по сравнению с 2010 годом при помощи экономико-климатической модели IMPACT-3 позволило констатировать тот факт, что изменения климата могут благоприятно сказаться на развитии сельского хозяйства в исследуемом регионе.

Защищаемые положения

1. Суммарная величина ущерба/вреда от деградации почв и земель АО «АгроГард» (Усманский район Липецкой области), рассчитанная по основным российским методикам, представляет собой завышенную величину, которая не согласуется с реальными сметными величинами ущерба, в том числе, с учетом невыполненных экосистемных услуг.

2. Составлена серия регрессионных уравнений (эконометрических моделей) на основе созданной интегрированной базы данных. В базу данных были включены показатели состояния почв (агрохимические показатели и показатели, характеризующие проявление эрозионных процессов) муниципальных районов, климатические характеристики (сумма осадков и средняя температура атмосферного воздуха), экономические показатели сельскохозяйственных организаций (урожайность различных культур, выход растениеводческой продукции в стоимостном выражении, рентабельность хозяйств и др.) за период 1995-2008 гг. Серия регрессионных уравнений позволяет на указанном отрезке времени характеризовать развитие сельскохозяйственного производства в субъекте Российской Федерации (Липецкой области).

3. Исследование динамики землепользования и NDVI растительного покрова в Липецкой области в период 2001 – 2009 гг. по данным дистанционного зондирования MODIS показало развитие в этот период деградационных процессов, приведших к снижению величины

вегетационного индекса. Проведенная вслед за этим экономическая оценка действия и бездействия (методика Й. фон Брауна) выявила экономическую оправданность инвестиций в восстановление продуктивности земель региона и поддержку экосистемных услуг на 6-летнем и 30-летнем горизонтах планирования.

4. Использование модели IMPACT-3 показывает, что наибольший ожидаемый прирост в площадях посева, урожайности, валового сбора и выручки от реализации последнего в Липецкой области в 2050 г. по сравнению с 2010 г. отмечается для пшеницы, что может свидетельствовать о возможности увеличения в будущем экспорта пшеницы из региона.

5. Разработка методологии управления устойчивым развитием сельского хозяйства региона (субъекта) Российской Федерации включает в себя а) создание представительных баз почвенно-климатических и экономических данных отдельных сельскохозяйственных предприятий и муниципальных районов с последующей разработкой на их основе региональных эконометрических моделей развития сельского хозяйства, б) среднесрочное прогнозирование социально-экономических показателей с использованием экономико-климатической модели IMPACT-3; в) разработка комплекса почвозащитных и противоэрозионных мероприятий.

Теоретическая и практическая значимость

Эколого-экономическая оценка деградации почв Липецкой области в условиях наблюдаемого изменения климата может быть применена для создания системы устойчивого землепользования (УЗП) на различных уровнях административного устройства Липецкой области (отдельное агрохозяйство, муниципальный район, регион в целом).

Методология и методы исследования

Применялись различные методологические подходы: оценка ущерба от деградации, методология «действия/бездействия» по Й. фон Брауну, эконометрическое моделирование с использованием модифицированной производственной функции Кобба-Дугласа, экономико-климатическое

моделирование. Работа выполнена с помощью общепринятых методов полевого и лабораторного анализа, дистанционного зондирования, статистической обработки и анализа данных с использованием программного обеспечения QGIS 3.30.1, STATA 11, Microsoft Excel.

Степень достоверности и апробация работы

Полученные результаты исследований являются оригинальными, их достоверность подтверждена фактическими материалами, собранными во время исследований, а также публикациями в рецензируемых изданиях, входящих в систему RSCI.

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на третьей молодежной конференции Почвенного института имени В.В. Докучаева «Почвоведение: Горизонты будущего 2019», а также на Всероссийской научной конференции с международным участием «Природная и антропогенная неоднородность почв и статистические методы ее изучения», посвященной 90-летию со дня рождения Е.А. Дмитриева (2021).

Личный вклад автора

Автор проанализировал и обобщил данные из литературных источников, организовал и осуществил полевые исследования на объекте, сотрудничал с районной администрацией и агрохимической службой, выполнил лабораторные исследования, обработал полученные данные и принял участие в подготовке публикаций по теме исследования.

В работе [1] личный вклад автора составил 0,07 п.л. из 0,46 п.л., в работе [2] – 0,26 п.л. из 0,26 п.л., в работе [3] – 0,16 п.л. из 0,93 п.л., в работе [4] – 0,14 п.л. из 0,87 п.л.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 4 работы в рецензируемых научных журналах, из них: 3 статьи из списков, включенных в Scopus, Web of Science, RSCI, 1 статья из списка ВАК.

1. Макаров О.А., Цветнов Е.В., Кубарев Е.Н., Абдулханова Д.Р., **Куделин В.Н.**, Марахова Н.А., Строков А.С. Апробация методологии экономики

деградации земель для Липецкой области // *Агрохимический вестник*. — 2019. — № 1. — С. 2–6. – DOI 10.24411/0235-2516-2019-10001. ИФ РИНЦ (2022): 0,904.

2. **Куделин В. Н.** Опыт эколого-экономической оценки деградации земель агрохозяйства в Липецкой области // *Агрохимический вестник*. — 2020. — № 1. – С. 71-73. – DOI 10.24411/1029-2551-2020-10011 – ИФ РИНЦ (2022): 0,904.

3. Строков А.С., Макаров О.А., Цветнов Е.В., Абдулханова Д.Р., **Куделин В.Н.**, Марахова Н.А. Методология управления устойчивым развитием сельского хозяйства в условиях деградации почв и изменения климата// *Достижения науки и техники АПК* — 2020. — Т. 34, № 5. — С. 82–87. – DOI 10.24411/0235-2451-2020-10517. – ИФ РИНЦ (2022): 1,268.

Научные статьи в изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.5.15 – Экология:

4. Строков А.С., Макаров О.А., **Куделин В.Н.**, Цветнов Е.В., Кубарев Е.Н., Абдулханова Д.Р. Модели взаимосвязи между экономическими, почвенными и климатическими показателями в сельском хозяйстве Липецкой области / А. С. Строков, О. А. Макаров, В. Н. Куделин и др. // *Проблемы агрохимии и экологии*. — 2020. — № 2. — С. 23–30. – DOI 10.26178/AE.2020.2019.4.017 - 10102 – ИФ РИНЦ (2022): 0,500.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, 8 глав, заключения, выводов, 12 приложений и списка литературы. Общий объем диссертации – 164 страницы, из них 19 страниц приложение, диссертация содержит 21 рисунок и 30 таблиц. Список литературы состоит из 96 источников, из которых 28 на иностранном языке.

Благодарности

Выражаю благодарность своему научному руководителю, профессору, доктору биологических наук Макарову О.А. за помощь в подготовке данной работы и поддержку. Особую благодарность хочу выразить кандидату экономических наук Строкову А.С. и кандидату биологических наук Цветнову

Е.В. Также я благодарю сотрудников кафедры эрозии и охраны почв за предоставленные советы на кафедральных заседаниях.

ГЛАВА 1

ОБЗОР НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ И НОРМАТИВНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ В ОБЛАСТИ ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ, ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

1.1 Виды и типы деградации почв и земель, основные понятия

Под термином «деградация почв» подразумевается комплекс процессов, который приводит к изменению функций почвы как элемента природной среды, количественному и качественному ухудшению ее свойств и режимов, снижению природно-хозяйственной значимости земель. В настоящее время процессами деградации затронута значительная часть поверхности суши, что существенно влияет на благосостояние людей во всем мире. Важно отметить, что темп развития процессов деградации земель остается на значительном уровне (Nkonya, E., Gerber, N. и др., 2011).

Руководствуясь действующей российской методической, под термин «деградация земель» попадает также загрязнение земель веществами антропогенного характера. К ним относится загрязнение радионуклидами, нефтепродуктами, тяжелыми металлами (Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель, 1996).

Следует подчеркнуть, что, несмотря на частую корреляцию между деградацией земель и почв, эти процессы не всегда взаимосвязаны. Существуют случаи деградации земель, которые не сопровождаются долгосрочными и необратимыми изменениями почвенного покрова. В действующем государственном стандарте деградация почвы определяется как «ухудшение свойств и плодородия почвы в результате воздействия природных или антропогенных факторов» (ГОСТ 27593 – 88 Почвы. Термины и определения, 1988).

Международным сообществом деградация земель определена как «снижение или потеря биологической и экономической продуктивности и сложной структуры богарных пахотных земель, орошаемых пахотных земель

или пастбищ, лесов и лесистых участков в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате землепользования или действия одного или нескольких процессов, в том числе связанных с деятельностью человека и особенностями его расселения, таких, как: 1) ветровая и/или водная эрозия почв; 2) ухудшение физических, химических и биологических или экономических свойств почв; 3) долгосрочная потеря естественного растительного покрова» (Lee N., Walsh F., 1996).

Основная концепция нейтральной или нулевой деградации земель заключена в стремлении к созданию условий, при которых земельные ресурсы способны поддерживать свою естественную продуктивность и экологическую целостность. Это предполагает, что земли, несмотря на антропогенное воздействие, обладают способностью к самовосстановлению и не накапливают необратимого экологического вреда.

Основной идеей этой концепции является создание равновесия между человеческой деятельностью и экологическими процессами, что позволит обеспечить устойчивое использование земельных ресурсов в долгосрочной перспективе. Однако в настоящее время большинство землепользователей сталкиваются с трудностями в достижении этой цели из-за сложности условий и высоких требований к качеству окружающей среды.

Таким образом, цель нейтральной или нулевой деградации земель представляет собой стремление к установлению устойчивого баланса между человеческой деятельностью и природными процессами на земле. Это важный шаг в направлении сохранения биоразнообразия, обеспечения продовольственной безопасности, защиты почвенного плодородия и прочих экологических аспектов.

В то же время, признание того, что текущие условия делают эту цель недостижимой для многих землепользователей, подчеркивает необходимость более гибкого и реалистичного подхода к управлению земельными ресурсами, учитывающего сложные социально-экономические условия и потенциал экосистем для самовосстановления.

1.2 Существующие методы оценки ущерба/вреда от деградации, загрязнения, захламления почв и земель

Ущерб или вред, нанесенный почвам и земельным ресурсам, оценивается как сумма всех затрат, необходимых для восстановления их естественных и хозяйственных характеристик после их деградации, загрязнения или захламления. Эта оценка также включает компенсацию за остаточные или технологически необратимые потери, которые не могут быть полностью восстановлены, а также учет упущенной выгоды, которая могла бы быть получена при нормальном функционировании данных почв и земель. Таким образом, оценка ущерба почвам и земельным ресурсам является сложным процессом, требующим учета различных факторов, таких как степень деградации или загрязнения (Макаров, 2002).

Существуют разнообразные методики для количественной оценки ущерба, наносимого почвам и землям различными видами антропогенного и естественного воздействия. Эти методики обычно включают в себя комплексный анализ физико-химических, биологических и геоморфологических параметров с целью оценки степени нарушения естественного состояния почвенного покрова и земельного фонда. Из отечественных методик стоит выделить «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения химическими веществами» (1993) и «Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (1994).

Размеры ущерба от загрязнения земель можно определять следующими способами:

- 1) путем расчета затрат на проведение полного объема работ по очистке (рекультивации) загрязненных земель;
- 2) в случае невозможности оценить указанные затраты, размеры ущерба от загрязнения земель рассчитываются по формуле (1):

$$\Pi = \sum_{i=1}^n (H_c * S(i) * K_v * K_z(i) * K_3(i) * K_r) \quad (1),$$

где Π – размер платы за ущерб от загрязнения земель одним или несколькими (от 1 до n) химическими веществами, тыс. руб.; H_c – норматив стоимости сельскохозяйственных земель (тыс.руб./га) (нормативы стоимости сельскохозяйственных земель приравниваются к «Нормативам стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных угодий для несельскохозяйственных нужд»; K_v – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель; $S(i)$ – площадь земель, загрязненных химическим веществом i -го вида, га; $K_z(i)$ – коэффициент пересчета в зависимости от уровня загрязнения земель химическим веществом i -го вида по 5-ти бальной шкале; $K_э(i)$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории i -го экономического района; $K_г$ – коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения земель.

С помощью методики «Порядок определения...» (1993) можно оценить ущерб от загрязнения земель несанкционированными свалками отходов. Оценка осуществляется по формуле (2):

$$\Pi = \sum_{i=1}^n (H_{\Pi}(i) * M(i) * K_э(i) * 25 * K_v) \quad (2),$$

где Π – размер платы за ущерб от загрязнения земель, тыс. руб.; $H_{\Pi}(i)$ – норматив платы за захламление земель 1 тонной (куб. м.) отходов i -го вида (руб.), определяемый в соответствии с таблицей, при этом класс опасности токсичных отходов определяется согласно «Временному классификатору токсичных промышленных отходов и Методическим указаниям по определению класса опасности токсичных отходов»; $M(i)$ – масса (объем) отхода i -го вида, т, куб.м; $K_э(i)$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории i -го экономического района; 25 – повышающий коэффициент за загрязнение земель отходами несанкционированных свалок; K_v – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель.

«Методика определения...» (1994) предписывает осуществлять расчеты ущерба для каждого деградированного контура почв и земель по формуле (3):

$$Ущ = Нс * S * Кэ * Кс * Кп * Дх * S * Кв \quad (3),$$

где $Ущ$ – размер ущерба от деградации почв и земель, тыс. руб.; $Нс$ – норматив стоимости сельскохозяйственных земель (тыс.руб./га); $Дх$ – годовой доход с единицы площади, тыс. руб., который исчисляется по фактическим объемам производства в натуральном выражении в среднем за 5 лет и ценам, действующим на момент определения размеров ущерба (размер ежегодного дохода рассчитывается с привлечением данных налоговых инспекций и в необходимых случаях корректируются в расчете на предстоящий период в соответствии со сложившимися темпами инфляции); S – площадь деградированных почв и земель, га; $Кэ$ – коэффициент экологической ситуации территории; $Кв$ – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению деградированных почв и земель; $Кс$ – коэффициент пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель; $Кп$ – коэффициент для особо охраняемых территорий.

На данный момент в Российской Федерации действующим методическим документом для оценки вреда, нанесенного почве, является «Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды», утвержденная Приказом Минприроды России от 8 июля 2010 г. N 238. Стоит учесть, что данная методика предназначена для исчисления в стоимостной форме размера вреда, нанесенного почвам в результате нарушения законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды, а также при возникновении аварийных и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Ниже представлена формула (4) исчисления размера вреда при химическом загрязнении почв (Методика исчисления..., 2010):

$$УЩ_{загр} = СХЗ \times S \times K_r \times K_{исх} \times T_x \quad (4),$$

где $УЩзагр$ – размер вреда (руб.); $СХЗ$ – степень химического загрязнения; S – площадь загрязненного участка ($м^2$); Kr – показатель в зависимости от глубины химического загрязнения или порчи почв; $Kисх$ – показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения, на которой расположен загрязненный участок; Tx – такса для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту окружающей среды, при химическом загрязнении почв (руб./ $м^2$).

Соотношение (C) фактического содержания i -го химического вещества в почве к нормативу качества окружающей среды для почв определяется по формуле (5).

$$C = \sum_{i=1}^n Xi/Xн \quad (5),$$

где Xi – фактическое содержание i -го химического вещества в почве (мг/кг); $Xн$ – норматив качества окружающей среды для почв (мг/кг).

Степень химического загрязнения зависит от соотношения фактического содержания i -го химического вещества в почве к нормативу качества окружающей среды для почв.

При отсутствии установленного норматива качества окружающей среды для почв (для конкретного химического вещества) в качестве значения $Xн$ применяется значение концентрации этого химического вещества на сопредельной территории аналогичного целевого назначения и вида использования, не испытывающей негативного воздействия от данного вида нарушения (Методика исчисления..., 2010).

Показатель в зависимости от глубины химического загрязнения или порчи почв (Kr) рассчитывается в соответствии с фактической глубиной химического загрязнения или порчи почв. Показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения ($Kисх$) определяется исходя из категории земель и целевого назначения (Методика исчисления..., 2010).

Если территория одновременно может быть отнесена к нескольким видам целевого назначения, приведенным в таблице, то в расчетах используется коэффициент $K_{исх}$ с максимальным значением.

1.3 Существующие методы оценки экосистемных услуг: общие представления, классификации и их экономическая интерпретация

Экосистема – это совокупность живых организмов (микроорганизмов, животных и растений) и среды их обитания, которая динамически развивается и функционирует как единое целое.

Экосистемные услуги, в соответствии с различными источниками, представляют собой выгоды и блага, которые обеспечиваются функционированием экосистем и их компонентов в контексте человеческого благосостояния. Международным сообществом предлагается лаконичное определение, указывая на то, что «экосистемные услуги представляют собой выгоды, которые люди получают от экосистем» (Millennium Ecosystem..., 2005).

В монографии «Natura's Services» (1997), авторы подробно описывают различные экологические услуги, которые могут сократиться при негативном воздействии на функции экосистем. Эти результаты подчеркивают важность сохранения биоразнообразия и здоровья экосистем для обеспечения устойчивого развития и благополучия человечества (Daily et al., 1997).

Таким образом, экосистемные услуги играют важную роль в обеспечении благополучия человечества, а их понимание и оценка являются ключевыми аспектами в управлении окружающей средой и природными ресурсами.

Согласно концепции, экосистемы выполняют ряд полезных услуг для человека, таких как обеспечение пищи, воды и сырья, регулирование климата, поддержание биоразнообразия и другие. Эти услуги имеют реальную стоимость и могут быть оценены с помощью экономических методов (Конюшков, 2015).

Мировым сообществом была сформулирована необходимость систематической оценки изменения состояния экосистем в контексте их воздействия на общественное благополучие. Это требует создания научного фундамента для разработки и реализации мер, направленных на укрепление природоохранной деятельности и рациональное использование экосистем. Цель такой оценки состоит в том, чтобы выявить взаимосвязи между состоянием окружающей среды и благосостоянием общества, что может привести к разработке эффективных стратегий управления и поддержки экосистем для увеличения благосостояния (Millennium Ecosystem..., 2003-2005).

Эта оценка экосистем представляет собой всесторонний анализ всех услуг, предоставляемых природой человечеству на глобальном уровне. Проект включал тщательную проверку экосистемных услуг, а также идентификацию тех услуг, для которых в настоящее время недостаточно данных для точной оценки (Millennium Ecosystem..., 2003-2005).

Из оценки были сделаны выводы:

- Усиление пользы. Выявлено, что польза от четырех видов экосистемных услуг увеличивается. Эти виды услуг включают, например, повышение производительности сельского хозяйства за счет опыления, улучшение качества воздуха и воды, увеличение рекреационных возможностей, а также усиление климатических услуг, таких как углеродное поглощение.

- Снижение пользы. Польза от пятнадцати других экосистемных услуг снижается. Снижение может быть связано с такими факторами, как деградация земель, утрата биоразнообразия, загрязнение водоемов и воздуха, а также климатические изменения, оказывающие негативное воздействие на экосистемные функции.

- Стабильное, но запущенное состояние. Еще пять видов услуг находятся в стабильном состоянии, однако в некоторых регионах мира они находятся в несколько запущенном состоянии. Это означает, что их текущий уровень

предоставления остается на приемлемом уровне, но существуют риски ухудшения, требующие вмешательства для предотвращения возможной деградации (Millennium Ecosystem..., 2003-2005).

Концепция экосистемных услуг получила развитие благодаря инициативе ТЕЕВ, которая направлена на повышение осведомленности о важности экосистем и биоразнообразия, а также на создание экономических стимулов для их сохранения и устойчивого использования (Конюшков, 2015).

В настоящее время во многих странах специалистами проводится, либо уже был проведен комплекс мероприятий, направленный на оценку экосистемных услуг. Экологами и экономистами были получены обобщенные экологические характеристики стран (Nkonya, Gerber et al., 2011; Braun, Gerber, 2012; Braun, Gerber et al., 2012; Braun, Gerber et al., 2013).

В своих трудах Бобылев устанавливает, что экосистемные услуги зачастую приносят экономическую пользу, а значит их можно экономически интерпретировать. Таким образом, появляется возможность монетизировать экосистемные услуги (Бобылев, Захаров, 2009).

Стоит отметить, что большую роль в оказании экосистемных услуг всей планеты несет обширная территория России. Это связано с тем, что на территории Российской Федерации в первозданном состоянии находится значительная часть природных комплексов, расположенных на значимом удалении от наиболее освоенной части европейской территории. Это говорит о том, что природное достояние нашего государства вносит невероятно большой вклад в богатство и устойчивость природного мира планеты. Таким образом, согласно Бобылеву С.Н. (Бобылев, Захаров, 2009), «идентификация экосистемных услуг, их экономическая оценка из области теоретических научных исследований должны перейти в практическую плоскость и стать выгодными для России, как экологического донора, в смысле экономической компенсации поддержки своих экоуслуг».

Оценка экосистемных услуг в Российской Федерации является первостепенной задачей современных отечественных исследователей. Оценка

даст основу для разработки норм, которые дадут возможность контролировать экономическую деятельность природопользователей в регионах, что позволит дать новые возможности для экономического развития. Согласно мнению Бобылева и Захарова (2009), разрабатываемые механизмы должны быть направлены на учет и компенсацию как положительных, так и отрицательных экологических воздействий, возникающих в результате деятельности отдельных регионов. В частности, необходимо учитывать позитивный вклад субъектов в улучшение состояния окружающей среды, а также компенсировать ущерб, связанный с деградацией природных ресурсов. (Бобылев, Захаров, 2009).

1.3.1 Классификация экосистемных услуг

Рядом зарубежных исследователей экосистемные услуги были сгруппированы и классифицированы следующим образом:

1. Организационные группировки. Суть подхода сосредотачивается на услугах, предоставляемых специфическими видами, которые играют ключевую роль в регулировании экзогенных факторов или в организации биотических компонентов экосистемы. Он подчеркивает важность отдельных видов в поддержании экосистемных функций и процессов (Norberg, 1999).

2. Функциональные группировки. Суть подхода заключается в том, что услуги экосистем классифицируются по их функциональному вкладу, что включает в себя:

- Регулирующие услуги. Способствуют поддержанию экологического баланса и включают такие процессы, как опыление, контроль популяций вредителей и болезни, регулирование климата и водных ресурсов;

- Транспортные услуги (носители). Обеспечивают перемещение веществ и организмов, важные для экосистемы и человека;

- Услуги места обитания. Поддерживают жизнеспособность и разнообразие организмов, предоставляя необходимое пространство для жизни и размножения;

- Производственные услуги. Включают производство биомассы, пищи, древесины и других биологических материалов (Groot et al., 2002).

3. Описательные группировки. Этот подход предлагает более детализированную классификацию, включающую различные категории экосистемных услуг:

- Возобновляемые ресурсные блага – ресурсы, которые могут быть восполнены в рамках естественных процессов, такие как леса, рыба и другие биологические ресурсы.

- Физические структурные услуги – услуги, предоставляемые физической структурой экосистем, такие как защита берегов от эрозии.

- Биотические услуги – услуги, обеспечиваемые живыми организмами, включая опыление и контроль популяций вредителей.

- Биогеохимические услуги – услуги, связанные с циклом питательных веществ и химическими процессами, такими как разложение органических веществ и фильтрация воды.

- Информационные услуги – нематериальные блага, связанные с экосистемами, такие как эстетическое, образовательное и научное значение.

- Социальные и культурные услуги – услуги, которые поддерживают культурное и социальное благополучие, включая рекреацию, культурное наследие и духовные ценности (Экосистемы и благосостояние..., 2005).

В настоящее время существует общепринятая классификация экосистемных услуг, которая подразделяет их согласно выполняемой функции на четыре основные категории (Millennium Ecosystem..., 2003-2005):

1) Услуги прямого обеспечения ресурсами.

2) Регулирующие услуги. Обеспечивают поддержание стабильности и устойчивости природных систем.

3) Культурные услуги. Это услуги, которые оказывают влияние на духовные и культурные аспекты жизни человека.

4) Услуги поддержания жизни экосистем (Экосистемы и благосостояние..., 2005).

В работах Brown T., Bergstrom J. и Loomis J. исследователями было произведено разделение понятий экосистемное «благо» и «услуга». Под «благом» учеными подразумевается нечто материальное, что можно получить от живой и неживой природы, разделив их на возобновляемые и невозобновляемые (Brown, Bergstrom, Loomis, 2007).

1.3.2 Примеры экономической интерпретации для эколого-экономических исследований

По мнению Бобылева под платежами за экосистемные услуги подразумеваются компенсации от потребителей экосистемных услуг, которые выплачиваются тем, кто производит или поставляет экосистемные услуги. Поставщиком экосистемных услуг могут являться землепользователи, физические лица либо организации, хозяйственная деятельность которых направлена на производство или поддержание на определенном уровне предоставляемые экосистемные услуги (Бобылев, Захаров, 2009).

Стоит напомнить, что человек не производит экосистемные услуги в ходе своей деятельности. Однако деятельность организаций может значительно способствовать сохранению экосистем и их свойств, что является необходимым условием для обеспечения производства экосистемных услуг. Одним из примеров экосистемных услуг является поддержание чистоты воды в реке. В данном контексте, эту услугу оказывают аграрии, расположенные выше по течению. Их деятельность оказывает непосредственное влияние на качество воды, поступающей вниз по течению, что имеет важное значение для землепользователей, находящихся ниже по течению. Если землепользователи в верховьях реки поддерживают качество воды на должном уровне, это свидетельствует о предоставлении экосистемной услуги землепользователям

низовья реки. В данном случае, землепользователи, находящиеся ниже по течению, будут являться потребителями экосистемных услуг. Желание потребителей платить за используемые услуги является основой для существования данных рыночных отношений. (Бобылев, Захаров, 2009).

Из этого следует, что монетизация экосистемных услуг может применяться как мера по сохранению чистоты воды, защите почв, управлению лесными ресурсами и другие действия, направленные на сохранение окружающей среды (Бобылев, Захаров, 2009).

Экосистемные услуги являются доступными всем, поэтому до сих пор считаются «бесплатными». Однако, дать цену этим экосистемным услугам представляется возможным. Таким образом, суть платежей за экосистемные услуги состоит в том, чтобы создать рынок услуг.

Ценность экосистемных услуг можно устанавливать по-разному. Рассмотрим землепользователя, который целенаправленно снижает использование удобрений с целью поддержания качества воды в реке на должном уровне. Это снижение приводит к снижению урожайности его угодий, что, в свою очередь, вызывает экономические потери, связанные с недополучением потенциального дохода от более интенсивного использования удобрений. Такая ситуация приводит к возникновению упущенной выгоды для землепользователя. Тем не менее, действия землепользователя приносят значительную экологическую выгоду пользователям водных ресурсов, расположенным ниже по течению реки, за счет улучшения качества воды. Для обеспечения устойчивости такой экологической услуги, землепользователь должен получать компенсацию за свою упущенную выгоду, таким образом, появится мотивация к предоставлению данной услуги. Следовательно, можно предположить, что плата за предоставляемую экосистемную услугу должна быть равна сумме издержек и упущенных выгод от недополучения урожая при внедрении методов устойчивого землепользования (Бобылев, Захаров, 2009).

Остановимся на видах платежей за экосистемные услуги.

1) Платежи за воду

Платежи за воду представляют собой преобладающий механизм вознаграждения за экосистемные услуги, ориентированный на обеспечение водными ресурсами определенного качества. Исследования показывают, что инвестирование в сохранение водных экосистем в настоящем времени может привести к существенным экономическим выгодам в будущем за счет предотвращения необходимости в затратах на очистные сооружения и фильтрацию воды (Бобылев, Захаров, 2009).

В основе этого механизма лежит предположение о прямой взаимосвязи между сохранением экосистем верховьев и качеством воды, поступающей к конечному пользователю (Бобылев, Захаров, 2009).

Как практический пример можно упомянуть действия водоснабжающей компании г. Сан-Пауло в Бразилии, которая перечисляет часть своего дохода в экологический фонд, направленный на меры лесовосстановления в верховьях реки Корумбатай. Подобные механизмы также применяются в других регионах, как например, в Колумбии, где гидроэлектростанции обязаны перечислять часть своих доходов на сохранение водных ресурсов регионов, в которых они функционируют (Бобылев, Захаров, 2009).

2) Платежи за поглощение углерода

В отличие от платежей за воду, платежи за поглощение углерода должна осуществляться на международном уровне, где в качестве покупателей и продавцов выступают отдельные государства. С вступлением в силу Киотского протокола рынок карбоновых кредитов был утвержден и начал функционировать. Международная торговля углеродными кредитами осуществляется в соответствии со статьей 12 Киотского протокола, которая устанавливает Механизм чистого развития (МЧР). Этот механизм предоставляет возможность индустриально развитым странам финансировать проекты, направленные на сокращение выбросов парниковых газов в развивающихся странах, и в обмен получать углеродные кредиты. Карбоновые

кредиты представлены в виде «единиц сертифицированного сокращения выбросов» (ЕСВ), каждая из которых эквивалентна сокращению выбросов парниковых газов на 1 000 кг CO₂-эквивалента. Эти единицы являются объектом торговли между государствами (Alkoud I. et al., 2024).

Согласно Марракешскому соглашению, снижение выбросов может быть достигнуто двумя основными мероприятиями: облесением, которое представляет собой процесс посадки лесов на территории, где лесов не было в недавнем прошлом, и лесовозобновлением, которое заключается в посадке лесов на территории, где они были вырублены в недавнем прошлом (Бобылев, Захаров, 2009).

Таким образом, особо охраняемые природные территории (ООПТ) стран, продающих единицы сертифицированного сокращения выбросов, имеют реальные возможности для получения платежей за сохранение лесов и проведение природоохранных мероприятий (Бобылев, Захаров, 2009).

3) Платежи за сохранение биоразнообразия

Платежи за экосистемные услуги обладают разнообразным характером этих рынков, которые могут существовать на различных уровнях – от локального до международного. При платежах за сохранение биоразнообразия объектом продажи являются природоохранные мероприятия, способствующие сохранению видов, экосистем или генетического разнообразия, ценных в глазах конкретных потребителей (Бобылев, Захаров, 2009).

Основными потребителями услуг по сохранению биоразнообразия являются международные природоохранные организации, фонды, а также правительства развитых стран, которые поддерживают природоохранные инициативы в развивающихся странах. Эти организации предоставляют гранты и пожертвования, которые фактически являются платежами за сохранение биоразнообразия. Однако главная проблема заключается в ограниченности этих источников финансирования и их одноразовом

характере, что не способствует устойчивости природоохранных инициатив. Существует необходимость в поиске новых потребителей услуг по сохранению биоразнообразия, особенно на региональном и локальном уровнях (Бобылев, Захаров, 2009).

Одной из основных трудностей использования таких платежей является расчет стоимости этих услуг, так как отсутствует единая методика оценки стоимости (Бобылев, Захаров, 2009).

4) Платежи за эстетические ценности

Платежи за эстетические ценности представляют собой рынок, который на данный момент находится на стадии начального развития, несмотря на его значительный потенциал для расширения. В настоящее время основными потребителями данных услуг являются две категории: индустрия экотуризма и государственные организации, занимающиеся охраной исторического и культурного наследия на особо охраняемых природных территориях. Вложение средств в сохранение и развитие этих ценностей может способствовать увеличению туристического потока и, следовательно, доходов от туризма. Государственные организации могут предоставлять различную финансовую поддержку для сохранения и развития эстетических ценностей (Бобылев, Захаров, 2009).

1.4 Предпосылки к разработке методологии управления устойчивым развитием в сельском хозяйстве

В 1996 г. на сессии ФАО в Риме были впервые сформулированы и приняты основные положения устойчивого развития сельского хозяйства и сельских территорий (SARD – Sustainable Agricultural Rural Development). Основной задачей устойчивого сельского хозяйства и сельского развития является повышение уровня производства продуктов питания устойчивым способом и обеспечение продовольственной безопасности (Costanza et al., 1997). Вскоре была принята «Коркская декларация» (Ирландия, 1996), провозгласившая о том, что устойчивое сельское развитие должно быть

поставлено во главу Повестки дня Евросоюза и стать основополагающим принципом, поддерживающим всю сельскую политику на краткосрочную и среднесрочную перспективы (Daily, 1997).

В 2010 году рядом ученых была подготовлена «Концепция устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации», где под устойчивым развитием сельских территорий понимается стабильное развитие сельского сообщества, обеспечивающего выполнение им его народнохозяйственных функций (производство продовольствия, сельскохозяйственного сырья, других несельскохозяйственных товаров и услуг), общественных благ, предоставление рекреационных услуг, сохранение сельского образа жизни и сельской культуры, социальный контроль над территорией, сохранение исторически освоенных ландшафтов, а также расширенное воспроизводство населения (с улучшением качества его жизни) и поддержание экологического равновесия в биосфере. Благодаря этому удалось утвердить Концепцию устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2020 года, в которой под «устойчивым развитием сельских территорий» подразумевается стабильное социально-экономическое развитие сельских территорий, увеличение объема производства сельскохозяйственной и рыбной продукции, повышение эффективности сельского хозяйства и рыбохозяйственного комплекса, достижение полной занятости сельского населения и повышение уровня его жизни, а также рациональное использование земель (Распоряжение Правительства РФ от 30 ноября 2010 г. № 2136-р Об утверждении Концепции устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2020 года).

Совершенно очевидно, что управление устойчивым развитием сельского хозяйства и сельских территорий «осложняется» процессами влияния глобальных изменений природной среды (в том числе, климата) на продукционный потенциал агроэкосистем. Моделирование подобного влияния затруднено также чрезвычайно высоким уровнем деградации почв в аграрных регионах мира, в том числе, и в Российской Федерации. Так,

известно, что в результате протекания таких процессов деградации почв, как их водная и ветровая эрозия, агроистощение, дегумификация, подкисление и др., отечественные сельхозпроизводители ежегодно теряют до 20% потенциальной биологической продуктивности сельхозугодий (Эрозия почв России, 2004).

Таким образом, методология управления устойчивым развитием сельского хозяйства регионов России в качестве первоочередных «мешающих» факторов должна учитывать стремительно идущие климатические изменения и оценивать риски развития процессов деградации почв.

1.5 Экономическая оценка действия и бездействия по отношению к деградированным почвам (Й. фон Брауна)

Экономическая оценка Й. фон Брауна «исходит из сравнения расходов и выгод от действий, направленных на восстановление деградированных земель, против цены бездействия» (Braun, Gerber et al., 2012). В расчетах оценивается рентабельность восстановительных мер на шестилетнем и тридцатилетнем цикле планирования (Nkonya, Gerber et al., 2011; Braun, Gerber, 2012; Braun, Gerber et al., 2012; Braun, Gerber et al., 2013).

Методика действия/бездействия в расчетах учитывает как потерю экосистемных услуг, так и общую экономическую стоимость земель, которую необходимо рассчитывать с помощью формулы (6) (Nkonya et al., 2011):

$$C_{LUCC} = \sum_i^K (\Delta a_1 * p_1 - \Delta a_2 * p_2) \quad (6),$$

где C_{LUCC} – экономическая оценка деградации земель при переходе из одного вида землепользования к другому; Δa_1 – площадь земли вида 1, который перевели в землю вида 2 в результате хозяйственной деятельности; P_1 и P_2 – общая экономическая стоимость (ОЭС) земель видов 1 и 2, соответственно (Бондаренко, 2016).

Стоимость действия против деградации и обратной трансформации, способствующая возвращению из земли вида 2 в землю вида 1, оценивается по следующей формуле (7):

$$CTA_i = A_i \frac{1}{\rho^t} \{z_i + \sum_{t=1}^T (x_i + p_j x_j)\} \quad (7),$$

где CTA_i – стоимость действия при восстановлении дешевой земли вида 1 в более дорогую землю вида 2; ρ^t – ставка дисконтирования; A_i – площадь более дорогой земли вида 2, которая переведена в более дешевую землю вида 1; z_i – затраты на восстановление более дорогой земли; x_i – затраты на сохранение более дорогой земли в течение первых 4 лет; $x_j * p_j$ – ОЭС для земли, переведенной из более дорогой земли 2 в более дешевую землю вида 1; t и T – время, которое требуется для осуществления мероприятий по изменению категорий земель (Бондаренко, 2016).

Стоимость бездействия при трансформации и деградации земель оценивается по формуле (8):

$$CI_i = \sum_{t=1}^T C_{LUCC} \quad (8),$$

где CI_i – стоимость бездействия при сохранении результатов трансформации земли, например, сохранение более дешевой земли вида 1 (Бондаренко, 2016).

1.6 Обзор существующих эконометрических моделей, описывающих развитие сельскохозяйственного производства

В настоящее время комплексная проблема прогнозной оценки влияния глобальных изменений природной среды (в том числе, и климата) на продукционный потенциал агроэкосистем Российской Федерации не решена. Неопределенность результатов моделирования связывают с чрезвычайно высоким уровнем деградации почв России, обусловленным эрозией, агроистощением, дегумификацией, подкислением и другими процессами, происходящими из-за недостаточного внесения минеральных и органических удобрений, крайне ограниченного набора мелиоративных мероприятий (а иногда и их полного отсутствия) и низкой культуры землепользования в целом. В силу данных обстоятельств, отечественные сельхозпроизводители

ежегодно теряют до 20% потенциальной биологической продуктивности сельхозугодий (Эрозия почв России, 2004).

Очевидно, что эффективное изучение взаимосвязей типа «климат–почва–урожайность» для российских административных регионов (субъектов Российской Федерации) возможно при использовании представительных баз данных, включающих почвенно-климатические и экономические показатели отдельных сельскохозяйственных предприятий и муниципальных районов. Построение таких баз данных может явиться основой для создания региональных эконометрических моделей развития сельского хозяйства, которые позволят давать прогнозные оценки взаимодействия между указанными группами показателей (Строков, Макаров и др., 2020).

Методологическая концепция, использованная при создании моделей взаимосвязи между экономическими, почвенными и климатическими показателями в сельском хозяйстве, связана с разработками MacCallum D.E. (MacCallum, 1967), которые определяли качество сельскохозяйственных угодий (почвенные характеристики) как более важный фактор в производственной функции сельскохозяйственных предприятий и фермерских хозяйств, нежели площади этих угодий. В частности, они указывали на то, что на деградированных почвах сложно достигнуть тех же уровней урожайности, что и на недеградированных.

Подтверждением указанной выше концепции являются исследования ряда ученых из Австралии (Walpole, Sinden, Yapp, 1996), которые в своей работе использовали районные данные местных фермерских хозяйств. В этих работах использовалась модифицированная функция Кобба-Дугласа, где кроме таких известных и традиционно применяемых факторов, влияющих на урожайность сельскохозяйственных культур, как количество труда, земли и капитала (в абсолютных выражениях), был добавлен и качественный показатель пашни – удельная площадь овражно-балочной сети. Результаты данных исследований оказались статистически значимыми и показали, что с

увеличением площади оврагов и балок выход продукции сельского хозяйства (в стоимостном выражении) снижается.

Автор настоящей диссертации в своих исследованиях применил методику создания эконометрических моделей, описывающих развитие сельскохозяйственного производства в Липецкой области, основанную на опыте зарубежных ученых. Однако, методика создания эконометрических моделей отличается от работ MacCallum (1967) и Walpole S. с соавторами (1996) тем, что использовались изначально нормированные показатели, то есть показатели выхода сельскохозяйственной продукции, стоимости внесенных минеральных удобрений, стоимости труда и другие показатели (кроме почвенных и климатических), соотнесенные с размерами (площадью) посевов (уравнение (9)), площадью сельскохозяйственных угодий (уравнение (10)) и затратами в основном производстве (уравнение (11)). Кроме того, для выявления дополнительных факторов, статистически значимо влияющих на урожайность сельскохозяйственных культур региона при ведении агробизнеса в рыночных условиях, были добавлены почвенные и климатические показатели. Используемые в работе эконометрические модели (9) – (11) представлены в форме линейно-логарифмических уравнений (Строков, Макаров и др., 2020).

Задача оценки эффекта от наращивания внесения удобрений вкупе с почвенно-климатическими факторами решалась при помощи уравнения (9), в котором не использовалась производственная функция:

$$Y = f(\text{FERT}, \text{CLIM_DYN}, \text{SOIL}, \text{EROS}), \quad (9)$$

где Y – урожайность в кормовых единицах в сумме по пяти основным сельскохозяйственным культурам (зерно, подсолнечник, сахарная свекла, картофель, овощи), рассчитанная на единицу их посевной площади за каждый год по каждому сельхозпредприятию Липецкой области, ц/га;

FERT – стоимость внесенных минеральных удобрений (NPK) на 1 га посевной площади за каждый год по каждому предприятию, тыс. руб./га;

CLIM_DYN – данные по климату (годовое количество атмосферных осадков и температура атмосферного воздуха) в динамике по результатам наблюдений на двух метеостанциях Липецкой области (с. Конь-Колодезь и г. Елец) за каждый год;

SOIL – набор почвенных показателей за каждый период агрохимических обследований (подвижный фосфор, обменный калий, органическое вещество, кислотность);

EROS – показатели эрозии почв по муниципальным районам Липецкой области (площадь смытых почв, % от общей площади посевов в районе; площадь оврагов, га/км²; площадь подтопленных земель, га/км²; удельный вес потенциально эрозионных почв, % от общей площади посевов в районе; удельный вес фактически эродированных почв, % от общей площади посевов в районе; показатели не менялись по годам, то есть динамика не учитывалась).

Уравнение (10) является разновидностью производственной функции Кобба-Дугласа, где ее основные элементы (зависимая и независимые переменные) соотносятся с площадью сельскохозяйственных угодий хозяйств. Тем самым, нивелируется эффект масштаба, который возникал бы при включении в выборку агрохозяйств различных размеров (площадей):

$$Q / LAND = f (WORK / LAND, CROP / LAND, CAPITAL / LAND, CLIM_DYN, SOIL, EROS), \quad (10)$$

где $Q / LAND$ – соотношение выручки от реализации всей сельскохозяйственной продукции (продукция растениеводства и животноводства) к площади сельскохозяйственных угодий агрохозяйства (тыс. руб./га);

$WORK / LAND$ – количество занятых людей в сельскохозяйственном производстве, соотнесенное с площадью сельскохозяйственных угодий агрохозяйства (чел./га);

$CROP/LAND$ – посевная площадь, соотнесенная к площади всех сельскохозяйственных угодий агрохозяйства (га/га);

CAPITAL / LAND – величина используемого в производстве капитала (затраты в растениеводстве и животноводстве за вычетом оплаты труда занятых в сельскохозяйственном производстве агрохозяйства) (тыс. руб. / га);

CLIM_DYN, SOIL – то же, что и в уравнении (9);

EROS – показатели эрозии почв по муниципальным районам Липецкой области (площадь смытых почв, % от общей площади сельскохозяйственных угодий района; площадь оврагов, га/км²; площадь подтопленных земель, га/км²; удельный вес потенциально эрозионных почв, % от общей площади сельскохозяйственных угодий района; удельный вес фактически эродированных почв сельскохозяйственных угодий, % от общей площади сельскохозяйственных угодий района; показатели не менялись по годам).

Аналогично с методикой Светлова Н.М., Янбых Р.Г., Логинова Д.А. (Светлов, Янбых, Логинова, 2019), для сопоставления выхода продукции сельского хозяйства с затратами в сельскохозяйственном производстве используется уравнение (11), предоставляющее возможность оценить влияние экономических, почвенных и климатических показателей на рентабельность всего сельскохозяйственного производства:

$$Q / COST = f (WORK / COST, LAND / COST, CAPITAL / COST, CLIM_DYN, SOIL, EROS), \quad (11)$$

где $Q / COST$ – рентабельность сельскохозяйственного производства (выручка / затраты), тыс. руб./ тыс. руб.;

$WORK / COST$ – количество занятых людей в сельскохозяйственном производстве, соотнесенное с затратами (чел./ тыс. руб.);

$LAND / COST$ – площадь сельскохозяйственных угодий, соотнесенная с затратами на сельскохозяйственное производство (га / тыс. руб.);

$CAPITAL / COST$ – величина используемого при реализации продукции капитала (себестоимость реализованной продукции), соотнесенная с затратами сельскохозяйственное производство (тыс. руб./ тыс. руб.);

CLIM_DYN, SOIL – то же, что и в уравнении (9);

EROS – то же, что и в уравнении (10).

Использование трех уравнений (эконометрических моделей) обусловлено необходимостью адекватной оценки устойчивости показателей (в первую очередь, почвенных и климатических) в зависимости от формы уравнения (модели). Так, уравнение (9), позволяет оценить, какие факторы влияют на продуктивность пашни в большей степени. Уравнение (10) помогает определить экономическую эффективность использования всех сельскохозяйственных угодий за счет учета выручки, как от продукции растениеводства, так и животноводства. Уравнение (11) позволяет оценить факторы, влияющие на рентабельность агрохозяйств (Строков, Макаров и др., 2020).

Таким образом, создаваемая модель дает возможность понять, является ли состояние почв муниципальных районов Липецкой области фактором, способствующим развитию агробизнеса или сдерживающим его. Первичный анализ фактических данных позволил сформулировать рабочую гипотезу для проведения исследований: с ростом средневзвешенных значений содержания органического вещества (гумуса), обменного калия и доступного фосфора в почвах их урожайность и/или выручка от реализации сельскохозяйственной продукции должна увеличиваться, а увеличение площади эродированных почв, а также овражно-балочной сети и подтопленных земель, наоборот, способствуют уменьшению продуктивности сельскохозяйственных угодий и эффективности агрохозяйств. Аппроксимация моделей (9–11) линейнологарифмическими уравнениями производилась методом наименьших квадратов в программе STATA (версия 11) (Строков, Макаров и др., 2020).

1.7 Нейтральный баланс деградации земель (НБДЗ)

Концепция нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) или Land Degradation Neutrality (LDN) подразумевает поддержание или улучшение количественных и качественных показателей земельных ресурсов,

необходимых для обеспечения функционирования экосистем и повышения продовольственной безопасности (Макаров и др., 2020).

Эта концепция предполагает, что при любых потерях земельных ресурсов вследствие деградации должны быть предприняты меры по восстановлению равнозначных участков земли, чтобы компенсировать эти потери (Decision 3/COP.12, UNCCD, 2015).

Нейтральность деградации земель была разработана в рамках Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (КБО ООН) и формализована в задаче 15.3 Целей устойчивого развития (ЦУР), которая гласит: «к 2030 году бороться с опустыниванием, восстанавливать деградированные земли и почвы, включая земли, подверженные опустыниванию, и стремиться к достижению нейтральной деградации земель на глобальном уровне» («Resolution adopted...», 2015).

Концепция НБДЗ, позволяет осуществлять мониторинг состояния земель с помощью минимального набора основных субиндикаторов, которые должны быть проверены и представлены национальными органами. Выделяют три субиндикатора – изменения земного(растительного) покрова, изменение продуктивности земель и изменение запасов углерода в почве. Данные субиндикаторы были приняты руководящим органом КБО ООН в 2013 г. в рамках его подхода к мониторингу и оценке (Decision 22-COP11, UNCCD, 2013).

Для достижения целей устойчивого развития КБО ООН разработала и усовершенствовала руководство по передовой практике (Good Practice Guidance Version 2.0 – Advanced unedited version, March 2021), в котором указаны рекомендации по расчету НБДЗ – расчету индикатора ЦУР 15.3.1 (Крючков, 2022).

Индикатор ЦУР 15.3.1 – это доля деградированных земель по отношению к общей площади земель. Определяется как бинарная (деградировавший/не деградировавший) количественная оценка на основе анализа имеющихся данных по трем подпоказателям.

Для проведения расчетов индикатора ЦУР 15.3.1 был разработан модуль Trends.Earth (Тренды.Земля), который имеет возможность интегрировать в геоинформационные системы, такие как программное обеспечение QGIS 3.30.1. Рассмотрим подробнее данные субиндикаторы ниже. («Руководство...», 2021).

Субиндикатор изменения земного покрова.

Деграляция земель для задачи 15.3 ЦУР определяется как «снижение или потеря биологической или экономической продуктивности и сложности неорошаемых пахотных земель, орошаемых пахотных земель или пастбищ, пастбищ, лесов и лесных массивов в результате сочетания нагрузок, включая землепользование и практики управления».

Назначение подпоказателя земного покрова ЦУР 15.3.1 состоит в том, чтобы определить, где конкретно произошла деграляция в результате изменения земного покрова. Данный подпоказатель сообщает об ухудшении изменения земного покрова на основе национальной оценки положительных или отрицательных аспектов перехода от одного типа земного покрова (категории земель) к другому. Полученные данные сравниваются согласно матрице перехода. Эффективной практикой является определение матрицы переходов земного покрова, например, легенда IPCC – Международной комиссии по изменению климата (Penman et al. 2003), имеет шесть классов, она определяет 30 возможных переходов земель из одной категории в другую (https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2021-03/Indicator_15.3.1_GPG_v2_29Mar_Advanced-version.pdf).

Пример матрицы изменения земного покрова с использованием 6 классов IPCC (Международной комиссии по изменению климата) представлен в таблице ниже (Таблица 1). Маловероятные переходы выделены красным текстом. Процессы изменения земного покрова обозначаются цветом как улучшение (зеленый), стабильность (желтый) или деграляция (красный).

Таблица 1. Матрица перехода при смене землепользования

Класс IPCC исходный	Класс IPCC финальный					
	ЛесКласс IPCC	Пастбище	Пахотные земли	Водно-болотные угодья	Населенные пункты	Другие земли
Лес	Стабильный	Потеря растительности	Вырубка леса	Наводнение	Вырубка леса	Потеря растительности
Пастбище	Облесение	Стабильный	Расширение сельского хозяйства	Наводнение	Расширение городов	Потеря растительности
Пахотные земли	Облесение	Забрасывание с/х земель	Стабильный	Наводнение	Расширение городов	Потеря растительности
Водно-болотные угодья	Облесение	Осушение болот	Осушение болот	Стабильный	Осушение болот	Осушение болот
Населенные пункты	Облесение	Восстановление растительности	Расширение сельского хозяйства	Появление водно-болотных угодий	Стабильный	Изъятие земель населенных пунктов
Другие земли	Облесение	Восстановление растительности	Расширение сельского хозяйства	Появление водно-болотных угодий	Расширение городов	Стабильный

Субиндикатор изменения продуктивности земель.

Субиндикатор «Продуктивность земель» используется для оценки ухудшения продуктивности земли. Он является важным инструментом для оценки деградации земельных ресурсов путем анализа изменений в чистой первичной продуктивности (ЧПП) растительности. Данные для этого субиндикатора предоставляются международным исследовательским центром «Earth Observation». Оценка основана на трех ключевых показателях, рассчитанных на основе временных рядов ежегодных наблюдений за ЧПП. Эти показатели предназначены для выявления изменений в динамике и уровне продуктивности земель. Такими показателями являются:

- 1) Тренд продуктивности. тот показатель оценивает долгосрочные изменения в траектории продуктивности.
- 2) Производительность. Этот показатель характеризует текущий уровень продуктивности в сравнении с историческими данными.
- 3) Состояние продуктивности. Этот показатель отражает текущее состояние продуктивности, независимо от трендов и временных изменений.

Во второй версии методического руководства статистические методы, используемые для оценки каждой из этих метрик, были упрощены и улучшены. Это позволяет интерпретировать данные в контексте серьезности деградации земель и достоверности полученных оценок.

Метод объединения трех параметров позволяет выявлять деградацию земельных ресурсов в различных фазах их долгосрочного цикла производительности. Он способен идентифицировать деградацию в тех ситуациях, когда продуктивность земель остается стабильной на протяжении значительного времени, либо даже возрастает, но при этом уровень продуктивности остается низким.

В таблице ниже представлена матрица переходов, в которой отображена интерпретация комбинации показателей, которые можно использовать для идентификации пикселей, демонстрирующих деградацию (Таблица 2) (Крючков, 2022).

Таблица 2. Матрица перехода показателей продуктивности земель

Тренд	Состояние	Производительность	Статус
Деградация	Деградация	Деградация	Деградация
Деградация	Деградация	Без изменений	Деградация
Деградация	Без изменений	Деградация	Деградация
Деградация	Без изменений	Без изменений	Деградация
Без изменений	Деградация	Деградация	Деградация
Без изменений	Деградация	Без изменений	Без изменений
Без изменений	Без изменений	Деградация	Без изменений
Без изменений	Без изменений	Без изменений	Без изменений

Субиндикатор изменения запаса органического углерода в почве.

Как указано в решении 22/СОР.11 КБО ООН, запас органического углерода в почве (SOC) является показателем, используемым в настоящее время для оценки запасов углерода, и после ввода в действие он будет заменен общим запасом углерода в наземной системе.

Запасы углерода отражают интеграцию множества процессов, влияющих на рост растений, а также на разложение, которые в совокупности контролируют поступления и потери от пулов наземного органического вещества.

Субиндикатор изменения запаса органического углерода в почве получают с использованием глобальных почвенных карт углерода, таких как SoilGrids250m v.2, OpenLandMap, или континентальных карт более мелкого масштаба, таких как 30-метровая панафриканская iSADsoil.

Таким образом, в действующих российских законодательных и нормативно-методических документах даны определения понятиям вред и ущерб, причиненный земельным участкам. Разработаны российские методики оценки ущерба от деградации, загрязнения и захламления земель.

Научным сообществом даны общие представления об экосистемных услугах, их классификации и экономическая интерпретация. Стоит заметить, что в российских методиках эколого-экономической оценки экосистемные услуги не учитываются. Учет экосистемных услуг осуществляется в методике экономической оценки стоимости деградации земель по Й. фон Брауну.

Одним из важнейших методологических подходов к оценке деградации земель является концепция нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ), особенно активно развивающаяся в последние годы. Применение указанной концепции позволяет в динамике оценивать протекающие деградационные процессы (Макаров О.А. и др., 2020).

Для решения проблемы прогнозной оценки влияния глобальных изменений природной среды (в том числе, и климата) на продукционный потенциал агроэкосистем российских административных регионов существуют зарубежные подходы разработки эконометрических моделей на основе модифицированной функции Кобба-Дугласа, которые дают возможность для изучения взаимозависимостей типа «климат-почва-урожайность» и прогнозирования развития сельскохозяйственного производства.

Очевидно, что эффективное применение эконометрических моделей возможно при использовании представительных баз данных, включающих почвенно-климатические и экономические показатели отдельных

сельскохозяйственных предприятий и муниципальных районов. Построение подобных баз данных может явиться основой для создания региональных эконометрических моделей развития сельского хозяйства, которые позволят дать прогнозные оценки взаимодействия между указанными группами показателей.

ГЛАВА 2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Природные условия Липецкой области

Территория области характеризуется умеренно континентальным климатом с умеренно теплым летом и сравнительно холодной зимой. Средняя годовая температура воздуха в пределах Липецкой области варьирует в диапазоне от 3,5 до 5,6 °С, температура января находится в пределах от -10,8 до -9,7 °С, температура в июле составляет от +19,3 °С до +20,2 °С. Минимальные зимние температуры доходят до -42 °С, максимальные летние до +39 °С. Среднее годовое количество осадков составляет 500-550 мм (Агрометеорологический обзор по Липецкой области..., 2015).

Липецкая область, расположенная в западной части Центральной России, характеризуется разнообразным рельефом. Западная часть региона находится на Среднерусской возвышенности, представляющей собой возвышенную равнину с высотой до 262 метров над уровнем моря. Этот район сильно расчленен долинами рек, оврагами и балками, что указывает на активные процессы эрозии и денудации. Восточная часть Липецкой области расположена на Окско-Донской равнине, характеризующейся более низкими высотами до 170 метров над уровнем моря. Этот район представляет собой равнину с выраженным количеством блюдцеобразных понижений, или западин. Важными водоносными системами области являются реки Дон и Воронеж, с их притоками, такими как Красивая Меча, Сосна, Становая Ряса и Матыра. Большинство рек в Липецкой области принадлежат бассейну реки Дон, определяя гидрологический характер региона (Сискевич и др., 2019).

Сельское хозяйство

Липецкая область, расположенная в Центрально-Черноземном экономическом районе России, характеризуется благоприятными климатическими условиями для развития сельского хозяйства.

Также, Липецкая область характеризуется выгодным транспортно-географическим положением в центре наиболее освоенной европейской части России. Липецкой области был присвоен инвестиционный рейтинг 3А, что означает низкий потенциал — минимальный риск. В рейтинге регионов Российской Федерации по инвестиционному риску область занимает 1-ое место, по инвестиционному потенциалу — 43-е место. Минимальные инвестиционные риски и высокий инфраструктурный потенциал позволяют Липецкой области добиваться высоких показателей в развитии приоритетных отраслей экономики региона, в число которых входит и сельское хозяйство.

Липецкая область – один из наиболее динамично развивающихся регионов Центрально-Чернозёмного экономического района России. Так, за период 2006-2016 гг. посевная площадь в хозяйствах всех категорий выросла на 23% и достигла уровня 1330 тыс. га.

В структуре сельского хозяйства Липецкой области преобладает растениеводство: в 2015 году доля растениеводческой продукции в общей стоимости произведенной продукции сельского хозяйства региона составляла 59,6%, а доля продукции животноводства - 40,4%. В структуре посевных площадей Липецкой области наибольшую долю занимает озимая и яровая пшеница (29,2% от всех площадей), озимый и яровой ячмень (21,1%), подсолнечник (12,9%), сахарная свекла (8,1%), кукуруза на зерно (7,5%), озимый и яровой рапс (3,1%) и соя (2,7%) (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020).

Характеристика почвенного покрова

Территория Липецкой области входит в Среднерусскую лесостепную провинцию оподзоленных, выщелоченных и типичных среднегумусных и тучных мощных чернозёмов и серых лесных почв. В систематический список почв региона включено 16 типов, 39 подтипов и большое количество родов почв. На долю серых лесных почв приходится 8% от общей площади Липецкой области, чернозёмов – 90%, прочих – 2% (Ахтырцев, Сушков, 1983).

В ходе разработки материалов к диссертации была оцифрована почвенная карта Липецкой области 1987 года масштаба 1:200 000 (Государственный агропромышленный комитет РСФСР. Всероссийское производственное проектное объединение по использованию земельных ресурсов, Центральночерноземный государственный проектный институт по землеустройству. Липецкий филиал; Специальное содержание карты разработано Л.С. Божковой и др. под руководством Ю.С. Шуринова; Ответственный редактор Л.Н. Кульчицкая; Составлено и подготовлено к печати Киевским НРКП ПКО "Картография" в 1990 г.; Ред. С.В. Яворский). Оцифрованная почвенная карта Липецкой области приведена на рисунке ниже (Рисунок 1).

Оцифрованный почвенный картографический материал послужил основой для разработки базы данных почвенных показателей Липецкой области.

2.2. Факторы, приводящие к деградации почв в Липецкой области

Для почвенного покрова Липецкой области характерны следующие деградационные процессы (Природные ресурсы и окружающая среда..., 2004):

а) агроистощение (снижение запасов питательных веществ, гумуса, подкисление почв) – в наибольшей степени проявляется в Добринском, Добровском, Долгоруковском, Елецком, Задонском, Лебедянском, Лев-Толстовском, Усманском и Чаплыгинском муниципальных районах;

б) эрозия почв (общая площадь почв Липецкой области, подверженных плоскостной эрозии, составляет 328 тыс. га, из которых 188 тыс. га – пашня);

в) техногенная трансформация почвенно-земельных ресурсов – по состоянию на 01 января 2003 г. в области числится 80 предприятий, в пользовании которых находится 2256 га нарушенных земель;

г) загрязнение (в том числе, - радионуклидами): в результате аварии на Чернобыльской АЭС загрязнены цезием-137 почвы сельхозугодий на площади 234,0 тыс. га.

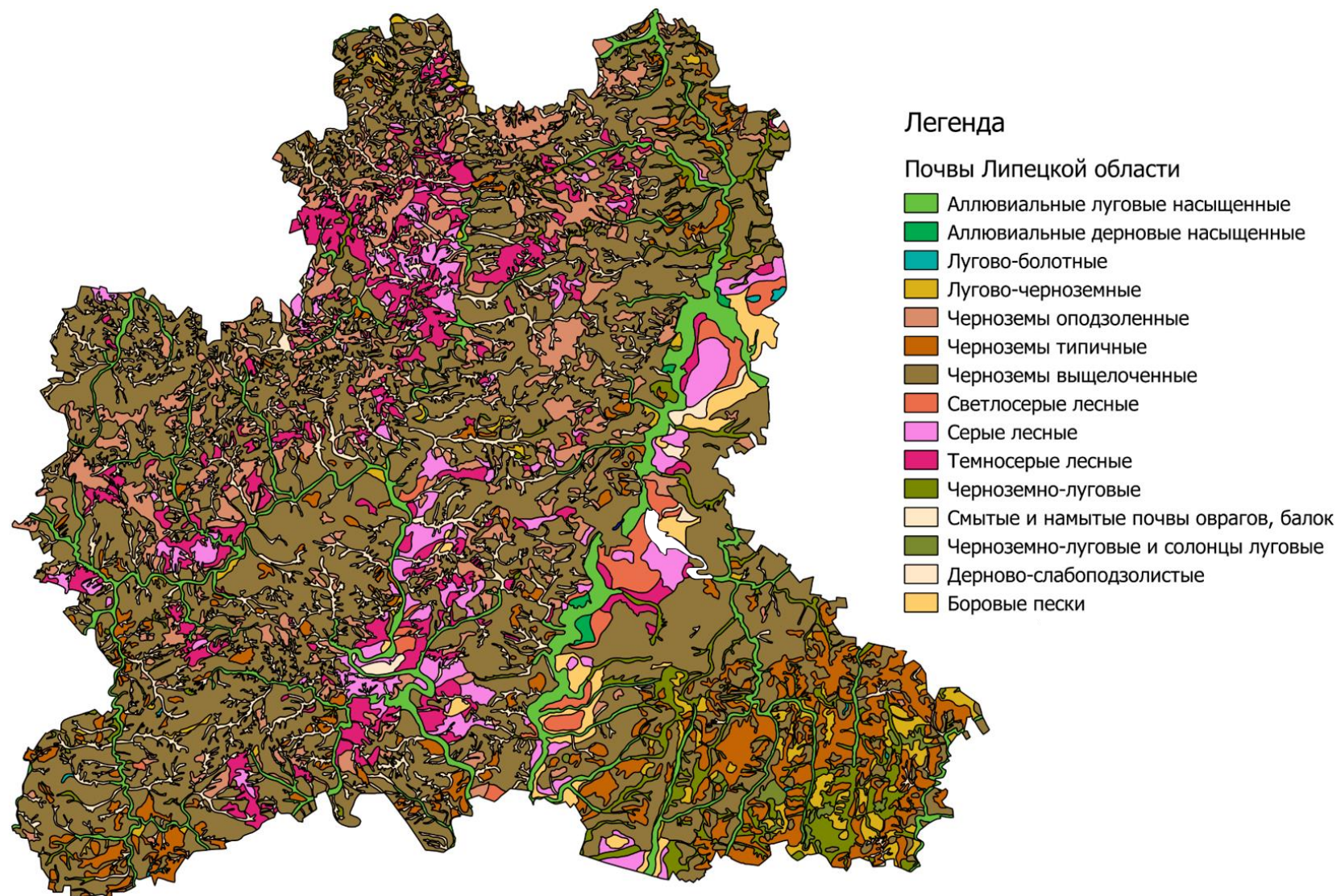


Рисунок 1. Почвенная карта Липецкой области, масштаб 1 : 200 000

2.3. Административная, почвенная и климатическая характеристика АО «АгроГард»

Объектом почвенно-экологических исследований послужил почвенный покров территории агрохолдинга АО «АгроГард». Поля агрохолдинга расположены в Усманском районе Липецкой области. Преобладающие здесь почвы – черноземы выщелоченные. Общая площадь этого агрохозяйства составляет около 2061,4 га (Рисунок 2).

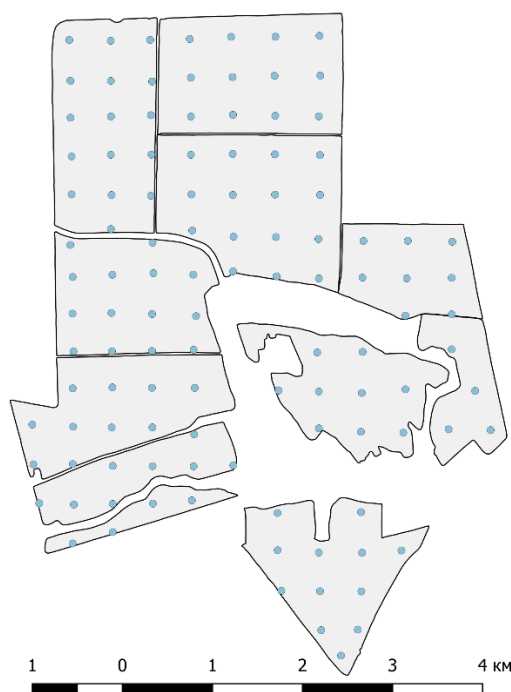


Рисунок 2. Схема полей АО «АгроГард» с расположением пробоотборных площадок

Агрохозяйство, согласно физико-географическому районированию СССР, расположено на территории Русской равнины в Окско-Донской провинции, в лесостепной зоне. Преобладающая высота над уровнем моря составляет 150 – 160 метров. Климат континентальный с умеренно холодной зимой и теплым летом. Рельеф плоскоравнинный, довольно густо расчлененный долинно-балочной сетью, оврагов почти нет. Распространены

суффозионные западины – степные блюдца диаметром 40-50 м и глубиной 0,5 – 1,5 м.

2.4. Полевые и лабораторные методы изучения почвенного покрова АО «АгроГард»

В течение 2017 – 2018 гг. на территории агрохолдинга АО «АгроГард» был проведен отбор 112 смешанных проб почв (методической основой для проведения работ послужили «Методические рекомендации...» (1996)). Для этого указанная территория была разделена на квадратные ячейки размером 447 м x 447 м. Площадь каждой такой ячейки составляет 20 га. Из каждой ячейки методом конверта смешанные пробы почв отбирались с глубины 0-20 см. Размер площадки пробоотбора составлял 10м x 10м. Кроме отбора смешанных проб на площадках проводилось измерение плотности сложения почв (Куделин, 2020).

В лабораторных условиях по общепринятым методикам были определены свойства почв: химические – рН солевой вытяжки (потенциометрически стеклянным электродом), валовое содержание гумуса (спектрофотометрическим методом определения углерода органических соединений по Тюрину в модификации Никитина), содержание подвижного фосфора – спектрофотометрическим методом в вытяжке по Чирикову, и содержание обменного калия в этой же вытяжке – методом эмиссионной фотометрии пламени (Куделин, 2020).

Оцифровка и подготовка в геоинформационных системах картосхем обеспеченности почв по основным показателям деградации производилась с помощью программного обеспечения QGIS 3.30.1.

ГЛАВА 3 ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ АО «АгроГард»

3.1. Характеристика основных физических, физико-химических и химических свойств почв АО «АгроГард»

Результаты измерения рН водной вытяжки, содержания обменного калия, доступного фосфора, органического вещества и плотности сложения почв почвенных образцов приведены в таблице (Таблица 3). Первичные результаты лабораторных испытаний обрабатывались в программе Microsoft Excel.

На исследованных пробных площадках плотность сложения почвы варьировала в пределах от 0,95 до 1,45 г/см³, в среднем составляя 1,15 г/см³. Содержание гумуса в почвах изменяется от 4,52% до 8,68%, в среднем составляя 6,6%. В исследованных почвенных образцах величина рН водной вытяжки варьирует в пределах от 5,40 до 7,8, среднее значение составляет 6,44.

Максимальное содержание подвижных форм калия в почвах соответствует 145,7 мг/100г. Среднее содержание обменного калия составляет 47,9 мг/100г, а диапазон варьирования составил 14,9 – 145,7 мг/100г. Степень обеспеченности растений обменным калием в почвах соответствует очень высокому содержанию (по Кирсанову).

Содержание доступного фосфора в почвах варьирует от 2,9 до 44,7 мг/100г, а среднее содержание составляет 10,4 мг/100г. Степень обеспеченности растений доступным фосфором в почвах для большинства проб соответствует повышенной степени обеспеченности (по Кирсанову).

Анализ указанных результатов измерений позволяет сделать следующее заключение. Изучаемые почвы, в целом, характеризуются повышенной плотностью сложения на некоторых участках (5-7% обследуемой территории), близкой к нейтральной реакции среды, варьированием содержания доступного фосфора в широких пределах, высоким содержанием (и значительным

диапазоном варьирования) обменного калия. Содержание гумуса в почвах изменяется от 4,52% до 8,68%, в среднем составляя 6,6%.

Таблица 3. Некоторые физические, физико-химические и химические свойства почв АО «АгроГард»

Шифр поля	№ образца	Плотность сложения почв	рН водный	Подвижный фосфор (P ₂ O ₅)	Обменный калий (K ₂ O)	Гумус
		г/см ³	рН ед.	мг/кг	мг/кг	%
010101	1	1,08	6,72	234,2	430,1	6,1
010101	2	1,00	6	96,7	616,4	6,7
010101	3	1,06	6,2	59,7	394	6,54
010101	4	1,06	6,4	75,4	350	6,89
010101	5	1,10	5,9	88,6	402	7,04
010101	6	0,98	6,2	94,3	383	5,28
010101	7	0,97	5,9	88,4	315	6,73
010101	8	0,98	6,1	76,9	412	8,68
010101	10	1,08	6,4	411	1197	7,75
010101	11	1,23	6,6	58,8	268	6,33
010101	13	1,04	6,6	60,1	329	6,67
010201	1	1,08	6,6	51,7	315	6,8
010201	2	1,05	6,1	60,7	425	6,7
010201	3	1,1	5,8	46,7	1238	5,7
010201	4	1,07	6,2	43,1	271	6,9
010201	10	1,33	6,2	56,9	342	6,3
010201	11	0,96	6,5	103,5	695	7,7
010201	13	1,08	6,4	64,7	380	6,4

Шифр поля	№ образца	Плотность сложения почв	рН водный	Подвижный фосфор (P ₂ O ₅)	Обменный калий (K ₂ O)	Гумус
		г/см ³	рН ед.	мг/кг	мг/кг	%
010301	1	0,98	6,2	45,9	324	6,3
010301	2	1,01	6,8	360,5	674	6,2
010301	3	1,03	6,2	47,4	380	7,2
010301	4	1,07	6,7	210,9	1228	7,2
010301	5	1,16	6,4	64,8	333	6,9
010301	6	1,11	5,8	99,5	502	6,0
010301	7	1,05	7	183,3	803	6,2
010301	8	0,99	5,4	122,5	530	5,8
010301	9	1,09	6,4	82,9	470	5,2
010301	10	0,96	7,7	183,9	1072	5,7
010301	13	1,37	6,9	54,2	169,6	6,1
010401	1	1,09	6,5	52,4	516	6,9
010401	2	1,02	7,1	84	415	5,1
010401	3	1,05	6,9	75,2	810	6,9
010401	4	1,06	6,3	46,4	636	6,3
010401	5	1,03	6,7	339	1330	6,4
010401	6	1,03	6,6	314	644	6,8
010401	7	0,96	6,7	190,4	390	6,6
010401	8	1,00	6,1	193,7	471	6,1

Шифр поля	№ образца	Плотность сложения почв	pH водный	Подвижный фосфор (P ₂ O ₅)	Обменный калий (K ₂ O)	Гумус
		г/см ³	pH ед.	мг/кг	мг/кг	%
010401	9	0,96	6,6	118,3	447	6,8
010401	10	0,99	6,6	152,3	325	6,6
010401	11	1,03	6,0	163,8	314	5,8
010401	12	1,06	6,7	56,1	340	5,3
010401	13	1,05	6,6	92,7	373	7,4
010401	14	1,07	7,8	53,1	386	7,5
010501	1	0,96	6,4	54,1	656	6,5
010501	2	1,07	6,7	50	588	5,9
010501	3	1,08	6,2	32,8	284	6,2
010501	4	0,95	6,2	32,4	250	7,1
010501	5	1,09	6,2	83,9	448	6,6
010501	6	1,10	6,3	47,9	264	7,2
010501	7	1,03	6,1	80,9	503	6,5
010501	8	1,01	6,2	82,1	300	6,2
010501	11	1,36	6,9	114,8	454	5,7
010601	1	1,00	7,8	54	467	4,7
010601	2	0,99	6,7	215	964	7,4
010601	3	0,98	6,9	77,2	605	6,7
010601	4	1,32	6,3	81,5	485	7,6

Шифр поля	№ образца	Плотность сложения почв	pH водный	Подвижный фосфор (P ₂ O ₅)	Обменный калий (K ₂ O)	Гумус
		г/см ³	pH ед.	мг/кг	мг/кг	%
010601	5	1,35	6,2	41,2	288	5,8
010601	6	1,04	6,9	82,2	693	5,9
010601	7	1,10	6,2	31,1	226	6,9
010601	8	1,00	6,6	38,1	325	7,9
010602	1	1,05	6,4	47,3	443	8,0
010602	2	1,18	6,0	49,2	329	7,1
010602	3	0,95	6,3	41,8	223	6,9
010602	4	1,24	6,4	51,2	325	7,6
010707	1	1,08	6,8	49,0	641	7,3
010707	2	1,05	6,4	58,8	482	6,4
010707	3	1,01	6,2	51,8	326	6,1
010707	4	1,1	6,3	263,8	448	5,8
010707	5	0,97	7,3	385,2	579	7,1
010707	6	1,03	5,9	112,7	338	6,3
010707	7	1,03	6,8	212,1	472	5,5
010707	8	1,09	6,1	219,4	564	5,7
010707	9	0,96	6,5	91,1	349	4,5
010707	10	0,99	7,3	254,1	1457	6,9
010707	11	1,05	6,5	62,0	294	6,2

Шифр поля	№ образца	Плотность сложения почв	pH водный	Подвижный фосфор (P ₂ O ₅)	Обменный калий (K ₂ O)	Гумус
		г/см ³	pH ед.	мг/кг	мг/кг	%
010707	12	1,04	6,8	447	945	7,3
010801	1	0,99	6,1	34,5	189	6,3
010801	2	1,31	7,3	88,6	321	4,8
010801	3	1,23	5,9	33,7	149	5,3
010801	4	1,03	6,1	28,9	184	6,1
011802	1	1,01	6,3	65,3	452	7,1
011802	2	1,07	6,8	72,1	622	5,5
011802	3	1,22	6,0	68,5	339	6,6
011802	4	1,45	6,3	97,8	442	6,2
011802	5	0,97	5,7	116,6	499	6,5
011802	6	1,04	6,2	76,4	520	6,7
011802	7	1,09	6,1	62,3	519	10,2
012001	1	1,08	6,5	55,1	308	7,6
012001	2	1,01	6,8	52,0	493	6,8
012001	3	1,1	6,5	51,7	420	5,2
012001	4	0,96	6,8	44,4	384	5,8
012001	5	1,04	6,1	43,9	256	5,6
012001	6	0,96	5,8	32,8	315	7,2
012001	7	1,08	6,1	47,9	293	7,1

Шифр поля	№ образца	Плотность сложения почв	pH водный	Подвижный фосфор (P ₂ O ₅)	Обменный калий (K ₂ O)	Гумус
		г/см ³	pH ед.	мг/кг	мг/кг	%
012001	8	1,06	6,4	60,1	318	6,9
012001	9	1,16	6,4	57,6	333	5,9
минимум		0,95	5,4	2,9	14,9	4,52
максимум		1,45	7,8	44,7	145,7	8,68
среднее		1,15	6,44	10,4	47,9	6,6

3.2. Оценка степени деградации почв по изучаемым показателям

Для оценки степени деградации изучаемых земель по основным проанализированным агрохимическим показателям были установлены эталонные свойства выщелоченных черноземов. В данном случае, эталоном выступила модель высокого плодородия выщелоченного чернозема.

В результате цифрового моделирования и применения метода геостатистического интерполирования, с помощью программного обеспечения QGIS, результаты лабораторных исследований почвенных образцов позволили оценить площадь деградированных земель по изучаемым показателям. Результаты цифрового моделирования с помощью программного обеспечения QGIS представлены в таблице (Таблица 4), а также в виде картосхем.

Таблица 4. Площадь деградированных земель по степени их деградации

Показатель	Степень деградации			
	1 степень	2 степень	3 степень	4 степень
K ₂ O	-	-	-	-
P ₂ O ₅	377,6 га	142,7 га	603,9 га	937,3 га
Гумус	2028,6 га	30,2 га	2,7 га	-
Плотность сложения почв	1777,3 га	266 га	18,2 га	-

Анализ расчета степени деградации почв и земель агрохолдинга АО «АгроГард» позволяет сделать следующие выводы:

1. При сравнении химических свойств исследованных почв с моделью плодородия (эталон) была установлена 4-я (высокая) степень деградации по уменьшению содержания подвижного фосфора (Рисунок 3).
2. Деградации земель по уменьшению содержания обменного калия не наблюдается (Рисунок 4).
3. На 15% от общей площади исследования наблюдается деградация земель по уменьшению содержания органического вещества (Рисунок 5).
4. Деградация почв по показателю увеличения плотности сложения может достигать до 3-й, средней, степени (Рисунок 6).

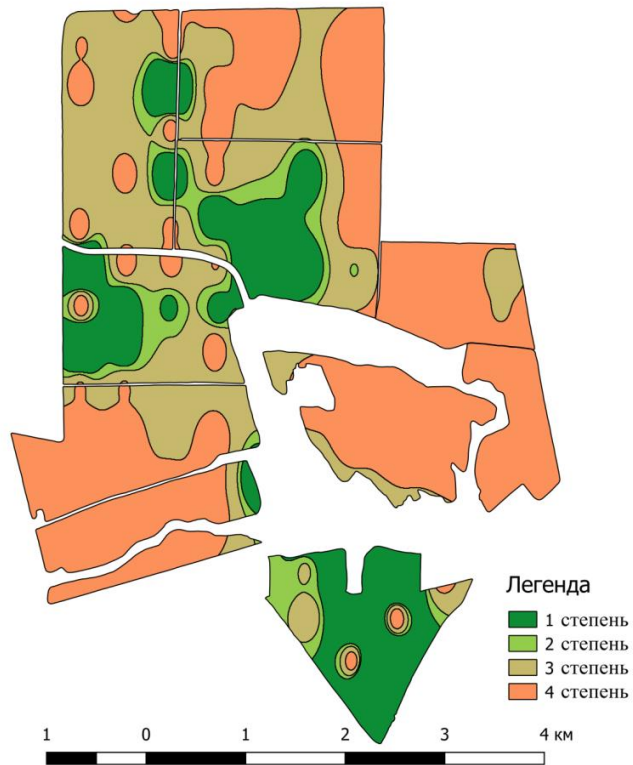


Рисунок 3. Картограмма степени деградации почв по уменьшению содержания подвижного фосфора

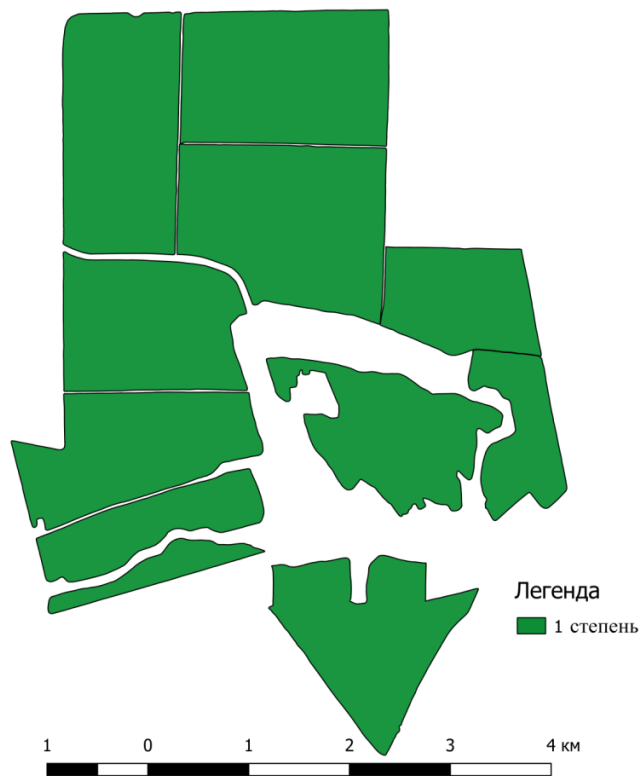


Рисунок 4. Картограмма степени деградации почв по уменьшению содержания обменного калия

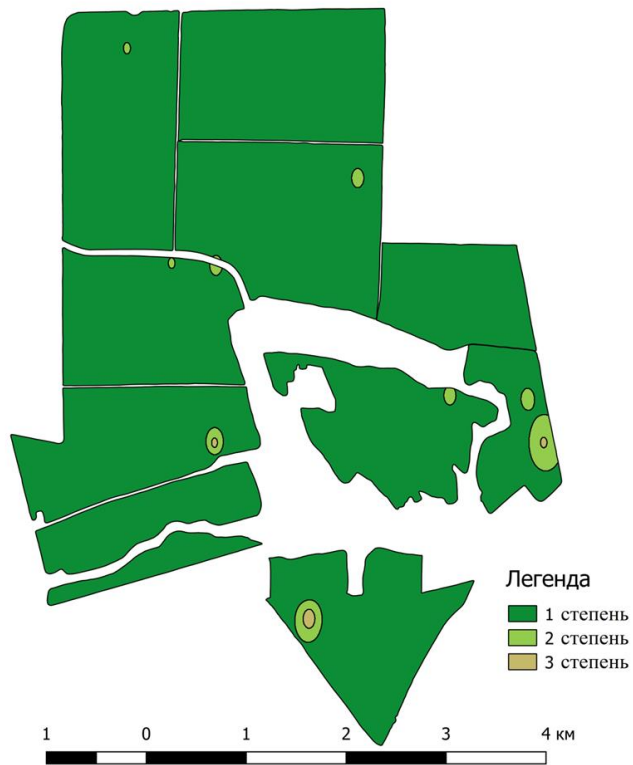


Рисунок 5. Картограмма степени деградации почв по уменьшению содержания гумуса

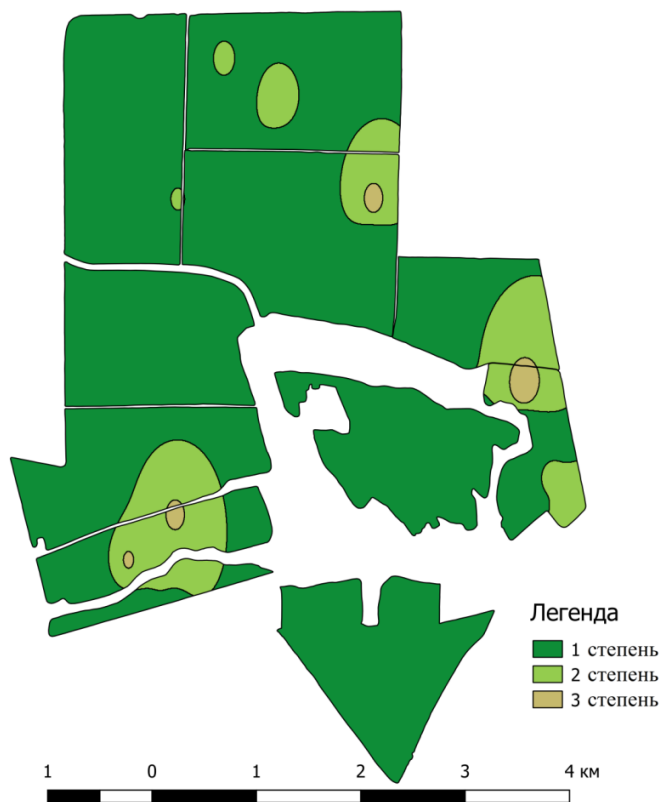


Рисунок 6. Картограмма степени деградации почв по увеличению плотности сложения

3.3. Определение величины ущерба/вреда для почв АО «АгроГард» при помощи различных методов

3.3.1 Применение федеральной методики

Проведенные исследования показывают, что оценка деградации почв и земель исследуемого агрохозяйства Липецкой области отчасти отражает недостаточный уровень проведения таких агротехнических мероприятий как внесение навоза и фосфорных удобрений. Переуплотненность почв отдельных участков может свидетельствовать о чрезмерной, ненормированной сельскохозяйственной нагрузке.

На основе расчета степени деградации по исследованным свойствам почв по «Методике определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (1994) была определена величина ущерба от деградации почв и земель агрохозяйства, составившая 88 млн. 73 тыс. руб., что соответствует 42,7 тыс.руб/га.

3.3.2 Применение сметного подхода

При эколого-экономической интерпретации величины деградационного ущерба одним из основных способов исчисления размера ущерба от деградации почв является подсчет затрат на проведение полного объема работ по их восстановлению (Порядок определения размеров ущерба..., 1993).

При использовании сметного подхода все стоимостные величины (стоимость работ и материалов по рекультивации земель) приведены к ценам 2019 года.

Процессы рекультивации, направленные на восстановление природной среды после антропогенного воздействия, подразделяются на два основных этапа: технический и биологический, согласно предписаниям, установленным государственным стандартом (ГОСТ Р 59070-2020 Охрана окружающей среды. Рекультивация нарушенных и нефтезагрязненных земель. Термины и определения, 2020). На основе результатов проведенных почвенных исследований был определен минимальный комплекс рекультивационных

мероприятий, необходимых для достижения эталонных характеристик состояния почв. Эти мероприятия направлены на улучшение агрофизических, агрохимических, биохимических и иных свойств почвы (Макаров А.О., 2014).

Рекультивационные работы включают в себя следующие действия:

1) Внесение минеральных фосфорных удобрений для улучшения фосфатного режима почвы и стимулирования роста растений.

2) Применение органических удобрений, которые способствуют улучшению структуры почвы, повышению её плодородия и активизации микробиологической активности.

Для расчёта стоимости материалов, применяемых в работах по рекультивации и восстановлению сельскохозяйственной территории АО «АгроГард», использованы средние рыночные цены, сложившиеся в Липецкой области в 2019 году. Расчёт представлен в таблице ниже (Таблица 5), следует отметить, что он является ориентировочным на момент исследования, так как изменяется ценовая политика рынка, а также возможны корректировки фактического расхода материалов.

Таблица 5. Оценочная стоимость материалов, применяемых в процессе рекультивации

№	Вещества и материалы	Стоимость 1 тонны, руб.	Требуемое количество, т	Общая стоимость, тыс. руб.
Агромелиорант				
1	Суперфосфат двойной гранулированный насыпью, марка А	18000	505,17	9093,06
2	Удобрение навоз крупного рогатого скота (коэффициент гумификации 15%, влажность 50%)	540	658	355,32
Всего:				9448,38

Исходя из расчетов, для проведения минимального комплекса рекультивационных мероприятий, потребуется внесение минеральных фосфорных удобрений двойного Суперфосфат марки А в количестве 505,17 т, органических удобрений навоза КРС в количестве 658 т. Таким образом,

суммарная стоимость материалов для проведения рекультивации составляет 9 млн. 448,60 тыс.руб.

В таблице (Таблица 6) в ценах на 2019 год представлены расчеты стоимости этапов рекультивации с применением нормативных затрат выполнения работ при транспортировке грузов различных категорий, при проведении землеустроительных работ выполняемых механизировано.

Таблица 6. Расчет затрат на рекультивационные работы

№	Рекультивационные работы	Объем, единицы измерения	Производственная норма	Число рабочих смен	Стоимость выполненных работ по текущим ценам, руб.	
					на 1 единицу	весь объём
1	Планировка площадей механизированным способом, группа грунтов: 2	2061,4 га	1 га		106,50	219539,1
2	Перевозка компонентов мелиоранта, автомобиль самосвал грузоподъемностью до 15 т, груз 1, 2 класса, расстояние до 100 км	505,17 т	20 т	26	426,71 руб./т.	215561,09
3	Перевозка наполнителей грунта, автомобиль самосвал грузоподъемностью до 15 т, груз 1, 2 класса, расстояние до 100 км	658 т	20 т	33	426,71 руб./т.	280775,18
4	Внесение минеральных удобрений	32,9 га	1 га		1 639,62	53943,5
5	Внесение органических удобрений	1683,9 га	1 га		624,82	1052134,40
6	Вспашка, боронование участка рекультивации, трактор среднего или лёгкого класса, зубовые бороны ЗБП-1,0	211	1 га		493,54	104136,94
Всего:						1926090,21

В состав работ по рекультивации входят: планировка площадей механизированным способом; перевозка компонентов мелиоранта самосвальной техникой грузоподъемностью до 15 т; перевозка наполнителей грунта самосвальной техникой; внесение минеральных удобрений; внесение

органических удобрений; вспашка, боронование участка рекультивации с использованием трактора среднего или лёгкого класса, зубовые бороны ЗБП-1,0.

Расценка составлена по нормативам (ГЭСН 2001-01 – Государственные элементные сметные нормы на строительные работы. Земляные работы., 2007; ФССЦпг 81-01-2001. Федеральные сметные цены на перевозки грузов для строительства., 2017).

В соответствии с полученными затратами на материалы и на проведение рекультивационных мероприятий с помощью сметного подхода оценки была рассчитана стоимость работ в ценах на 2019 год, которая представлена в таблице (Таблица 7).

Таблица 7. Стоимость рекультивации земель АО «АгроГард»

	Стоимость, руб.
Стоимость материалов для рекультивации	9 093 060,00
Стоимость рекультивационных мероприятий	1 926 090,21
Всего:	11 019 150,21

Таким образом, величина ущерба от деградации почв и земель – 88 млн. 073 тыс. руб. (по методике 1994 года). Стоимость рекультивации земель в ценах на 2019 год составляет 11 млн. 19,1 тыс. руб. (5,35 тыс.руб./га). Рассчитанная в соответствии со сметным подходом стоимость работ по рекультивации земель значительно меньше величины ущерба, определенной по российской методике.

3.4. Оценка невыполненных экосистемных услуг для почв АО «АгроГард»

Стоит отметить, что «абсолютно все услуги можно оценить, однако, цель и объект исследования накладывают на выбор конкретных экосистемных услуг различные ограничения для их оценки» (Шоба, Макаров, Загоруйко и

др., 2019). При определении спектра экосистемных услуг и их экономической интерпретации для почв АО «АгроГард» были учтены следующие принципы:

1) Оценка экосистемных услуг осуществляется путём их трансформации в экономические термины, что включает в себя поиск аналогов на рынке. Поскольку для таких услуг не существует отдельных рынков, процесс оценки требует разработки моделей, которые учитывают условия местной экономики и временные факторы;

2) Экосистемные услуги оцениваются только в случае, если они приносят пользу человеку;

3) В процессе оценки экосистемных услуг необходимо учитывать контекст конкретного региона и его экономики. Это означает, что спектр услуг и их оценка могут различаться в зависимости от особенностей каждого региона (Шоба, Макаров, Загоруйко и др., 2019).

Так как в настоящей научной работе основное внимание уделяется изучению деградации земель агрохолдинга АО «АгроГард», сосредотачиваясь на изменениях в экосистемных услугах почвы, особенно на почвенном плодородии. Чтобы оценить деградацию почвы и ее влияние на экономические процессы, предлагается использовать фактические урожайности сельскохозяйственных культур в текущем севообороте как базовые показатели.

Этот подход позволит определить потери урожайности в результате деградации почвы за определенный период времени. Это даст возможность провести анализ затрат на выращивание и выгоды от реализации этих культур для оценки экономических последствий деградации земель (Бондаренко Е.В., 2016).

При оценке потерь экосистемных услуг прямого обеспечения для агрохолдинга АО «АгроГард» сравниваются потенциальные и фактические показатели урожайности и затрат на производство. Разница между этими показателями является потерей экосистемных услуг, обусловленная нерациональным землепользованием.

3.4.1 Стоимостная оценка невыполненных экосистемных услуг

По данным отчета о затратах на основное производство агрохолдинга АО «АгроГард», представленному по форме №8-АПК за 2019 год следует, что на производство продукции растениеводства на полях площадью 2061,4 га предприятие затрачивает в год порядка 54 млн. 188 тыс.руб.

Исходя из анализа объемов фактически собираемого с полей урожая сельскохозяйственных культур можно сделать вывод, что выручка агрохолдинга АО «АгроГард» от реализации продукции растениеводства с исследуемых полей составляет 80 млн. 324 тыс.руб. Таким образом, реальный доход предприятия составляет 26 млн. 136 тыс.руб.

Выручка от реализации потенциального урожая при оптимальном севообороте и устойчивом землепользовании, полученная с использованием расчетных методов оценки потенциальной урожайности в оптимальном севообороте и нормативных затрат, составляет 90 млн. 865 тыс.руб, а затраты на основное производство составляют 56 млн. 742 тыс. руб. Таким образом, потенциальный доход предприятия составил бы 34 млн. 123 тыс.руб.

Согласно приведенным выше расчетам следует, что потеря экосистемных услуг прямого обеспечения от деградации почв на территории агрохозяйства АО «АгроГард» составляет 7 млн. 987 тыс.руб.

3.4.2 Корректировка ущерба от деградации на основе сведений о невыполненных экосистемных услугах почв АО «АгроГард»

Из таблицы ниже видно (Таблица 8), что суммарная величина ущерба от деградации, согласно реальными сметным оценкам деградации, и величина потери экосистемных услуг составляет 19 млн. 6,1 тыс. руб. (9,22 тыс.руб/га). Также стоит отметить, что величина потери экосистемных услуг от деградации сопоставима со стоимостью рекультивации земель.

Величина ущерба от деградации почв и земель АО «АгроГард», рассчитанная по российской методике, представляет собой завышенную величину 88 млн. 73 тыс. руб. (42,7 тыс.руб/га).

Таблица 8. Эколого-экономическая оценка последствий от деградации почв АО «АгроГард»

Подходы к оценке ущерба или вреда от деградации	Эколого-экономическая оценка, тыс.руб	Эколого-экономическая оценка, тыс.руб/га
Российская методика оценки ущерба -«Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (1994)	88 073	42,72
Стоимость рекультивации земель	11 019,1	5,35
Потери экосистемных услуг: - услуга прямого обеспечения ресурсами (урожаем)	7 987	3,87
Суммарная величина ущерба от деградации	19 006,1	9,22

Это связано с тем, что за основу расчетов ущерба по утвержденным методикам берутся завышенные фиксированные таксы, которые нуждаются в корректировке (Бондаренко, 2016).

Таким образом, оценка величины ущерба от деградации почв по отечественной методике превышает величину стоимости рекультивации деградированных участков земель в 8 раз. Полученные данные свидетельствуют о том, что существующая методика оценки ущерба от деградации почв в России, вероятно, нуждается в пересмотре и корректировке. Это указывает на возможное завышение фиксированных коэффициентов, предположительно, с целью стимулирования природопользователей к природоохранной деятельности. Однако, сам факт существования данной методики крайне важен в вопросах решения задач по оценке ущерба от деградации почв в Российской Федерации.

Стоит обратить внимание, что величина потери экосистемных услуг, выраженная в потере урожая с единицы посевной площади, составляет более 72% от величины стоимости рекультивации деградированных участков земель, что дает нам возможность сделать вывод о рентабельности рекультивационных мероприятий на сельскохозяйственных полях агрохозяйства АО «Агрогард». Таким образом, исследование зарубежных

подходов к оценке невыполненных экосистемных услуг может играть важную роль в достижении целей устойчивого землепользования.

ГЛАВА 4 ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ Й. ФОН БРАУНА ДЛЯ ВСЕЙ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

4.1 Применение методики Й. фон Брауна для всей Липецкой области

Для применения методики Й. фон Брауна изучались изменения в характере землепользования и величины NDVI растительного покрова в Липецкой области, произошедшие в период 2001 – 2009 гг. Основой послужили подходящие для этого данные дистанционного зондирования MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) (Sorokin, Bryzzhev, Strokov, Mirzabaev, Johnson, Kiselev, 2016).

В таблицах (Таблица 9, Таблица 10) показана динамика изменения площадей различных видов земель в 2009 г. по сравнению с 2001 г. в Липецкой области, из чего следует, что самое значительное сокращение площадей характерно для молодого леса (территории, где 5-10% площади занимают деревья высотой не более 5 м), «переходящего» в лес зрелый – земельные участки, 50-60% площади которых составляют деревья более 2 м высотой. Самый существенный рост обнаружен для угодий, занятых зрелыми лесными массивами.

Таблица 9. Динамика изменения площадей различных видов землепользования на территории Липецкой области (в период 2001 – 2009 гг.), га

Регион	Лес	Кустарник	Пастбища	Посевы с/х культур	Молодой лес	Бесплодные земли	Водные земли
Липецкая область	+8 268	+1 271	+328	-3 239	-5 658	-41	-929

Примечание:

+ площадь увеличилась;

- площадь уменьшилась

Материалы дистанционного зондирования территории региона свидетельствуют о «забрасывании» и последующем зарастании сельскохозяйственных угодий древесной растительностью.

Таблица 10. Относительные показатели изменения характера землепользования в Липецкой области в период 2001-2009 гг., % к 2001 году

Регион	Лес	Кустарник	Пастбища	Посевы с/х культур	Молодой лес	Бесплодные земли	Водные земли
Липецкая область	+5	+251	+6	-0.1	-45	-75	-36

Примечание:

+ площадь увеличилась;

- площадь уменьшилась

В таблице приведена стоимостная оценка изменения землепользования. Липецкая область имеет незначительный положительный показатель роста экосистемных услуг, что связано с отмеченным выше увеличением площади лесных экосистем, которые интенсивно поглощают парниковые газы (Таблица 11).

Таблица 11. Изменение общей стоимости экосистемных услуг земель Липецкой области в период 2001 - 2009 гг., млн. долл. США

Регион	Лес	Кустарник	Пастбища	Посевы с/х культур	Молодой лес	Бесплодные земли	Водные земли	Общее изменение стоимости
Липецкая область	+24.9	+2.0	+0.9	-2.8	-9.0	-0.01	-7.9	+8.2

Примечание:

+ стоимость экосистемных услуг увеличилась;

- стоимость экосистемных услуг уменьшилась

В таблице (Таблица 12) показано, что площадь деградированных земель в Липецкой области больше площади «улучшенных» земель (за счет падения общего уровня продуктивности растительности - снижение индекса NDVI на исследуемом промежутке времени). Как известно, классификация земель по методике фон Брауна проводится с помощью спутниковых данных MODIS. Это метод определяет вегетационный индекс NDVI в качестве основного индикатора деградации земель и/или роста вегетации (биопродуктивности) (von Braun, Gerber, 2012; von Braun, Gerber, Mirzabaev, Nkonya, 2012; von Braun, Gerber, Mirzabaev, Nkonya, 2013; Дружинин, 2015; Кулистикова, 2019;

Новикова, Григорьев, Вагурин, Чумейкина, 2017; Nkonya, 2011, 2012). Следовательно, территории, на которых биопродуктивность снизилась, считаются подверженными деградации: например, деградируют те пахотные земли, на которых снизилась урожайность сельскохозяйственных культур.

Таблица 12. Сравнение динамики площади деградированных и «улучшенных» земель Липецкой области в период 2001-2009 гг., га

Регион	Площадь деградированных земель	Площадь «улучшенных» земель	Соотношение деградированных земель к «улучшенным»
Липецкая область	112 755	44 878	2.5

Если же значение вегетационного индекса растет на некоторой территории, то эти земельные площади считаются подверженными «улучшению» (для пашни это выражается в росте урожайности). Точно также вегетационный индекс может расти и падать на всех других видах землепользования: лес, молодой лес, пастбища, кустарник. Таблица 12 фиксирует сумму всех земель (по всем видам землепользования), на которых NDVI снизился – т.е. земли входят в категорию подверженных деградации (112 755 га), и на которых показатель NDVI вырос (территории с ростом NDVI занимают площадь 44 878 га). Отличие таблицы (Таблица 12) от таблицы (Таблица 9) заключается в том, что здесь учтен рост биопродуктивности внутри каждой выделяемой группы земель, а в Таблица 9 - показаны «переходы» из одной группы земель в другую (Макаров, Цветнов и др., 2019).

Таким образом, площади земель подверженных деградации (снижению биопродуктивности) в Липецкой области в период с 2001 г. по 2009 г. существенно превышали площади земель, где биопродуктивность росла. Указанная закономерность полностью соответствовала ситуации в сельском хозяйстве в нашей стране, сложившейся к началу 2000-х годов, когда деградация земель достигла значительных масштабов (Деградация и охрана почв, 2002). Такие неблагоприятные процессы, как агроистощение, эрозия, подкисление почв, зарастание пашни и т.д. существенным образом проявились

в России именно в те годы – 90-е и первое десятилетие 21 века (Макаров, Цветнов и др., 2019).

Таблица 13. Экономическая оценка деградации земель Липецкой области (стоимость действия и бездействия против деградации, млрд. долл. США; соотношение стоимости бездействия к стоимости действия, безразмерная величина)

Регион	Экономическая оценка деградации земель, с учетом всех экосистемных услуг	Экономическая оценка деградированных земель, только потери производства сельхозпродукции	Стоимость действия против деградации - за 6 лет	Стоимость действия против деградации - за 30 лет	Оценка возможностей (т.е. что стоимость товаров и услуг при текущем землепользовании)	Стоимость бездействия против деградации - за 6 лет	Стоимость бездействия против деградации - за 30 лет	Соотношение бездействия к действию за 6 лет	Соотношение бездействия к действию за 30 лет
Липецкая область	0.040	0.017	0.118	0.120	0.105	0.289	0.625	2.44	5.21

Результаты расчетов, выполненных по методике Й. фон Брауна (Таблица 13), показывают, что стоимость бездействия в Липецкой области выше стоимости действия против деградации (и на 6-летнем горизонте планирования, и на 30-летнем горизонте планирования). Это означает, что восстановление (улучшение) продуктивности земель и поддержка экосистемных услуг экономически оправданы (Nkonya E.(2011, 2012), von Braun J.(2012, 2013).

Данное заключение подтверждается результатами практической деятельности в регионе. В последние годы наметилась положительная тенденция роста продуктивности пахотных земель Липецкой области, которая тесно связана с увеличением использования минеральных и органических удобрений, химических мелиорантов (Таблица 14) (Макаров, Цветнов и др., 2019). Если 2000-2004 гг. в области вносилось чуть больше 30 кг д.в. на гектар минеральных удобрений, около 1 т/га органических удобрений и от 20 до 40 кг/га мелиорантов, то в настоящее время в почвы вносятся, соответственно, почти 90 кг д.в. на гектар пашни минеральных, более 3 т/га органических

удобрений и почти 100 кг/га мелиорантов. Продуктивность пашни соответственно выросла с 14 до 30 ц. зерн. ед./га (Сискевич, 2016).

Таблица 14. Продуктивность пашни Липецкой области в зависимости от внесения удобрений и мелиорантов

Годы	Внесение удобрений и мелиорантов			Урожайность, ц. зерн. ед./га
	Минеральных, кг д.в./га	Органических, т/га	CaCO ₃ , кг/га	
2000	35	0,8	21	14,1
2001	31	0,9	44	17,5
2002	35	1,1	30	19
2003	43	1,1	30	21,2
2004	43	1,2	44	21,7
2005	57	1,8	44	23,1
2006	73	2	44	23,1
2007	72	2,4	35	23,1
2008	80	2,8	43	33,2
2009	71	3,1	44	31,4
2010	77	2,4	119	16
2011	84	3,2	98	29,8
2012	92	3,4	87	30,6
2013	82	3,2	55	33,4
2014	86	3,1	95	30

Таким образом, исследование динамики землепользования и NDVI растительного покрова в Липецкой области в период 2001 – 2009 гг. по данным дистанционного зондирования MODIS показало развитие в этот период деградационных процессов, приведших к снижению величины указанного вегетационного индекса. Проведенная вслед за этим экономическая оценка действия и бездействия (методика Й. фон Брауна) выявила экономическую оправданность инвестиций в восстановление продуктивности земель региона

и поддержку экосистемных услуг на 6-летнем и 30-летнем горизонтах планирования. Достаточно высокий уровень современного состояния сельскохозяйственного производства области на практике подтверждает адекватность проведенного эколого-экономического анализа.

4.2 Подходы к разработке систем Устойчивого Землепользования на основе оценки действия/бездействия (расчеты)

Чтобы разработать систему Устойчивого Землепользования на основе оценки действия/бездействия необходимо определить выигрыши и затраты от внедрения данной системы по отношению к деградации земель Липецкой области в части фактического учета экосистемных услуг почв.

Для определения выгод и затрат от внедрения систем устойчивого землепользования в сельском хозяйстве Липецкой области был проведен анализ на трех уровнях административно-хозяйственного устройства – региона, муниципалитетов и отдельных агрохозяйств. Это связано с тем, что в настоящее время отсутствует унифицированная система показателей для оценки плодородия почв, деградации земель и качества обработки сельскохозяйственных угодий. В каждой ситуации использовались специфические показатели, отражающие различные элементы экономического и сельскохозяйственного развития региона, а также касающиеся вопросов плодородия почв и деградации.

Уровень региона

Сопоставление урожайности и характеристик объемов вносимых органических и минеральных удобрений, а также изучение динамики количества посевных площадей в Липецкой области позволит лучше изучить текущее состояние сельскохозяйственных земель в регионе и насколько рационально используются посевные площади.

В Липецкой области за период 2006-2016 гг. посевная площадь в хозяйствах всех категорий выросла на 23% и достигла уровня 1330 тыс. га.

На графике внесения минеральных удобрений (Рисунок 7) показано, что в сельскохозяйственных организациях внесение минеральных удобрений увеличилось с 99 до 121 кг действующего вещества на 1 га посевной площади.



Рисунок 7. Внесение минеральных удобрений в сельскохозяйственных организациях (СХО) Липецкой области

Показатель внесения минеральных удобрений на единицу посевной площади в сельскохозяйственных организациях (СХО) Липецкой области долгое время держался на уровне 88-104 кг/га, но в период 2015-2016 гг. поднялся до уровня 121 кг/га. Это - позитивная тенденция, поскольку она свидетельствует о том, что сельхозпроизводители пытаются восстановить баланс плодородия пашни в Липецкой области за счет увеличения доз минеральных удобрений, содержащих макроэлементы питания растений.

На графике приводится динамика внесения органических удобрений в сельскохозяйственных организациях Липецкой области (Рисунок 8). Динамику внесения органических удобрений в Липецкой области можно разделить на два этапа: 2006-2012 гг. и 2013-2016 гг. В первый этап объемы внесения органических удобрений в сельскохозяйственных организациях Липецкой области выросли почти в 2 раза: с 1,6 т/га посевов до 3 т/га посевов. После 2012 года дозы внесения органики стали снижаться и к 2016 году достигли уровня 2,3 т/га, что (тем не менее) на 25% выше доз в 2006 году.

Однако, текущие объемы внесения органических удобрений в Липецкой области явно недостаточны для поддержки плодородия сельскохозяйственных почв региона (для сравнения: в 2016 году в Белгородской области внесли органических удобрений 7,2 т/га).



Рисунок 8. Внесение органических удобрений в Липецкой области (только по СХО)

Для того, чтобы посчитать общую урожайность основных сельскохозяйственных культур, показатель валовых сборов каждой культуры в отдельности был переведен в эквивалент зерновых единиц. Перевод сельскохозяйственных культур в зерновые единицы осуществлялся с использованием коэффициентов перевода, утвержденных Приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 06.07.2017 № 330 «Об утверждении коэффициентов перевода в зерновые единицы сельскохозяйственных культур»).

На графике приведено сравнение показателя динамики урожайности и динамики посевных площадей в хозяйствах всех категорий Липецкой области за период 2006 – 2016 годов (Рисунок 19). Учтено производство зерновых и зернобобовых культур, масличных культур, сахарной свеклы, картофеля, овощей, бахчевых культур, а также кормовых культур (в том числе, - однолетних и многолетних трав). Так, для зерновых и зернобобовых культур

использовался коэффициент 1, для сои – 1,17, подсолнечника – 1,47, для картофеля – 0,25, для сахарной свеклы – 0,26, овощей открытого грунта – 0,16 и т.д.



Рисунок 9. Сопоставление посевных площадей и урожайности основных растениеводческих культур в Липецкой области (в агрохозяйствах всех категорий)

За период 2006-2016 гг. урожайность основных продовольственных культур (выраженная в пересчете на зерновой эквивалент) выросла на 55% и достигла 40 ц/га в 2016 году. Таким образом, рост урожайности за исследуемый период в два раза опережал рост посевных площадей в регионе, что было достигнуто благодаря использованию современных технологий и увеличению внесения минеральных удобрений.

Таким образом, согласно полученным расчетам урожайности в зерновых единицах сельскохозяйственных культур в Липецкой области и по имеющимся данным по минеральным и органическим удобрениям, можно сделать вывод о том, что увеличение доз внесения их в почву способствовало росту урожайности растениеводческих культур в Липецкой области. Если рост внесения минеральных и органических удобрений в период 2006-2016 гг. составил 25 и 23% соответственно, то урожайность (выраженная в зерновых единицах) увеличилась на 52%. Указанный прирост урожайности, по-

видимому, связан не только с увеличением доз удобрений, но и с использованием современных технологий обработки почвы и с переходом на более качественный посевной материал.

Уровень муниципалитетов

Перейдем к анализу почвенных показателей, которые представлены в разрезе муниципальных районов Липецкой области. Сопоставление почвенных и экономических характеристик позволяет лучше изучить возможную взаимосвязь между деградацией земель в регионе (в том числе, эрозии сельскохозяйственных почв) и результатами деятельности агрохозяйств региона, которые выражены показателями урожайности основных продовольственных культур, а также выручки и затрат в растениеводстве.

Для корректного анализа экономики деградации земель (ЭДЗ) в Липецкой области исследовались не только климатические, ландшафтные и орографические характеристики муниципальных районов Липецкой области, но также показатели эрозии почв, деградации земель, урожайности основных сельскохозяйственных культур и стоимости продукции растениеводства. Это было необходимо для установления взаимосвязи между показателями природно-ресурсного потенциала (в том числе, деградации земель) и экономическими характеристиками сельскохозяйственных производителей Липецкой области.

Для удобства проведения расчетов все муниципальные районы региона были (в соответствии со своим географическим положением) разделены на группы – Центральные, Восточные, Северные, Западные, Юго-Западные и Юго-Восточные.

В таблице ниже представлены данные различных показателей деградации земель и эрозии сельскохозяйственных почв в муниципальных районах Липецкой области, собранные по разным источникам за последние 20 лет (Таблица 15).

Таблица 15. Различные показатели деградации земель и эрозии сельскохозяйственных почв Липецкой области по районам

Источник	В.С. Столбовой и др., 1999	Е.В. Недикова, С.В. Масленникова, П.В. Бакулина, 2017			Л.В. Замятина, 2004	Евро-союз, 2012; Borrelli et al 2017
Муниципальные районы Липецкой области	Доля деградированных земель в с/х угодьях, %	Общая площадь сельскохозяйственных угодий, тыс. га	Потенциально эрозионно опасные земли, тыс. га	Доля потенциально эрозионно-опасных земель от общей площади сельскохозяйственных угодий, %	Площадь оврагов, га/км	Средний уровень эрозии почв в год, т/га
Долгоруковский	48,8	78,2	35,4	45,27	0,35	0,93
Елецкий	30,0	90,2	38,7	42,90	0,43	0,40
Задонский	29,8	95,8	43,4	45,30	0,43	0,74
Лебедянский	23,2	107,3	32,3	30,10	2,92	1,01
Грязинский	56,3	73,5	22,1	30,07	0,08	0,46
Добринский	64,0	138,1	2,5	1,81	0,03	0,50
Краснинский	32,6	72,3	35,7	49,38	0,53	0,27
Усманский	47,7	122,7	18,0	14,67	0,04	0,47
Хлевенский	31,4	63,5	25,0	39,37	0,74	0,37
Липецкий	43,2	126,5	46,8	37,00	0,47	0,18
Измалковский	38,4	87,3	44,5	50,97	0,87	0,34
Добровский	н.д.	77,6	15,7	20,23	0,44	0,26
Тербунский	50,0	91,2	45,0	49,34	0,11	0,51
Становлянский	50,0	104,7	49,9	47,66	0,41	0,44
Воловский	55,6	63,6	29,7	46,70	0,18	0,52
Данковский	44,3	149,0	68,0	45,64	1,02	0,35
Чаплыгинский	46,6	110,0	27,9	25,36	0,15	0,13
Лев-Толстовский	50,0	76,6	26,6	34,73	0,71	0,35

По данным В.С. Столбового и др. (1999), рост деградации сельскохозяйственных угодий отмечается в направлении от Центральных районов в сторону Северных районов: так, в Елецком, Задонском и Лебедянском районах уровень деградированных почв среди сельскохозяйственных угодий находится в диапазоне 20-50%, а в Северных районах (Данковский, Чаплыгинский и Лев-Толстовский) – составляет 44-50% от площади сельскохозяйственных угодий соответствующего муниципального района.

Эти результаты отличаются от спутниковых данных Евросоюза (Евросоюз, 2012; Borelli et al, 2017) по данному региону: там в Северных районах области уровень эрозии почв составляет 0,13-0,35 т/га в год, в то время как в Центральных районах (Долгоруковский, Задонский и Лебедянский) – средний уровень эрозии почв находится в диапазоне 0,74-1,01 т/га в год.

Другие исследования показывают иное распределение наиболее явных эрозийных районов Липецкой области. Так, в работе Е.В. Недиковой, С.В. Масленниковой и П.В. Бакулиной (2017) наименьшие значения потенциально эрозионноопасных сельскохозяйственных угодий находятся в Добровском, Усманском и Чаплыгинском районах (от 14 до 25% земель) – их всех можно отнести к Восточным районам области, находящимся на Окско-Донской равнине. По результатам расчетов по данной методике, доля потенциально эрозионноопасных сельскохозяйственных почв увеличивается в направлении от Восточных районов к Центральным и Западным районам (например, Измалковский, Долгоруковский и Задонский районы, характеризующиеся диапазоном 40-50% потенциально эрозионноопасных земель).

По данным Л.В. Замятиной (2004), площадь оврагов наименьшая в Восточных и Юго-Восточных районах области – 0,03-0,08 га/км² (Добринский, Усманский, Грязинский). Самые значительные по площади овраги находятся в Лебедянском районе – 2,92 га/км² и на Севере области (в Данковском районе) – 1,02 га/км². Эти результаты свидетельствуют о том, что разброс значений показателя по районам Липецкой области сильно отличается для различных показателей, что мешает однозначно сделать вывод о том, какой из природно-климатических и эрозионных факторов в большей степени характеризует тот или иной муниципальный район, и как это влияет на экономические процессы в сельском хозяйстве области.

В таблице (Таблица 16) представлены данные по посевным площадям и стоимости продукции растениеводства за период 2013-2016 гг. Липецкой области по районам (по данным Росстата, в хозяйствах всех категорий).

Районы здесь расположены в том же порядке, что и в таблице (Таблица 15). Из таблицы (Таблица 16) следует, что стоимость продукции растениеводства на 1 га посевной площади значительно отличается по районам. Это указывает на то, что эффективность производства растениеводческой продукции имеет существенные различия по районам.

Таблица 16. Экономические показатели в растениеводстве различных муниципальных районов Липецкой области, в хозяйствах всех категорий

Расположение муниципального района в пределах области	Районы Липецкой области	Посевная площадь в 2016 году, га	Средняя стоимость продукции растениеводства в период 2013-2016 гг., тыс.руб./га	Стоимость продукции растениеводства на единицу посевов, тыс. руб./га
Центр	Долгоруковский	65 271	3 585 466	57,112
Центр	Елецкий	66 867	3 327 493	55,299
Центр	Задонский	73 525	3 655 257	52,818
Центр	Лебедянский	83 280	4 192 220	51,774
Восток	Грязинский	62 266	2 911 180	48,513
Юго-Восток	Добринский	109 240	5 246 937	47,370
Центр	Краснинский	54 276	2 407 425	46,072
Восток	Усманский	88 434	3 822 683	40,464
Восток	Хлевенский	50 472	1 888 814	37,829
Восток	Липецкий	85 456	3 220 030	36,985
Запад	Измалковский	64 816	2 225 878	35,772
Восток	Добровский	64 113	2 266 418	35,650
Юго-Запад	Тербунский	78 780	2 756 664	35,272
Запад	Становлянский	78 268	2 597 877	35,210
Юго-Запад	Воловский	55 870	1 879 696	34,491
Север	Данковский	105 731	3 289 603	34,224
Север	Чаплыгинский	93 729	2 985 125	31,776
Север	Лев-Толстовский	61 584	1 586 464	25,687
	Итого по области	1 341 977	53 845 227	41,065

Так, в Северных районах области (Данковский, Чаплыгинский и Лев-Толстовский районы) уровень стоимости продукции растениеводства находится в диапазоне 25-34 тыс. руб./га посевов. При движении с Севера в Центр и на Запад Липецкой области эффективность возделывания посевных

площадей увеличивается почти в 2 раза и достигает показателя 57 тыс. руб./га в Долгоруковском районе.

Средний уровень стоимости продукции растениеводства составляет 41 тыс. руб./га. Во многих районах Востока, Севера и даже некоторых западных частях области уровень стоимости продукции значительно ниже – от 25 тыс. руб./га до 40 тыс. руб./га. Считаем, что в этих муниципальных районах вкладывается недостаточно денежных средств для более интенсивного земледелия. Следует здесь предположить, что с ростом затрат на единицу посевов можно добиваться не только увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, но и восстановления плодородия почв.

Уровень агрохозяйств

Для оценки влияния деградации земель на экономические показатели был проведен статистический анализ по некоторым экономическим показателям. Использовалась база данных сельскохозяйственных организаций Липецкой области за 2013 г. по 154-м хозяйствам общей площадью посевов 1 млн. гектар.

В базе данных присутствовали показатели затрат в растениеводстве, посевных площадей и валовых сборов зерна, сои, сахарной свеклы, подсолнечника, картофеля и овощей открытого грунта, а также показатели себестоимости, выручки от реализации продукции и размеров государственной поддержки (Макаров и др., 2019).

Так как в базе данных не у всех хозяйств был полный набор данных по выбранным показателям, то выборку пришлось сократить по этому критерию (наличие всех показателей), в результате чего для анализа осталось 147 хозяйств. Далее для более детального анализа были отобраны несколько хозяйств из Долгоруковского и Лев-Толстовского района, поскольку для детального анализа по районным данным между хозяйствами должно быть сильное различие: в Долгоруковском получают 57 тыс. руб./ га, а в Лев-Толстовском – 25,6 тыс. руб./ га (в среднем за 2013-2016 гг.).

В таблице ниже приведены результаты исследований, в которых показаны высокие различия продуктивности хозяйств внутри одного муниципального района (Таблица 17).

Таблица 17. Сопоставление затрат и урожайности сельскохозяйственных культур в выбранных хозяйствах Долгоруковского и Лев-Толстовского районов Липецкой области в 2013 году

Номер хозяйства	Муниципальный район	Вся посевная площадь хозяйств, га	Итого затрат в растениеводстве (руб./га посевов)	Урожайность зерновых ед. (по 6-ти культурам), ц/га
111	Долгоруковский	19 042	30 484	56,9
58	Долгоруковский	514	22 191	29,0
41	Долгоруковский	3 774	17 247	42,3
143	Долгоруковский	3 670	15 861	40,4
56	Долгоруковский	301	12 635	27,3
45	Долгоруковский	9 396	12 024	29,3
47	Долгоруковский	1 100	9 847	23,9
115	Долгоруковский	400	8 520	22,2
25	Долгоруковский	300	4 957	21,4
55	Лев-Толстовский	4 694	23 980	49,3
4	Лев-Толстовский	2 276	18 697	41,2
60	Лев-Толстовский	10 589	12 459	25,5
10	Лев-Толстовский	14 729	12 308	30,0
132	Лев-Толстовский	42 588	11 937	26,0
139	Лев-Толстовский	2 490	8 560	12,9
33	Лев-Толстовский	1 620	7 285	17,0

Анализ таблицы (Таблица 17) показывает, что хозяйства двух районов – Долгоруковского (Центрально-Западная часть области) и Лев-Толстовского (Северная часть области) очень сильно отличаются. В Долгоруковском районе площадь посевов в одном хозяйстве лежит в диапазоне от 300 га до 19042 га (при разбросе урожайности от 21 ц/га до 57 ц/га). В Лев-Толстовском районе размер хозяйств имел еще более сильную вариабельность – от 1,6 тыс. га до 42 тыс. га, а урожайность варьировала от 17 ц/га до 49 ц/га.

Затраты в растениеводстве в выбранных хозяйствах находились в более сопоставимом диапазоне. В Долгоруковском районе уровень затрат в

растениеводстве колебался от 5 тыс. руб./га до 30 тыс. руб./га, а в Лев-Толстовском районе – от 7 тыс. руб./га до 24 тыс. руб./га.

Самое крупное хозяйство Долгоруковского района (№111), площадью 19 тыс. га, имело самые высокие значения уровня интенсивности в производстве растениеводческих культур (30 тыс. руб./га) и урожайности зерновых единиц (почти 57 ц/га) среди хозяйств обоих районов. Таких значительных показателей это хозяйство достигло благодаря насыщенному севообороту, куда входят не только зерновые культуры, но и соя, подсолнечник, сахарная свекла и картофель. Во всех других хозяйствах зерновые культуры, как правило, чередуются только с подсолнечником, а также с соей (последняя культура есть еще в одном хозяйстве Долгоруковского района и в трёх хозяйствах Лев-Толстовского района).

В Лев-Толстовском районе самое крупное хозяйство (№132) имеет площадь 42 тыс. га. Из них 33 тыс. га занимают суммарно зерновые, соя и подсолнечник (сахарная свекла, картофель и овощи в данном хозяйстве не выращиваются). Урожайность в этом хозяйстве составляет 26 ц/га. Примечательно, что уровень затрат в растениеводстве здесь почти в 3 раза ниже, чем в хозяйстве Долгоруковского района и составляет 12 тыс. руб. в пересчете на 1 гектар всей посевной площади. То есть, самые крупные хозяйства этих районов сильно отличаются по характеру и размеру инвестиций, по размеру площади, по структуре посевов, а также по интенсивности возделывания растениеводческих культур, иными словами, - по общей урожайности зерновых единиц.

Хозяйство из Долгоруковского района можно считать эталоном, поскольку оно выращивает широкий набор культур (разнообразный севооборот), вкладывает значительные средства в растениеводство (самые значительные затраты на единицу площади среди представленных хозяйств) и получает наиболее высокую урожайность (57 ц/га) – выше, чем самое крупное хозяйство Лев-Толстовского района (26 ц/га) и даже выше, чем средняя урожайность по области (40 ц/ с 1 га – см. Рисунок 9). Следовательно, можно

предположить, что это хозяйство находится на пути устойчивого развития и предположительно (на основании косвенных характеристик) использует технологии устойчивого земледелия.

Далее нам необходимо оценить, какова стоимость перехода хозяйства из Лев-Толстовского района (хозяйство №132) на технологии самого крупного, «дорогого» и эффективного хозяйства Долгоруковского района (хозяйство №111). Для этого необходимо воспользоваться методологией экономики деградации земель Й. фон Брауна. С помощью данной модели можно дать оценку «действия» и «бездействия» относительно практик, приводящих к деградации сельскохозяйственных земель. Методология фон Брауна – это своеобразный расчет рентабельности проекта, где практика, приведшая к деградации земель, всегда дешевле (в пересчете на 1 га), чем почвосберегающие (практика устойчивого развития) технологии в растениеводстве.

В наших расчетах по методике Й. фон Брауна были использованы еще два примера хозяйств с высокой урожайностью и высоким уровнем затрат (относительно хозяйства № 132 из Лев-Толстовского района) – хозяйство №41 из Долгоруковского района и хозяйство №55 из Лев-Толстовского района. Это необходимо для понимания того, что экономически наиболее рентабельно переходить только в такой тип хозяйства, который разительно отличается от уже освоенных практик (то есть, в экономическом смысле будет гораздо дороже) (Таблица 18).

Результаты показывают (Таблица 18), что если действительно хозяйство №132 из Лев-Толстовского района способно перейти на более устойчивые и высокоурожайные технологии, то имеет смысл переходить только на уровень хозяйства №111 из Долгоруковского района. В этом случае коэффициент ЭДЗ по соотношению «бездействия» к «действию» против деградации земель будет больше 1 (1,06), то есть рентабельность данного проекта в 20-летнем периоде составит 106%, учитывая широкий спектр затрат и изменений в технологическом укладе, которые были заложены в стоимость внедрения

более дорогих методов земледелия (30484 руб./га, как в хозяйстве №111 Долгоруковского района), так и в стоимости ежегодного ухода, который определяется разностью между затратами дорогого хозяйства (№111 из Долгоруковского района) и текущими затратами в хозяйстве №132 Лев-Толстовского района.

Таблица 18. Сценарии развития возможного перехода хозяйства номер 132 из Лев-Толстовского района в другие хозяйства области (с более высокой выручкой и урожайностью)

Переменные	Хозяйство №111	Хозяйство №41	Хозяйство №55	Единица измерения
Стоимость «дорогой» земли (выручка с 1 гектара эталонного хозяйства, в ценах 2013 г).	47 638	26 224	30 335	руб./га
Стоимость закладки «дорогой» земли	30 484	17 241	23 980	руб./га
Стоимость ежегодного ухода за «дорогой» землей	18 547	5 304	12 043	руб./га
Стоимость «действия» на период 20 лет	10 636 384 644	6 227 278 761	8 470 951 988	руб.
Стоимость «бездействия» на период 20 лет	11 222 948 306	4 199 093 530	5 547 513 581	руб.
Соотношение «бездействия» к «действию»	1,06	0,67	0,65	
Стоимость «дешевой» земли (выручка растениеводства с 1 га в ценах 2013 года), хозяйство Лев-Толстовского района № 132	13 422	13 422	13 422	руб./га
Справочно - соотношение «дорогой» земли к «дешевой» земле	3,55	1,95	2,26	
Площадь деградированного участка	42000	42000	42000	га

Два других предложенных варианта оказываются нерентабельными (показатель ЭДЗ по соотношению «бездействия» к «действию» меньше 1), поскольку изменения в стоимости ежегодных затрат или стоимости закладки нового (более дорогого) вида землепользования не покрываются выручкой (показатель «стоимость дорогой земли»), поскольку новый вид землепользования не приносит желаемой выручки, которая должна быть

значительно больше текущей. Для анализа последнего показателя в таблице справочно представлены показатели соотношения между выручкой с текущего вида землепользования (выручка от реализации продукции растениеводства в пересчете на 1 га посевной площади) и выручкой от желаемого (эталонного) нового вида землепользования.

Результаты расчетов по методу «действия» и «бездействия» показывают, что поиск технологий устойчивого развития для выбранного хозяйства является непростой исследовательской задачей. В проведенных исследованиях предполагалось, что некоторое выбранное хозяйство из района с условно худшей ситуацией с деградацией земель может легко трансформироваться в хозяйство-эталон из другого района, где деградация земель меньше. Однако, наши расчеты с помощью методологии экономики деградации земель (ЭДЗ) по методу оценки «действия» и «бездействия» против деградации земель показывают, что переход проблемного хозяйства на другой уровень с помощью увеличения затрат на единицу возделываемых угодий (как правило, пашни) не всегда оправдан.

Это означает, что нужно не только пытаться найти более дешевые технологии устойчивого развития, но и совершенствовать методы государственной поддержки по переходу с «неустойчивых» путей землепользования к технологиям устойчивого развития в растениеводстве и земледелии.

ГЛАВА 5

РАСЧЕТ ИНДЕКСА НЕЙТРАЛЬНОГО БАЛАНСА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ВСЕЙ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Нейтральный баланс деградации земель (НБДЗ) рассчитывался с использованием модуля Trends.Earth (Тренды.Земля) в QGIS 3.30.1. В первую очередь, производится расчет субиндикаторов и индикатора ЦУР 15.3.1 для базового периода. За базовый период времени (исторический период) рекомендовано брать промежуток времени с 01.01.2001 по 31.12.2015.

Нейтральный баланс деградации земель, отражающий современное состояние территорий, рассчитывается путем сравнения базового (исторического) периода с периодом прогресса (периодом сравнения) двумя способами: стандартным и адаптированным методом (с добавлением региональных наборов данных о содержании углерода в почве).

1) Стандартный метод расчета НБДЗ заключается в сравнении базового периода с периодом прогресса (периодом сравнения) по трем основным субиндикаторам, рекомендованным UNCCD: продуктивность земель, изменение наземного покрова, органический углерод в почве.

Базовым периодом явился промежуток времени с 01.01.2001 по 31.12.2015, период прогресса с 01.01.2005 по 31.12.2019.

2) Адаптированный метод расчета НБДЗ заключается в том, что в расчеты модуль Trends.Earth дает возможность включать пользовательские наборы данных по трем основным субиндикаторам, заменяя стандартные данные. В частности, при расчете НБДЗ адаптированным методом были добавлены региональные данные о запасе органического углерода в 30 см слое почвы (Крючков, 2022).

5.1 Оценка нейтрального баланса деградации земель в базовый период

Результаты оценки нейтрального баланса деградации земель в базовый период для Липецкой области приведены на рисунке и в таблице ниже (Рисунок 10, Таблица 19).

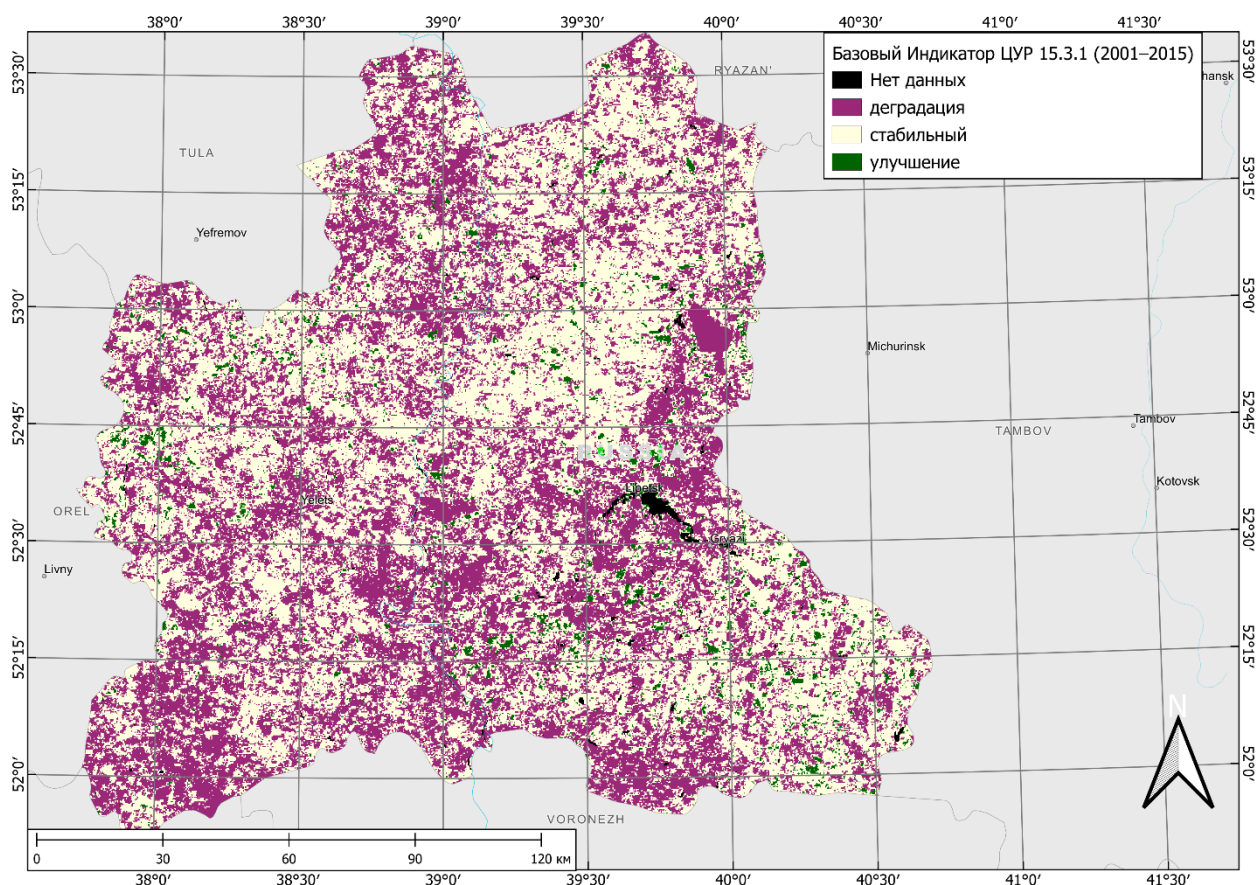


Рисунок 10. Индекс НБДЗ для земель Липецкой области с помощью Trends.Earth (базовый период 2001-2015)

Таблица 19. Расчет величины нейтрального баланса деградации земель для Липецкой области с помощью Trends.Earth (базовый период 2001-2015)

Категория деградированности (LDN)	Площадь земель по категориям, м2	Доля земель по категориям, %	Индекс НБДЗ, %
Нет данных	125709896,4	-	-39,1
Деградированные	10024839424	41,7	
Стабильные	13275510968	55,2	
Проградированные	627063570,3	2,6	
Общая площадь	24053123858		

В результате проведенных расчетов индекс НБДЗ для Липецкой области в базовый период в целом составляет -39,1%. Отрицательная величина индекса НБДЗ говорит о том, что в Липецкой области земли значительно подвержены деградации – порядка 41,7% земель деградированные и только 2,6% земель улучшились.

Расчет индекса НБДЗ по районам Липецкой области приведен в таблице ниже (Таблица 20).

Таблица 20. Индекс по районам Липецкой области с помощью Trends.Earth (базовый период 2001-2015)

Муниципальный район	Доля деградированных; %	Доля стабильных; %	Доля проградированных; %	Индекс НБДЗ, %
Воловский район	60,9	38,5	0,7	-60,2
Грязинский район	45,8	49,3	4,9	-40,9
Данковский район	46,3	52,3	1,4	-44,9
Добринский район	27,2	66,5	6,3	-20,9
Добровский район	37,6	58,9	3,5	-34,1
Долгоруковский район	44,1	54,9	1,0	-43,1
Елецкий район	43,7	55,1	1,2	-42,5
Задонский район	54,3	44,1	1,6	-52,7
Измалковский район	39,0	57,2	3,8	-35,2
Краснинский район	33,6	64,0	2,4	-31,2
Лебедянский район	33,3	64,4	2,3	-31,0
Лев-Толстовский район	31,2	67,2	1,5	-29,7
Липецкий район	43,5	53,6	2,9	-40,6
Становлянский район	36,0	61,2	2,7	-33,3
Тербунский район	53,9	45,6	0,4	-53,5
Усманский район	45,0	51,7	3,3	-41,7
Хлевенский район	51,6	45,1	3,3	-48,3
Чаплыгинский район	33,9	64,2	1,9	-32,0
Минимум				-60,2
Максимум				-20,9

Значения индекса НБДЗ по муниципальным районам Липецкой области в базовый (исторический) период варьировали в диапазоне от -60,2% до -20,9%. Отрицательные значения индекса НБДЗ зафиксированы для всех муниципальных районов Липецкой области. Наиболее низкие значения индекса НБДЗ зафиксированы в Воловском и Тербунском районе, по -60,2% и -53,5% соответственно.

5.2 Оценка современного состояния нейтрального баланса деградации земель, стандартная методика

Оценка индекса НБДЗ для территории Липецкой области осуществлена стандартным и адаптированным методом. Результаты оценки по стандартной методике приведены на рисунке и в таблицах ниже (Рисунок 11, Таблица 21, Таблица 22).

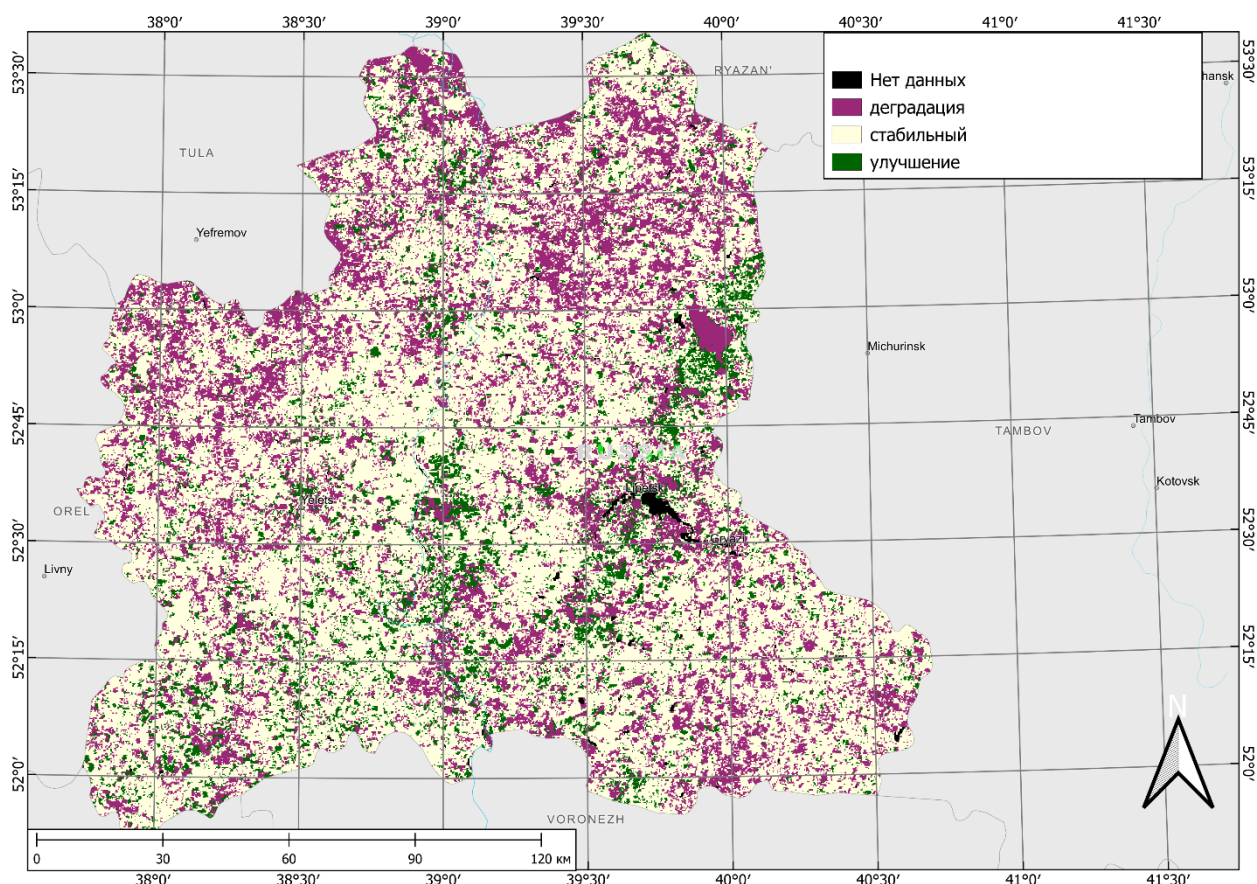


Рисунок 11. Индекс НБДЗ для земель Липецкой области с помощью Trends.Earth (базовый период 2001-2015, период прогресса 2005-2019)

Таблица 21. Индекс для Липецкой области с помощью Trends.Earth (базовый период 2001-2015, период прогресса 2005-2019)

Категория деградированности (LDN)	Площадь земель по категориям, м2	Доля земель по категориям, %	Индекс НБДЗ, %
Нет данных	125709896,4	-	-15,9
Деградированные	6203794086	25,8	
Стабильные	15341235914	63,8	
Проградированные	2382383555	9,9	
Общая площадь	24053123452		

Таблица 22. Индекс нейтрального баланса деградации земель по районам Липецкой области с помощью Trends.Earth (базовый период 2001-2015, период прогресса 2005-2019)

Муниципальный район	Доля деградированных; %	Доля стабильных; %	Доля проградированных; %	Индекс НБДЗ, %
Воловский район	17,2	69,5	13,3	-3,9
Грязинский район	27,3	59,9	12,8	-14,5
Данковский район	34,7	56,3	9,0	-25,7
Добринский район	23,1	72,0	4,8	-18,3
Добровский район	30,2	55,3	14,5	-15,7
Долгоруковский район	18,1	70,8	11,2	-6,9
Елецкий район	21,1	69,1	9,8	-11,3
Задонский район	15,9	65,2	18,8	2,9
Измалковский район	28,8	64,9	6,3	-22,5
Краснинский район	21,3	74,3	4,4	-16,9
Лебедянский район	27,2	65,9	6,9	-20,3
Лев-Толстовский район	41,3	54,4	4,3	-37,0
Липецкий район	21,6	67,3	11,1	-10,5
Становлянский район	36,2	59,3	4,5	-31,8
Тербунский район	18,1	66,5	15,4	-2,7
Усманский район	24,3	66,7	9,0	-15,3
Хлевенский район	25,7	60,9	13,4	-12,3
Чаплыгинский район	31,0	59,0	10,0	-21,0
Минимум				-37,0
Максимум				2,9

В результате проведенных расчетов индекс НБДЗ для Липецкой области в целом составляет -15,9%. Отрицательная величина индекса НБДЗ говорит о том, что при сравнении базового периода (01.01.2001-31.12.2015) с периодом прогресса (01.01.2005-31.12.19), в Липецкой области баланс между землями подверженными деградации (25,8%) и землями проградировавшими (9,9%) нарушен в негативную сторону.

Значения индекса НБДЗ по муниципальным районам Липецкой области варьировали в диапазоне от -37,0% до +2,9%. Отрицательные значения индекса НБДЗ зафиксированы для большинства муниципальных районов Липецкой области.

Положительный баланс деградации земель наблюдается в Задонском районе, здесь индекс НБДЗ составил +2,9, что говорит о позитивной динамике

и улучшении состояния земель. Также положительный индекс нейтральности деградации земель свидетельствует о том, что уже к концу 2019 года в Задонском районе достигнута цель в области устойчивого развития №15.3 – земли, затронутые деградацией, восстанавливаются и их состояние не ухудшается.

Стоит отметить, что незначительно низкие значения индекса НБДЗ (не менее -5%) зафиксированы в Воловском и Тербунском районе, по -3,9% и -2,7% соответственно.

Наиболее низкое значение этого показателя отмечено для Лев-Толстовского района – -37,0%. Величина деградировавших земель в этом районе составляет 41,3%, а проградировавших земель порядка 4,3%.

Основной вклад в нейтральность деградации земель для Липецкой области вносит показатель продуктивности (биологического отклика экосистемы). Это связано с тем, что этот показатель является ключевым индикатором, поскольку он рассчитывается на основе трех основных метрик продуктивности: тренда, производительности и состояния. Это дает возможность наиболее наглядно отображать изменения, происходящие в наземных экосистемах, как в положительную, так и в отрицательную сторону (Рисунок 12).

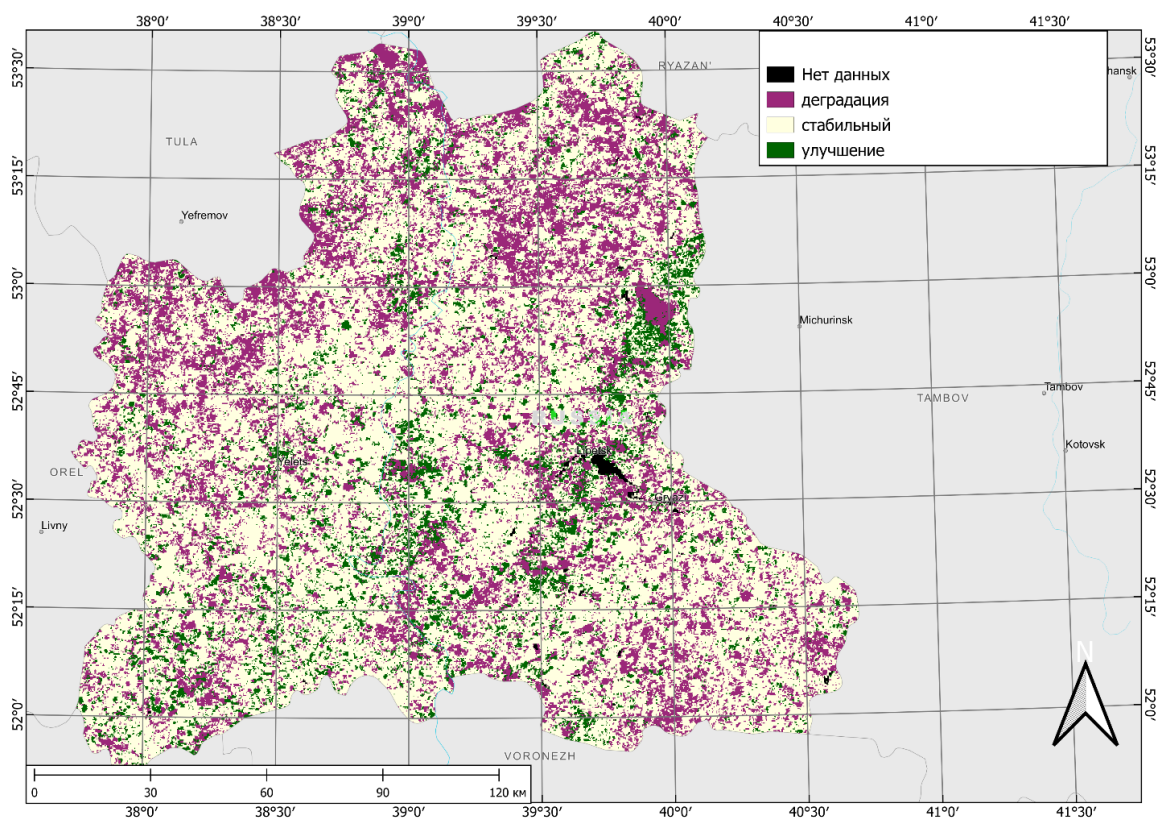


Рисунок 12. Сравнение снижения производительности (2001-2015 и 2005-2019)

Показатель изменения наземного покрова дает низкий вклад в нейтральный баланс деградации земель (Рисунок 13). Это связано с тем, что смена типа наземного покрова (переход земель из одной категории в другую) в Липецкой области не имеет повсеместный характер и затрагивает незначительные территории. Об этом может свидетельствовать «пятно деградации» в Добровском районе (северо-восточной части Липецкой области) – в 2001-2005 гг. на данной территории произошло стихийное бедствие, что привело к утрате леса площадью 6,6 тысяч гектар. Данная территория остается деградированной по настоящее время (Рисунок 14).

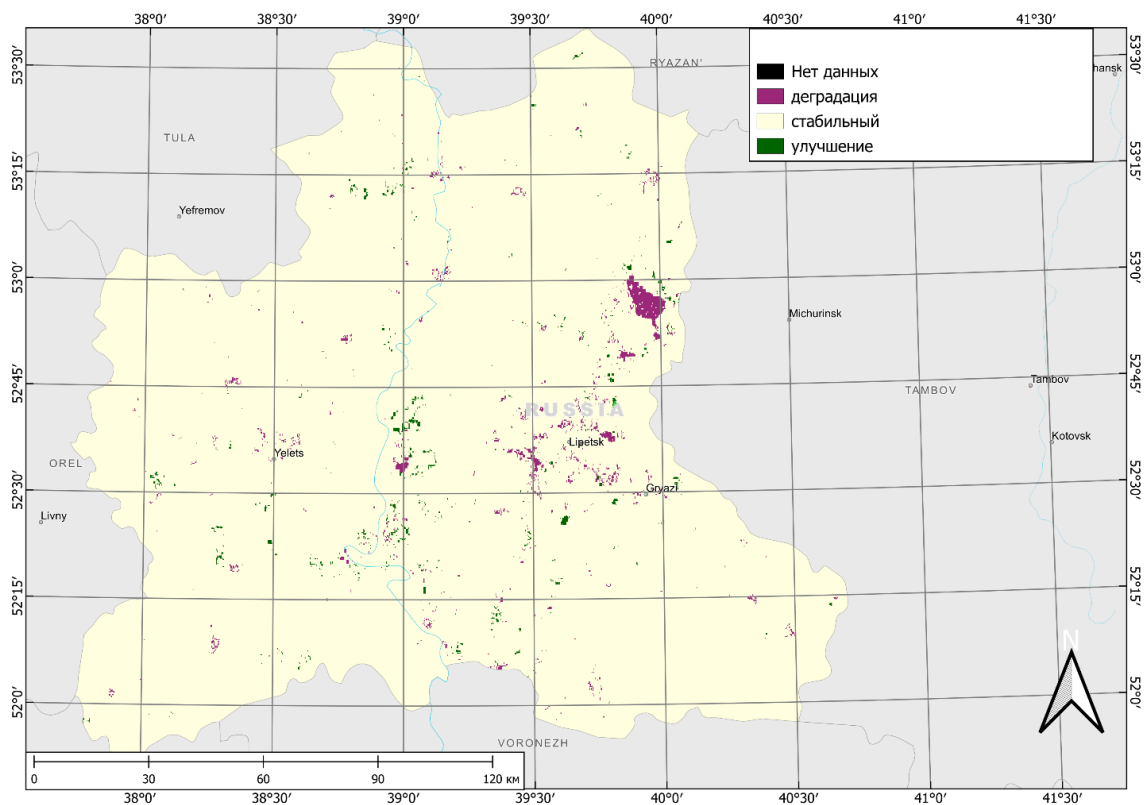


Рисунок 13. Сравнение деградации земного покрова (2001-2015 и 2005-2019)

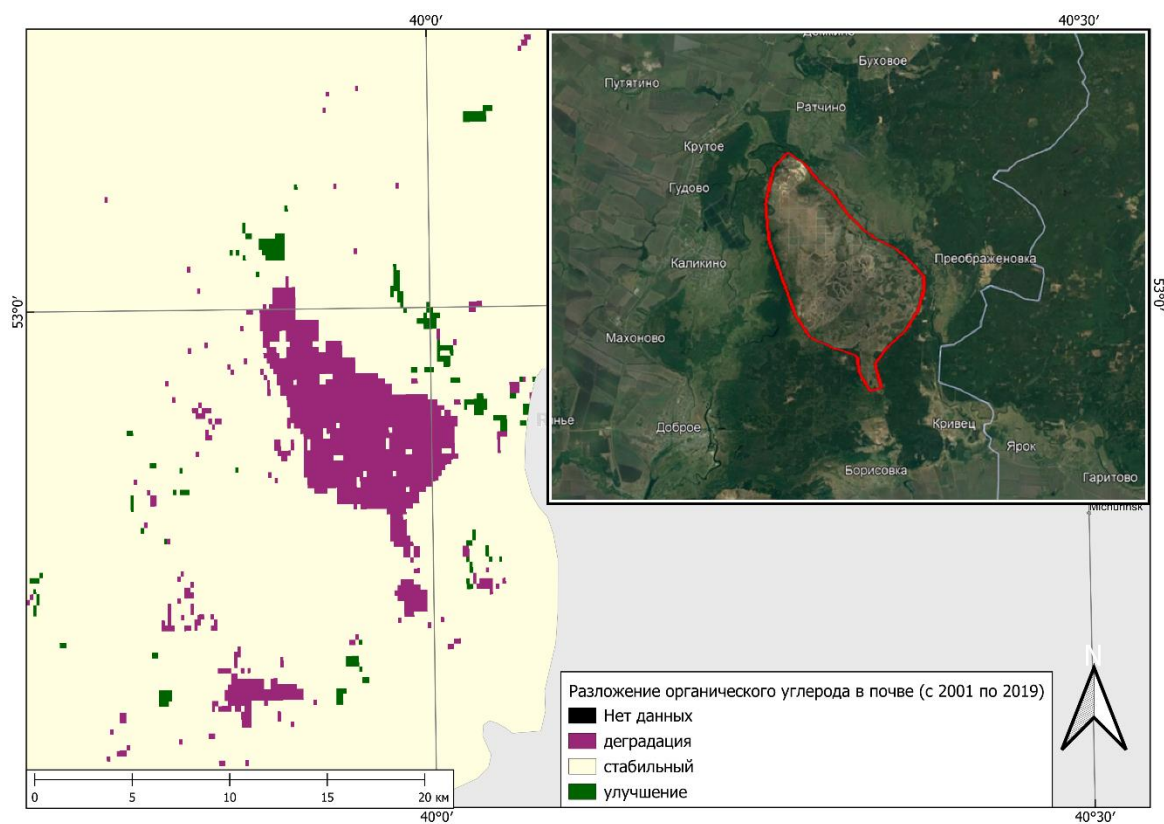


Рисунок 14. Утрата лесного массива в Добровском районе Липецкой области

Показатель изменения запаса почвенного органического углерода имеет наименьший вклад в НБДЗ (Рисунок 15). Это связано с тем, что процессы разложения органического углерода почвы протекают очень медленно и данные изменения носят локальный характер.

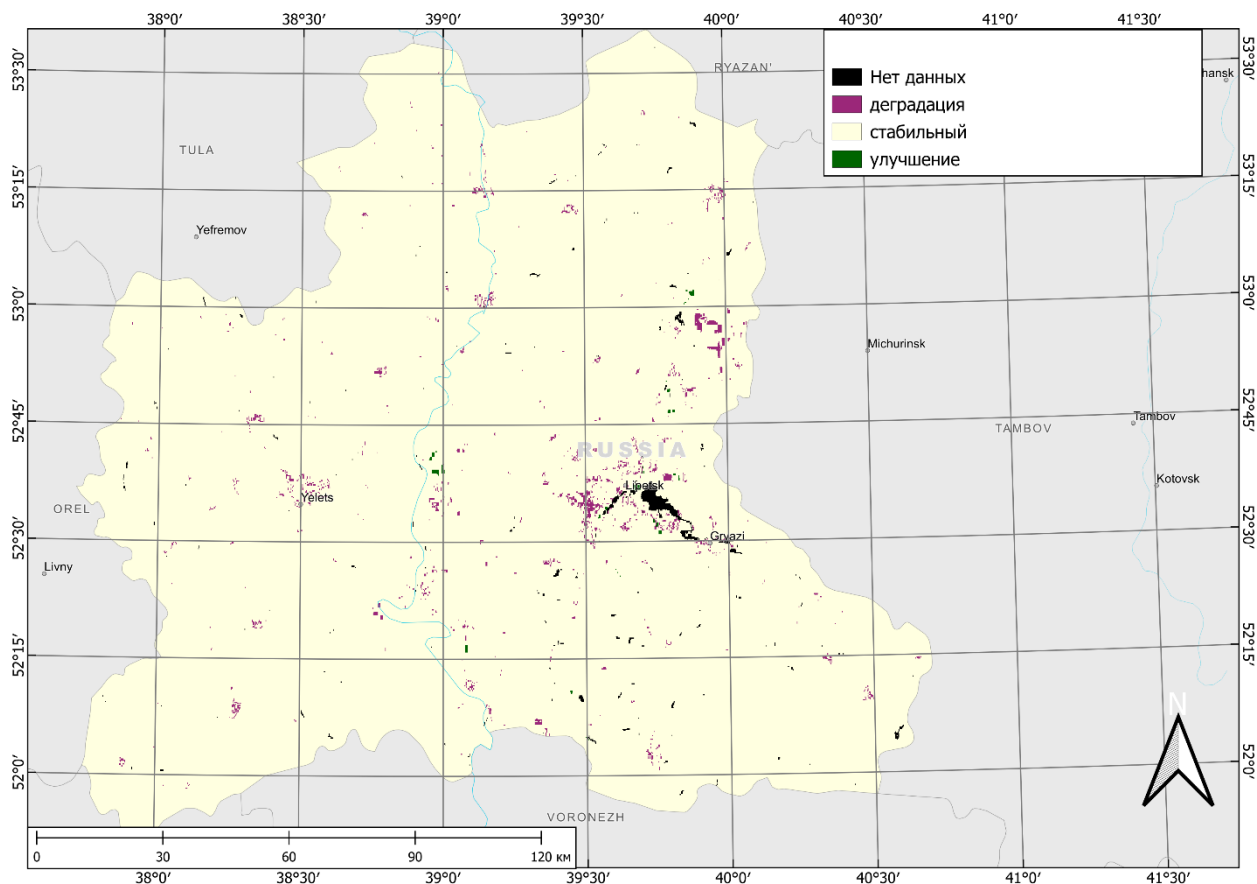


Рисунок 15. Разложение органического углерода почвы с 2001 по 2019
ГОД

5.3 Оценка современного состояния нейтрального баланса деградации земель, адаптированная методика

Результаты расчета величины НБДЗ по адаптированной методике приведены на рисунке и в таблицах ниже (Рисунок 16, Таблица 23, Таблица 24 **Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

В результате проведенных расчетов по адаптированной методике индекс НБДЗ для Липецкой области в целом составляет -8,7%, что, как и в случае со стандартной методикой, говорит о том, что при сравнении базового периода (01.01.2001-31.12.2015) с периодом прогресса (01.01.2005-31.12.19), в

Липецкой области баланс между землями подверженными деградации (25,7%) и землями проградировавшими (17,0%) нарушен в негативную сторону.

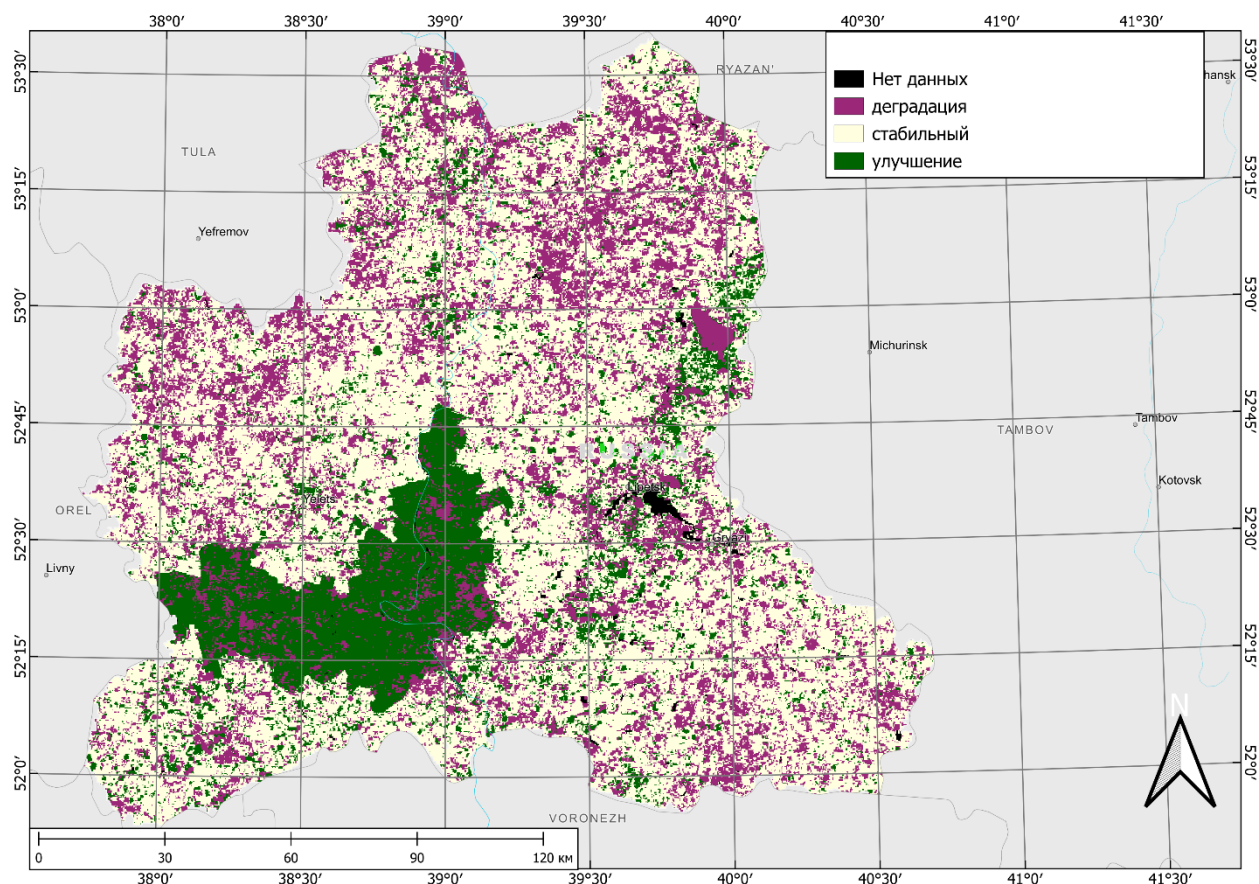


Рисунок 16. Индекс НБДЗ для земель Липецкой области по адаптированной методике с помощью Trends.Earth (базовый период 2001-2015, период прогресса 2005-2019)

Таблица 23. Индекс нейтрального баланса деградации земель для Липецкой области по адаптированной методике с помощью Trends.Earth (базовый период 2001-2015, период прогресса 2005-2019)

Категория деградированности (LDN)	Площадь земель по категориям, м2	Доля земель по категориям, %	Индекс НБДЗ, %
Нет данных	158 921 424,4	-	-8,7
Деградированные	6 180 143 850	25,7	
Стабильные	13 632 261 151	56,7	
Проградированные	4 081 989 798	17,0	
Общая площадь	24 053 316 224		

Значения индекса НБДЗ по муниципальным районам Липецкой области полученные по адаптированной методике имеют более значительный

диапазон варьирования – индекс составил от -37,1% до +67,9%. Отрицательные значения индекса НБДЗ зафиксированы для большинства муниципальных районов Липецкой области.

Таблица 24. Индекс нейтрального баланса деградации земель по районам Липецкой области по адаптированной методике с помощью Trends.Earth (базовый период 2001-2015, период прогресса 2005-2019)

Муниципальный район	Доля деградированных; %	Доля стабильных; %	Доля проградированных; %	Индекс НБДЗ, %
Воловский район	17,0	69,8	13,2	-3,8
Грязинский район	27,3	59,9	12,8	-14,5
Данковский район	34,5	56,4	9,1	-25,4
Добринский район	23,4	71,9	4,8	-18,6
Добровский район	30,0	55,4	14,6	-15,4
Долгоруковский район	18,1	0,3	81,6	63,5
Елецкий район	20,6	69,4	10,0	-10,6
Задонский район	15,9	0,4	83,8	67,9
Измалковский район	28,8	64,8	6,3	-22,5
Краснинский район	21,4	74,2	4,4	-17,0
Лебедянский район	27,2	65,9	6,9	-20,3
Лев-Толстовский район	41,4	54,3	4,3	-37,1
Липецкий район	21,3	67,3	11,5	-9,8
Становлянский район	36,2	59,4	4,4	-31,8
Тербунский район	18,0	66,5	15,5	-2,5
Усманский район	24,2	66,6	9,1	-15,1
Хлевенский район	25,6	60,9	13,5	-12,1
Чаплыгинский район	31,2	58,9	9,9	-21,3
			Минимум	-37,1
			Максимум	67,9

Положительный баланс деградации земель наблюдается в Долгоруковском и Задонском районе, в этих районах индекс НБДЗ составил по 63,5% и 67,9% соответственно, что говорит о позитивной динамике и улучшении состояния земель.

Стоит отметить, что близкие к нейтральным значения индекса НБДЗ (не менее -5%) зафиксированы в Воловском и Тербунском районе, по -3,8% и -2,5% соответственно.

Наиболее низкое значение этого показателя отмечено для Лев-Толстовского района – -37,1%. Величина деградировавших земель в этом районе составляет 41,4%, а проградировавших земель порядка 4,3%.

Таким образом, величина индекса НБДЗ, рассчитанного по адаптированной методике, существенно выше значений, которые определены по стандартной методике и для базового периода, и при сравнении базового периода с периодом прогресса. Данный факт может означать, что данные по содержанию органического углерода в почвах Липецкой области в слое 0-30 см, «защитые» в модуль «Trends.Earth», являются заниженными по сравнению с реальными результатами агрохимических исследований по измерению этого показателя в почвах.

Значения индекса НБДЗ в муниципальных районах Липецкой области, рассчитанного по адаптированной методике, имеют более широкий диапазон варьирования, чем при расчете по стандартной методике (и для базового периода, и при сравнении базового периода с периодом прогресса).

ГЛАВА 6

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

6.1 База данных, включающая экономические, почвенные и климатические показатели агрохозяйств и муниципальных районов области

Для проведения расчетов в соответствии с уравнениями (9), (10) и (11) (см. п. 1.6) была подготовлена база данных, в которую интегрировались почвенные, климатические и экономические показатели из различных источников. Изначально в базе данных было 4330 наблюдений по статистическим данным экономических и сельскохозяйственных показателей крупных и средних сельскохозяйственных предприятий Липецкой области за период 1995-2008 гг. (База данных СХО Росстата). Стоит отметить, что количество агрохозяйств каждый год в области уменьшалось: с 346-ти в 1995 г. до 102-х в 2008 г. Это отражает тенденцию банкротства и реформирования сельскохозяйственных предприятий (в том числе, и укрупнение, и переход в фермерские хозяйства) за годы реформ 1990-х годов и в период экономического роста начала 2000-х годов (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020).

Для составления уравнений использовались показатели валовых сборов и посевов пяти основных культур агрохозяйств области: зерна, подсолнечника, сахарной свеклы, картофеля, овощей открытого грунта. Для проведения расчетов в соответствии с уравнением (9) величина собранного урожая умножалась на соответствующий коэффициент перевода в кормовые единицы (по Д.А. Коренькову), и затем полученный показатель суммировался по пяти культурам и делился на их посевную площадь. По другим культурам данные о валовых сборах и посевах отсутствовали (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020).

Кроме того, использовались следующие показатели:

- всего сельскохозяйственных угодий (общая площадь сельскохозяйственных угодий);
- вся посевная площадь, выручка от реализации продукции растениеводства и животноводства;
- себестоимость реализованной продукции растениеводства и животноводства;
- общие затраты в производстве продукции растениеводства и животноводства;
- количество занятых в сельскохозяйственном производстве, затраты на оплату труда в растениеводстве и животноводстве;
- затраты на минеральные удобрения в растениеводстве;
- размер субсидий, полученных предприятием на цели развития и производства продукции растениеводства и животноводства.

Все стоимостные показатели за каждый год приводились в сопоставимые цены 2008 года с помощью дефляторов. Затраты труда дефлировались на дефлятор ВВП (в целом по России), выручка в растениеводстве – на дефлятор цен на реализуемые предприятиями продукцию сельскохозяйственных культур (региональный дефлятор), выручка в животноводстве – на дефлятор цен, рассчитанный по индексу цен на реализуемую продукцию животного происхождения (региональный дефлятор), цены на минеральные удобрения – на дефлятор цен на минеральные удобрения (региональный дефлятор), а затраты в сельскохозяйственном производстве – на дефлятор цен, сконструированный из индекса цен на закупаемые сельхозпроизводителями промышленные товары и услуги (страновой дефлятор) (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020).

В итоговой базе данных для проведения расчетов было оставлено 3600 наблюдений (из 4330): удалялись такие агрохозяйства Липецкой области, у которых площадь сельскохозяйственных угодий равнялась нулю, по которым не было сведений об урожайности по пяти основным культурам, у которых

соотношение выручки к площади сельскохозяйственных угодий во много раз превышало средний по области показатель и по которым не было данных по удобрениям и рабочей силе (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020).

В сформированную базу данных сельскохозяйственных организаций интегрировались районные данные (по муниципальным районам Липецкой области) по почвенным показателям, размещенным на сайте Липецкой агрохимической службы (Сискевич, Бровченко, Гасиев, Никулова. 2019). Использовались следующие результаты VII (1994-1997 гг.), VIII (1998-2002 гг.), IX (2003-2007 гг.) и X (2008-2012 гг.) циклов агрохимического обследования: средневзвешенное значение подвижного фосфора (мг/кг), средневзвешенное значение обменного калия (мг/кг), средневзвешенное значение гумуса (% к площади пашни района) (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020). Таблицы с агрохимическими циклами исследований обеспеченности почв гумусом, подвижным фосфором, обменным калием, средневзвешенных значений кислотности, а также средневзвешенные значения показателей по районам приведены в Приложении А.

В базу данных также были имплементированы несколько показателей эрозии почв по районам региона, но без динамической составляющей (то есть за некоторый один период): использовались данные Л.В. Замятиной (Замятина, 2004) (площадь смытых почв, %; площадь оврагов, га/км; площадь подтопленных земель, га/км²) и данные Е.В. Недиковой, С.В. Масленниковой, П.В. Бакулиной (Недикова, Масленникова, Бакулина, 2017) (удельный вес потенциально эрозионных почв, % от общей площади сельскохозяйственных угодий района; доля фактически эродированных почв, % от общей площади сельскохозяйственных угодий) (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020).

Для формирования климатических данных применялись среднемесячные и расчетные среднегодовые данные по атмосферным осадкам и температуре атмосферного воздуха метеостанций в с. Конь-Колодезь и г. Елец, размещенные на сайтах NCDC Climate data online и Университета Беркли.

Ниже приводится «техническое» описание базы данных.

База данных охватывает различные аспекты агрохимии, почвоведения и сельского хозяйства в Липецкой области. Фрагменты базы данных приведены в Приложении Б. Данные структурированы в формате Microsoft Excel и состоит из шести листов:

1. Лист **«notes»** содержит пояснения, наименование источников информации и краткое содержание базы данных (Макаров и др., 2019).
2. На листе **«soil»** собраны данные по содержанию основных макроэлементов питания растений в почве, полученные в результате агрохимических наблюдений за пятилетние циклы с конца 1960-х по 2010-2014 годы. Также на этом листе содержатся данные об эрозии почв и их деградации, собранные из различных источников и представленные по административным районам Липецкой области (Макаров и др., 2019).
3. Лист **«region»** содержит данные Росстата в целом по Липецкой области за период 1995-2017 гг (Макаров и др., 2019).
4. Лист **«district»** включает данные Росстата по муниципальным районам Липецкой области за период 2008-2017 гг (Макаров и др., 2019).
5. Лист **«hoz06»** содержит информацию из базы данных Росстата о крупных и средних сельскохозяйственных организациях за 2006 год (Макаров и др., 2019).
6. Лист **«hoz13»** содержит данные по всем типам сельскохозяйственных организаций Липецкой области из базы данных Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Макаров и др., 2019).

Ниже приводится подробное описание каждого листа с данными по различным единицам наблюдения.

Лист **«soil»** базы данных представляет собой компиляцию данных, относящихся к качественным характеристикам почв Липецкой области, сгруппированных по административным районам. Эти данные извлечены из различных источников и охватывают разные временные промежутки. Общее

количество таблиц на этом листе составляет восемь. В таблице Б1 (Приложение Б) - данные из работы Столбового В.С. с соавторами (1999) по деградации почв (доля деградированных площадей в площади сельскохозяйственных угодий района), выполненные с помощью технологий ГИС и экспертного анализа. В таблице Б2 (Приложение Б2) - данные по эрозии почв региона из Е.В. Недиковой с соавторами (Недикова, Масленникова, Бакулина, 2017). В таблице Б3 (Приложение Б) представлены данные по площади смытых почв, площади оврагов, площади подтопленных земель (Замятина, 2004). В таблицах А1-А8 (Приложение А) отражены данные по содержанию гумуса, доступного фосфора и обменного калия по итогам пятилетних циклов агрохимических обследований Липецкой области, предоставленных ФГБУ «ЦАС «Липецкий» с 1964 по 2017 год (Макаров и др., 2019).

Имеющиеся данные на листе «**region**» представляют собой статистическую информацию о сельском хозяйстве Липецкой области, собранную Росстатом. В них содержатся экономические показатели, включая посевные площади и валовые сборы сельскохозяйственных культур, как по всем хозяйствам области, так и по сельскохозяйственным организациям отдельно. Наиболее полная информация представлена о валовых сборах и посевах различных культур, таких как зерновые, картофель, овощи, сахарная свекла и подсолнечник. Наиболее полно (то есть, за весь исследуемый период) имеется информация по валовым сборам и посевам зерновых и зернобобовых культур (в том числе, отдельно пшеница озимая и отдельно пшеница яровая, ячмень, рожь), картофеля, овощей открытого грунта, сахарной свеклы, подсолнечника. Также в данных присутствует информация о внесении минеральных и органических удобрений под посевы, включая отдельные культуры, такие как зерновые, картофель, сахарная свекла и подсолнечник. Кроме того, здесь представлены данные по стоимости продукции растениеводства в фактически действовавших ценах отдельно по хозяйствам всех категорий Липецкой области и отдельно по сельскохозяйственным

организациям региона, а также аналогичный показатель по стоимости продукции животноводства. Для того, чтобы в дальнейшем можно было привести эти цены в сопоставимые цены отчетного года, была добавлена информация об индексах цены на сельскохозяйственную продукцию, чтобы потом можно было рассчитать дефлятор к определенному году. Из климатических данных имеются данные об осадках и температуре воздуха в июле (Макаров и др., 2019).

На листе «**district**» информация относится к статистическим показателям сельского хозяйства по районам Липецкой области за период с 2008 по 2017 годы. Источником данных является Росстат, а их полный объем доступен на официальном сайте (Макаров и др., 2019).

В отчете представлена обширная статистика по таким параметрам, как посевные площади и валовые сборы основных культур, включая зерно, подсолнечник, сою, картофель, сахарную свеклу и овощи открытого грунта. Также включены сведения о стоимости произведенной продукции растениеводства и животноводства. Данные представлены как по отдельным культурам, так и в целом по сельскохозяйственным организациям. Кроме того, имеются данные о объеме использованных минеральных удобрений для всех посевов сельскохозяйственных организаций. Информация об урожайности с единицы убранной площади отдельных культур доступна только с 2012 года (Макаров и др., 2019).

Собранные на листе «**hoz06**» данные представляют собой информацию о 178 крупных и средних сельскохозяйственных организациях Липецкой области за 2006 год. Эти данные Росстата включают в себя не только статистику по валовым сборам и посевам сельскохозяйственных культур, но также содержат информацию о затратах, связанных с растениеводством. Среди расходов отражены затраты на удобрения, оплату труда, приобретение семян, нефтепродуктов, электроэнергии, топлива, запчастей и других ресурсов. Кроме того, представлена информация о затратах на производство

основной сельскохозяйственной продукции (зерно, подсолнечник, сахарная свекла, картофель, овощи) (Макаров и др., 2019).

На листе «**hoz13**» собрана статистическая информация о деятельности 156 сельскохозяйственных организаций в Липецкой области в 2013 году. Данные взяты из базы данных Министерства сельского хозяйства Российской Федерации и охватывают различные типы сельскохозяйственных организаций. В отчете приведены данные о затратах на растениеводство, включая расходы на семена, минеральные удобрения, химические средства защиты растений, электроэнергию, топливо, нефтепродукты, запчасти, оплату услуг сторонних организаций, амортизацию и прочие затраты. Также представлена информация о затратах, валовых сборах и посевах различных сельскохозяйственных культур, включая зерновые и зернобобовые культуры, подсолнечник, картофель, овощи открытого грунта и сахарную свеклу. Кроме того, на листе содержится информация о субсидиях в растениеводстве, а также данные о себестоимости и выручке от реализованной продукции растениеводства (Макаров и др., 2019).

Для построения моделей из первичных данных анализируемых организаций за период 1995–2008 гг., была сгенерирована база данных из 3600 наблюдений, в которую были интегрированы показатели качества почв муниципальных районов (содержание гумуса, обменного калия и подвижного фосфора), полученные при проведении региональных агрохимических обследований. Также в базу данных были включены показатели эрозии почв сельскохозяйственных угодий, площади овражно-балочной сети и подтопленных земель, которые были взяты из литературных источников.

Таким образом, полученная база данных послужит основой для построения регрессионных моделей, которые позволяют выявить относительное влияние экономических, почвенных и климатических факторов на изменение урожайности основных растениеводческих культур и выручку

от реализации сельскохозяйственной продукции сельскохозяйственных организаций.

6.2 Эконометрические модели

Целью исследований, отраженных в настоящей главе, являлась оценка влияния почвенных и климатических факторов на урожайность основных сельскохозяйственных культур в агрохозяйствах и муниципальных районах Липецкой области за период 1995–2008 гг. при помощи серии регрессионных уравнений (эконометрических моделей). Аппроксимация моделей (уравнения (9), (10) и (11)) (см. п. 1.6) линейнологарифмическими уравнениями производилась методом наименьших квадратов в программе STATA (версия 11) (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020).

Таблица 25. Результаты оценки параметров уравнения урожайности (1) в агрохозяйствах Липецкой области за период 1995–2008 гг.

Аббревиатура	Показатель	Значение параметра	t статистика	p
FERT	Минеральные удобрения (руб./га)	0,27	33,47	0,000
K	Средневзвешенное содержание обменного калия в почвах пашни, мг/кг	0,24	2,62	0,009
P	Средневзвешенное содержание доступного фосфора в почвах пашни, мг/кг	0,29	4,50	0,000
EROS-POTEN	Эрозия почв потенциальная, % от площади сельскохозяйственных угодий административного района, в котором находится хозяйство	-0,03	-1,78	0,075
TDYN57	Среднемесячная температура за май–июль, F	-1,50	-11,79	0,000
PREC57	Сумма осадков за май–июль, дюйм	-0,14	-6,10	0,000
CONST	Константа	5,85	8,28	0,000
<i>Примечание: количество наблюдений N = 3600, F=249, R2 = 0,29; p – уровень значимости t.</i>				

Результаты расчетов урожайности в кормовых единицах основных пяти сельскохозяйственных культур в соответствии с уравнением (9) линейнологарифмическими уравнениями, полученными при аппроксимации, показали, что почвенные характеристики на уровне муниципальных районов положительно влияют на рост урожайности этих культур (Таблица 25). Так,

значение параметра коэффициента эластичности для обменного калия и доступного фосфора составляют +0,24 и +0,29, соответственно. Показатель потенциальной эрозии почв на уровне муниципального района (статичный показатель) влияет на снижение урожайности (со слабой значимостью) (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020).

Из представленных факторов наиболее сильное влияние (с отрицательным знаком) оказывают среднемесячные показатели температуры атмосферного воздуха $-1,50$. Это означает, что уменьшение температуры в том или ином муниципальном районе Липецкой области в среднем за месяцы май–июль на 1% ведет к увеличению годовой продуктивности пашни хозяйства, выраженной в выходе кормовых единиц, на 1,5%. Эту зависимость можно выразить и так: рост температур в Липецкой области в период май–июль может быть отражением негативных тенденций изменения климата и приводить к снижению урожайности. Но при этом стоит отметить, что наибольшая статистическая значимость проявляется у показателей затрат на минеральные удобрения, что свидетельствует о пока существующей возможности у агрохозяйств решать «свои климатические и почвенные проблемы» самим – путем совершенствования технологий и увеличения внесения минеральных удобрений на единицу посевов (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020).

Результаты оценки параметров уравнения (10), которое включает факторы, влияющие на объем выручки от всей сельскохозяйственной деятельности относительно всех используемых агропредприятием сельскохозяйственных угодий, представлены в таблице ниже (Таблица 26). Как и при анализе уравнения (9), здесь прослеживается отрицательное влияние потенциальной эрозии почв на объем выручки. Следовательно, проявление эрозии почв не только способствует снижению урожайности сельскохозяйственных культур (уравнение (9)), но и в целом негативно сказывается на финансовой деятельности агропредприятия (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020).

Содержание обменного калия в почве является важным условием размещения и наращивания производства, и поэтому значение параметра при этом члене имеет положительный знак, так же, как и в уравнении (9). Следует отметить, что значение параметра при показателе содержания органического вещества (Таблица 26) имеет отрицательный знак, что в данном случае свидетельствует о незначительной роли пониженного содержания гумуса при принятии решения о размещении сельскохозяйственного предприятия и организации его деятельности на территории Липецкой области (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020).

Таблица 26. Результаты оценки параметров уравнения выручки от реализованной сельскохозяйственной продукции относительно площади всех сельскохозяйственных угодий (2) в агрохозяйствах Липецкой области за период 1995–2008 гг.

Аббревиатура	Показатель	Значение параметра	t статистика	p
LAB_HA	Количество занятых людей в сельскохозяйственном производстве, соотнесенное с площадью сельскохозяйственных угодий агрохозяйства (чел./га)	0,06	2,86	0,004
CAPIT_HA	Себестоимость проданной сельхозпродукции на единицу площади сельскохозяйственных угодий, тыс. руб./га	0,72	41,01	0,000
CROP_HA	Посевная площадь, соотнесенная с площадью всех сельскохозяйственных угодий агрохозяйства, га/га	0,37	11,31	0,000
H	Средневзвешенное содержание гумуса в почвах пашни, %	-0,64	-5,99	0,000
K	Средневзвешенное содержание обменного калия в почвах пашни, мг/кг	0,19	1,76	0,078
TDYN_AV	Среднегодовая температура, F	1,25	15,28	0,000
PRECDYN	Сумма осадков за год, дюйм	0,25	4,6	0,000
EROS-POTEN	Эрозия почв потенциальная, % от площади сельскохозяйственных угодий административного района, в котором находится хозяйство	-0,08	-5,08	0,000
CONST	Константа	-3,21	-5,01	0,000

Примечание: количество наблюдений N = 3600, F = 767, R2 = 0,63.

В таблице (Таблица 26) изменились знаки параметров показателей температуры и осадков по сравнению с таблицей (Таблица 25). Если в уравнении (9) использовались средние данные за 5–7 месяцы (май–июль) каждого года, то в уравнении (10) применялись среднегодовые данные по температуре и сумме осадков за год. Оцениваемые параметры в обоих случаях

имели положительный знак, что свидетельствует о том, что увеличение температуры и количества осадков на исследуемом промежутке времени (1995–2008 гг.) положительно влияло на выход продукции (в стоимостном выражении) с единицы площади используемых земель. Это может быть признаком того, что изучаемый промежуток времени является слишком кратким для выявления влияния изменения климата на объем выручки от сельскохозяйственной деятельности (возможно, здесь – просто совпадение трендов) (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020).

Увеличение средней температуры атмосферного воздуха в мае–июле на исследуемом промежутке времени вело к уменьшению рентабельности хозяйств (Таблица 27), что соответствует результатам анализа уравнения (9) (Таблица 25). Потенциальная эрозия почв также негативно влияла на рентабельность аграрных предприятий (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020).

Таблица 27. Результаты оценки параметров уравнения рентабельности сельскохозяйственной деятельности (3) в агрохозяйствах Липецкой области за период 1995–2008 гг.

Аббревиатура	Показатель	Значение параметра	t статистика	p
LAB_COST	Количество занятых людей в сельскохозяйственном производстве, соотнесенное с затратами, чел./ тыс. руб.	0,03	2,00	0,046
CAPIT_COST	Себестоимость реализованной продукции на единицу затрат, тыс. руб./тыс.руб	0,46	25,20	0,000
LAND_COST	Площадь сельскохозяйственных угодий, соотнесенная с затратами на сельскохозяйственное производство, га / тыс. руб.	-0,20	-22,27	0,000
TDYN57	Среднемесячная температура за май–июль, F	-0,74	-5,35	0,000
PREC157	Сумма осадков за май–июль, дюйм	0,14	6,17	0,000
EROS-POTEN	Эрозия почв потенциальная, % от площади сельскохозяйственных угодий административного района, в котором находится хозяйство	-0,06	-6,45	0,000
CONST	Константа	1,08	2,60	0,009

Примечание: количество наблюдений N = 3600, F = 283, R2 = 0,32.

Показатели качества почв (содержание органического вещества, обменного фосфора и доступного калия) не включены в итоговое уравнение (3), поскольку они были статистически незначимыми. В итоге, главным фактором увеличения рентабельности оказался капитал (у него самая большая

значимость t статистики) и уменьшение площади сельскохозяйственных угодий. Таким образом, основой для повышения рентабельности агропредприятия в данном случае становится интенсификация сельскохозяйственного производства (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020).

Таким образом, рабочая гипотеза в проведенных исследованиях заключается в том, что с ростом средневзвешенных значений содержания органического вещества (гумуса), обменного калия и доступного фосфора в почвах их урожайность и/или выручка от реализации сельскохозяйственной продукции должна увеличиваться, а площадь эродированных почв, а также овражно-балочной сети и подтопленных земель, наоборот, способствуют уменьшению продуктивности сельскохозяйственных угодий и эффективности агрохозяйств.

Проведенное исследование доказывает возможность интеграции экономических, почвенных и климатических показателей в эконометрические модели. В данном случае были использованы данные сельскохозяйственных организаций Липецкой области за период 1995-2008 гг. и сведения о состоянии почв (агрохимические показатели и показатели, характеризующие проявление эрозионных процессов) муниципальных районов региона из различных источников, а также климатические характеристики (сумма осадков и средняя температура атмосферного воздуха), размещенные на сайте Университета Беркли по данным метеорологических станций в г. Ельце и с. Конь-Колодезе. С помощью этих достаточно разнородных показателей была создана интегрированная база данных, на основе которой была составлена серия регрессионных уравнений (по сути – эконометрических моделей). Указанные модели позволяют на изучаемом отрезке времени характеризовать развитие сельскохозяйственного (прежде всего, растениеводческого) производства в регионе (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020), так как с их помощью

оценивается влияние экономических, почвенных и климатических условий на эффективность сельхозпредприятий через показатели урожайности, выхода продукции (в стоимостном выражении) с единицы площади сельхозугодий и рентабельность хозяйств (выручка/себестоимость).

Результаты расчетов, проведенных для Липецкой области, показывают, что из климатических данных наиболее сильное влияние на снижение урожайности и выручки агрохозяйств региона оказывает увеличение среднемесячной температуры в трехмесячный период (с мая по июль). Возможно, это связано с глобальным изменением климата, но для проверки этой гипотезы нужны более длинные временные ряды (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020).

Из почвенных показателей наиболее устойчивые результаты по статистически значимым параметрам были у среднего содержания обменного калия в почвах (рост содержания обменного калия в возделываемых почвах муниципальных районов Липецкой области способствуют росту урожайности кормовых единиц и росту всей выручки от сельскохозяйственной деятельности). Показатели содержания органического вещества (гумуса), доступного фосфора в почве, а также кислотности почв муниципальных районов в большинстве случаев оказались статистически незначимыми, и, следовательно, не влияют на продуктивность пашни и выход сельскохозяйственной продукции. Показатель потенциальной эрозии почв, наоборот, влияет на уменьшение урожайности и выручки (Строков, Макаров, Куделин и др., 2020).

ГЛАВА 7

РАЗЛИЧНЫЕ СЦЕНАРИИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ ДО 2050 г.

7.1. Методология исследований климатических изменений в Липецкой области

В настоящее время проблема среднесрочного (на несколько десятилетий) прогноза оценки влияния глобальных изменений климата на урожайность основных сельскохозяйственных культур Российской Федерации не решена. Особенно актуально проведение подобных исследований для территорий, являющихся лидерами аграрного развития нашей страны. К таким территориям, без сомнения, относится Центрально-Чернозёмный экономический район (Черноземье) в целом и его отдельные регионы в частности.

Традиционно для решения задачи такого прогнозирования привлекаются экономико-климатические модели, к числу которых относится модель IMPACT-3 (Rosegrant et al., 2012). С ее помощью можно оценить эффект финансовых вложений в некоторые виды устойчивого земледелия и определить степень влияния этих вложений на рост производства сельхозпродукции всей страны и благосостояние общества.

Как и любая другая эконометрическая модель, IMPACT-3 обладает определенными свойствами, которые позволяют использовать для моделирования воздействия климатических изменений на продуктивность сельскохозяйственных земель. Основными математическими характеристиками модели являются:

- 1) модель является динамической, так как среди её параметров есть временной, т.е., отображаются процессы, происходящие в системе во времени;
- 2) модель является имитационной, так как она предназначена для испытания или изучения возможных путей развития и поведения объекта путем варьирования некоторых или всех параметров;

3) модель является детерминированной, так как каждому входному набору параметров соответствует вполне определенный и однозначно определяемый набор выходных параметров.

В целом, IMPACT-3 является интеграционной структурой и состоит из нескольких моделей (подмоделей). IMPACT-3 позволяет учитывать влияние температуры и осадков, а также качества и состава почв на развитие роста растений, а, следовательно, и на урожайность сельскохозяйственных культур через модель DSSAT (Jones et al., 2003). Также IMPACT-3 включает в себя данные о реках, водоемах и объеме водных ресурсов на конкретных территориях, учитывает круговорот воды на нашей планете с помощью методики (Zhu et al., 2013).

В общей структуре модели, представленной на рисунке (Рисунок 17), заложены исходные показатели (производство, экспорт, импорт, цены, откалиброванные эластичности, объемы воды, потребление воды различными культурами и другие показатели), характеризующие различные сценарии. В рамках этих сценариев модель IMPACT-3 позволяет рассчитывать модуль благосостояния, с помощью которого можно оценить, как инвестиции в сельское хозяйство могут отразиться и на сельскохозяйственных производителях, и на потребителях, и на благосостоянии региона в целом.

Предложение земли, как главного фактора производства в растениеводстве, рассматривается как функция (12) от посевных площадей, имеющих в стране или составной части страны (бассейне рек и морей) и цен на землю (стоимость продукции растениеводства, произведенной с 1 гектара) (Robinson S. et al., 2015):

$$QFS_{fpu, lnd} = QFSInt_{fpu, lnd} \times QFSInt2_{fpu, lnd} \times WF_{fpu, lnd}^{L\epsilon} \quad (12),$$

где fpu - наименование бассейна реки или моря, lnd - тип земельного участка (т.е. орошаемый/богарный), QFS - предложение земли, $QFSInt$ - предложение земли в базовом году, $QFSInt2$ - экзогенный мультипликатор предложения

земли, WF - цена на землю, $L\varepsilon$ - ценовая эластичность предложения земли (Robinson S. et al., 2015).

Из структуры модели IMPACT – 3 (Рисунок 17) следует, что для оценки влияния изменения климата используются климатические сценарии NoCC (No Climate Change), HadGEM (Climate Change Model developed by Hadley Centre Global Environment Model), IPSL (Institute Pierre Simon Laplace Global Climate Modeling Centre, France) и др., основанные на климатической модели общей циркуляции атмосферы (МОЦ). Каждый из этих сценариев состоит из набора параметров и определяет количество осадков и средние температуры для конкретных территорий в базовом году и далее на всем прогнозируемом периоде.

В таблице (Таблица 28) обобщены характеристики модулей, из которых складывается ясная картина, чем модули отличаются: в одних дан рост температур, в других – снижение, и т.п.

Таблица 28. Отличительные особенности составных климатических сценариев IMPACT-3

Модуль	Осадки	Температура
NoCC	const.	const.
HadGEM	-	+
IPSL	+	-

Источник: база данных модели IMPACT-3

Проводилось эконометрическое моделирование показателей состояния сельскохозяйственного производства Липецкой областей в условиях изменения климата в период до 2050 годов.

При проведении этой прогнозной оценки использовались все 3 сценария, отраженные в таблице (Таблица 28); в качестве показателей состояния сельскохозяйственного производства – площадь посевов основных сельскохозяйственных культур, валовой сбор сельскохозяйственной продукции и выручка по цене производителя (стоимость валового сбора).

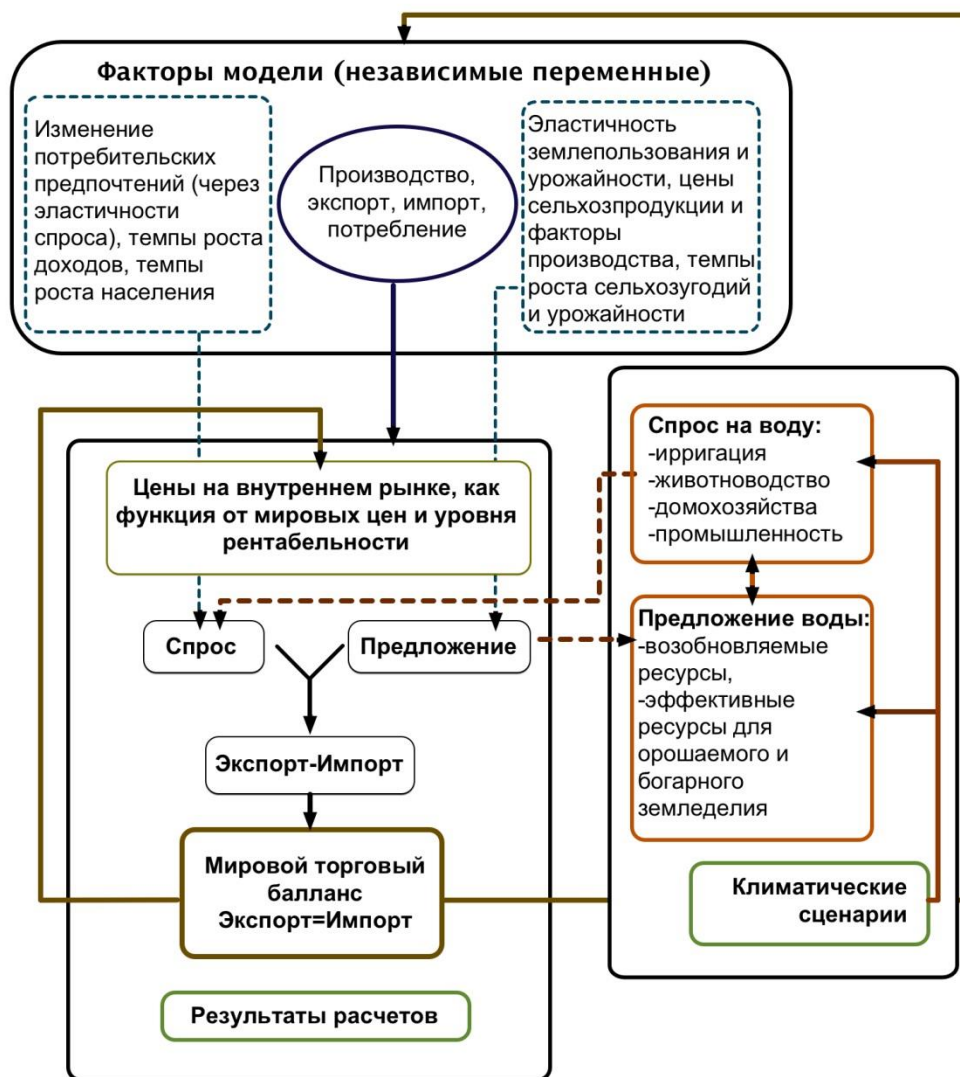


Рисунок 17. Структура модели IMPACT – 3 (авторская интерпретация по данным IFFRI – International Food Policy Research Institute)

Для проведения расчетов в соответствии с IMPACT-3 использовались наблюдения по статистическим данным экономических и сельскохозяйственных показателей для крупных и средних сельскохозяйственных предприятий и муниципальных районов Липецкой области за период 1995-2008 гг. (база данных СХО Росстата).

Для составления уравнений использовались показатели валовых сборов и посевов пяти следующих культур агрохозяйств области: ячменя, пшеницы, картофеля, подсолнечника, подсолнечника на масло, сои, сахарной свеклы и кукурузы.

7.2. Оценка климатических изменений в Липецкой области в соответствии с различными сценариями

Глобальное изменение климата на планете, проблема которого широко дискутируется, привело к тому, что в настоящее время температура на планете повышается. Отмечается, что для условий Российской Федерации скорость роста температуры в последние десятилетия превышает среднемировые показатели (Кулистикова, 2019).

Исследования трендов температуры и осадков по данным 12 метеорологических станций, расположенных на территории Центрально-Черноземного района (ЦЧР), проведенные Новиковой Е.П. с соавторами (Новикова и др., 2017) показывает, что за период с 1981 года по настоящее время в ЦЧР стало теплее более, чем на 1°C. За тот же период на 5-8% возросла средняя годовая сумма осадков, что весьма благоприятно сказывается на увлажнении агроценозов.

Изменилась продолжительность сезонов года – значительно увеличилась весна и сократилась зима. Увеличилась продолжительность вегетационного периода со среднесуточной температурой воздуха более +5°C на фоне возросшего суммарного количества осадков летом.

Результаты моделирования с использованием IMPACT, показывают, что отмеченные тенденции в части температуры будут наблюдаться и в ближайшие десятилетия. Так, в соответствии со сценарием IPSL, относительно умеренном по показателям температуры, к 2050 году в Липецкой области ожидается (по сравнению с 2000 годом) рост среднесуточной максимальной температуры самого теплого месяца на 2-4 градуса по Цельсию (Рисунок 18), а в более «теплом» сценарии HadGEM – в Липецкой области будет чуть жарче – на 4-5,5 градуса по Цельсию (Рисунок 19).



Рисунок 18. Прогноз изменения среднесуточной максимальной температуры самого теплого месяца в Липецкой области в период 2000-2050 гг., градусов по Цельсию для климатического сценария IPSL



Рисунок 19. Прогноз изменения среднесуточной максимальной температуры самого теплого месяца в Липецкой области в период 2000-2050 гг., градусов по Цельсию для климатического сценария HadGEM

Подобные температурные изменения приведут к тому, что общее количество осадков может как увеличиться, так и уменьшиться. В соответствии со сценарием IPSL в Липецкой области в 2050 году ожидается осадков примерно на 50-100 мм водного столба в год больше по сравнению с

2000 годом (Рисунок 20). В сценарии HadGEM (Рисунок 21) в анализируемом регионе будет слишком жарко и к 2050 году, в сравнении с 2000 годом, прогнозируется уменьшение количества осадков на 50-100 мм водного столба в год.



Рисунок 20. Прогноз изменения годового количества атмосферных осадков в Липецкой области в период 2000-2050 гг., мм водного столба в год для климатического сценария IPSL



Рисунок 21. Прогноз изменения годового количества атмосферных осадков в Липецкой области в период 2000-2050 гг., мм водного столба в год для климатического сценария HadGEM

Выявленные при помощи модели IMPACT-3 тенденции изменения климата форсируют дальнейшую коррекцию агроклиматических районов Черноземья, которые происходят уже в настоящее время, согласно данным Лебедевой М.Г., Соловьева А.Б., Толстопятовой О.С. (Лебедева, Соловьева, Толстопятова, 2015).

Трансформация черноземных почв, доминирующих здесь, пойдет по направлению черноземы типичные → черноземы выщелоченные для сценария IPSL (так как рост количества осадков приведет к «опусканию» верхней границы карбонатов и появлению бескарбонатного горизонта В). Соответственно, для сценария HadGEM будет прогнозироваться противоположный процесс поднятия карбонатов, и направление трансформации почвенного покрова будет таким черноземы выщелоченные → черноземы типичные.

Агрохимические свойства почв (кислотность, содержание в них гумуса и макроэлементов питания растений) для различных климатических сценариев будут в том числе определяться изменением состава севооборотов и, соответственно, изменением технологий землепользования.

Очевидно, что изменения температуры воздуха и почвы, а также увеличение количества осадков требуют реализации мер, направленных на защиту почв от эрозии и дефляции. Необходимо разработать мероприятия по улучшению использования имеющихся сельскохозяйственных угодий (Григорьев, Волошенко, 2010). С одной стороны, рост количества осадков увеличивает риски проявления эрозионных процессов. С другой стороны, крайне важно распределение этих осадков в течение года. Влияние температуры воздуха на процессы водной и ветровой эрозии не является однозначным и проявляется через такие факторы, как глубина промерзания почвы, интенсивность снеготаяния и условия в засушливые дни (Григорьев, Волошенко, 2010). Кроме того, возрастают риски эрозии почв при увеличении площадей пропашных культур, которое в случае наших исследований прогнозируется для всех сценариев.

Еще одним фактором, который необходимо учитывать, являются отмеченные выше риски возникновения экстремальных погодных условий, способных привести к потере урожая сельскохозяйственных культур. На них необходимо реагировать, вводя меры защиты, которые могут быть успешно согласованы с мерами по защите почв от эрозии и иных климатически обусловленных деграционных процессов. Такими мерами может стать введение адаптивно-ландшафтных систем земледелия («Агроэкологическая оценка...», 2005) с активной посадкой лесополос, практик устойчивого землепользования в целом («Sustainable Land Management», 2006). Повсеместное внедрение Правительством постановлений аналогичных «Кодексу добросовестного землепользователя», которое в настоящее время утверждено в Белгородской области («Постановление Правительства Белгородской области...», 2015), может успешно дополнить эти меры.

Очевидной практикой в условиях изменения климата должен стать обязательный мониторинг состояния почвенного покрова и земельных ресурсов.

В любом случае, издержки сельскохозяйственного производства, связанные с перестройкой земледельческих систем, необходимо соизмерять с экономическими выгодами, которые мы получим при изменении климата.

7.3. Оценка основных результирующих показателей растениеводства в анализируемых регионах для различных сценариев изменения климата

Результаты прогнозной оценки изменений площадей посевов, валового сбора, урожайности и стоимости валового сбора основных сельскохозяйственных культур бассейна реки Волги к 2050 году по сравнению с 2010 годом представлены в Таблица 29 и Таблица 30.

Анализ результатов прогнозирования, отраженных в таблице (Таблица 29), показывает, что площади, занятые под пропашные культуры (сахарная свекла, кукуруза, подсолнечник) к 2050 году преимущественно (кроме

подсолнечника для масла и картофеля) будут расти во всех рассматриваемых сценариях (наибольший рост отмечается для сценария HadGEM).

Таблица 29. Прогноз изменения площади посевов и урожайности основных сельскохозяйственных культур бассейна реки Волги к 2050 году в сравнении с 2010 годом для климатических сценариев ИМПАСТ-3

Культура	Абсолютные изменения в площади посевов к 2050 году по сравнению с 2010 г., тыс. га			Относительные изменения в урожайности культур к 2050 году по сравнению с 2010 г., раз		
	NoCC	HadGEM	IPSL	NoCC	HadGEM	IPSL
ячмень	-25,4	-40,8	-38,2	2,0	2,6	2,6
пшеница	55,0	65,6	79,1	2,0	2,4	2,7
прочие зерновые	-37,9	-46,3	-49,7	2,0	2,6	2,6
рапс	0,3	0,0	0,1	1,6	1,6	1,6
soя	-0,6	-0,2	-0,4	1,3	1,1	1,3
картофель	-32,6	-31,4	-35,0	1,0	0,9	1,1
подсолнечник (производство масла)	-4,8	-4,1	-5,4	1,4	1,3	1,4
подсолнечник	10,7	11,3	10,3	1,5	1,4	1,6
сахарная свекла	23,4	29,2	23,3	1,2	1,3	1,6
кукуруза	7,6	11,7	11,0	1,9	1,3	1,8

Таблица 30. Прогноз изменения валового сбора основных сельскохозяйственных культур бассейна реки Волги и стоимости последнего к 2050 году в сравнении с 2010 годом для климатических сценариев ИМПАСТ-3

Культура	Абсолютные изменения валового сбора к 2050 году по сравнению с 2010 г., тыс. т			Абсолютные изменения в стоимости валового сбора к 2050 году по сравнению с 2010 г., тыс. долл.		
	NoCC	HadGEM	IPSL	NoCC	HadGEM	IPSL
подсолнечник для масла	513,1	811,1	777,2	93 563,5	156 142,6	150 141,6
пшеница	1 260,7	1 716,4	2 131,3	243 466,5	416 102,6	510 542,2
прочие зерновые	323,9	564,7	510,3	41 790,4	87 969,0	74 139,6
рапс	4,1	3,8	4,0	4 091,5	4 497,3	4 720,9
soя	2,2	1,0	2,7	3 028,6	3 723,8	4 506,7
картофель	-356,3	-504,2	-368,8	-33 726,5	4 061,1	-3 174,2
подсолнечник (производство масла)	34,8	23,5	35,7	-2 855,6	-2 365,6	-2 220,2
подсолнечник	31,8	27,5	31,7	19 490,7	23 305,8	23 034,9
сахарная свекла	1 353,2	1 902,8	2 307,6	21 928,9	42 911,6	38 111,5
кукуруза	144,3	97,8	164,1	37 260,5	47 213,4	63 381,2

Площади под рапс и сою останутся практически неизменными. Территории же, занятые под зерновые культуры (ячмень, «прочие зерновые») наоборот, будут уменьшаться, за исключением пшеницы, которая демонстрирует максимальный рост площади посевов среди всех прочих культур. Последнее обстоятельство для условий Липецкой области выглядит вполне логично, так как пшеница здесь является центральной сельскохозяйственной культурой; также следует отметить, что Российская Федерация в ближайшие годы планирует нарастить экспорт зерновых, в частности, пшеницы. Изменение климата даст дополнительный прирост площадей возделывания пшеницы, так как при прочих равных именно эта культура даст наибольшее приращение стоимости валового сбора (Таблица 30), при этом максимальные (24,1 тыс. га по сравнению со сценарием NoCC) изменения выявляются в сценарии IPSL, где прогнозируется наибольшее количество осадков.

Отмеченные изменения в площади посевов происходят в рассматриваемых сценариях за счет перераспределения внутри существующей структуры пахотных земель, а не за счет вовлечения в сельскохозяйственный оборот новых территорий. Напротив, в соответствии со всеми рассматриваемыми сценариями прогнозируется незначительное уменьшение общей площади посевов к 2050 г. по сравнению с 2010 годом.

Изменения в площади посевов фиксируют изменения в структуре производства растениеводческой продукции региона, которые будут происходить на фоне изменения урожайностей основных сельскохозяйственных культур.

Из данных в таблице (Таблица 29) видно, что увеличение урожайности, прогнозируемое практически для всех культур (кроме картофеля в сценарии HadGEM), в некоторых случаях достигает почти 2,7 раза (сценарий IPSL для пшеницы). Наибольший прирост урожайности характерен для «влажного» сценария IPSL, что показывает принципиальное значение увеличения

количества выпадающих атмосферных осадков в условиях непромывного типа водного режима (по Г.Н. Высоцкому).

Рост урожайности сельскохозяйственных культур к 2050 году по сравнению с 2010 годом отмечается и для сценария NoCC (характеризуемые климатические показатели остаются неизменными), что связано главным образом с технологическими сдвигами, закладываемыми в модель IMPACT.

Сокращение площадей под картофелем к 2050 году, которые при этом не будут компенсированы ростом урожайности этой культуры приведет к тому, что абсолютные показатели валового ее сбора сократятся. Для остальных культур валовой сбор прогнозируется к увеличению, причем наибольший рост по большинству культур данного показателя характерен опять же для самого «влажного» сценария IPSL (Таблица 30).

Аналогична и тенденция прогноза изменения показателя стоимости валового сбора основных сельскохозяйственных культур: наибольший прирост к 2050 году характерен для сценария IPSL (Таблица 30).

В целом, можно констатировать, что изменения климата могут благоприятно сказаться на развитии сельского хозяйства в исследуемом регионе. Проследим некоторые следствия этого развития.

В первую очередь необходимо коснуться такой сферы социально-экономической жизни страны, как продовольственная безопасность, которая в значительной степени зависит от состояния национального сельского хозяйства, которое, как было показано, взаимозависимо с тенденциями изменения глобальной климатической системы.

В настоящее время базовой стратегией Российской Федерации в области продовольственной безопасности является стратегия самообеспеченности – минимизации зависимости от импорта в части продукции сельского хозяйства, развитие собственного агросектора и увеличение объемов производства отечественной продукции АПК. В этой связи, выявленные с помощью модели IMPACT показатели производства растениеводческой отрасли говорят о том,

что изменение климата может способствовать укреплению продовольственной безопасности региона исследования.

Еще одним компонентом современной стратегии Российской Федерации является ориентация на экспорт собственной агропродукции, в частности зерна. Как видно из полученных данных моделирования (Таблица 29 и Таблица 30), наибольший прирост в площадях посева, урожайности, валового сбора и выручки от реализации последнего наблюдается для пшеницы. Данное обстоятельство может свидетельствовать в пользу того, что в будущем экспорт пшеницы из региона может быть наращен.

Увеличение потенциала России в производстве сельскохозяйственной продукции может служить эффективной основой экономического развития страны, а также открывает возможности для увеличения влияния России в Центрально-Азиатском регионе.

Таким образом, прогнозируемые при помощи модели IMPACT-3 изменения климата приведут к изменению почвенного покрова исследуемого региона Черноземья (Липецкой области), характера и масштабов проявления основных деграционных процессов в почвах, структуры посевных площадей, урожая основных сельскохозяйственных культур и выручки, получаемой сельскохозяйственным производителем.

ГЛАВА 8

МЕТОДОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В УСЛОВИЯХ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Разработана и апробирована методология управления устойчивым развитием сельского хозяйства в условиях деградации почв и изменения климата. Разработанная методология включает в себя следующие этапы:

1) Создание представительных баз данных

В базы данных должна быть включена информация о свойствах почв сельскохозяйственных полей предприятий и муниципальных районов и степени эродированности территории, климатические и экономические показатели сельскохозяйственных предприятий и муниципальных районов.

Под данными о почвенных свойствах подразумеваются показатели плодородия почв. К ним относятся содержание органического вещества, обменного калия и подвижного фосфора, легкогидролизуемого азота. Источниками информации могут послужить результаты сплошных агрохимических обследований в регионе, которые проводятся региональными агрохимическими службами в течение определенного пятилетнего цикла (Макаров и др. 2019).

Среди климатических характеристик наиболее важными для сбора данных являются показатели температуры и осадков. Для того, чтобы собрать необходимые климатические данные в динамике за определенный период, можно воспользоваться информационными сайтами National Climatic Data Center (NCDC) Climate Data Online и Университета Беркли. Климатические данные необходимо выбрать с метеостанций, которые расположены в исследуемом регионе.

Из экономических показателей, в первую очередь, необходимыми являются показатели валовых сборов и посевов пяти основных культур агрохозяйств, с помощью коэффициента перевода переведенные в кормовые единицы и поделенные на их посевную площадь. В том числе, должны

использоваться такие показатели, как количество и площадь всех сельскохозяйственных угодий, вся посевная площадь и выручка от реализации продукции растениеводства и животноводства, себестоимость реализованной продукции растениеводства и животноводства, общие затраты в производстве продукции растениеводства и животноводства, количество занятых в сельскохозяйственном производстве, затраты на оплату труда в растениеводстве и животноводстве, затраты на минеральные удобрения в растениеводстве, размер субсидий, полученных предприятием на цели развития и производства продукции растениеводства и животноводства.

2) Разработка региональных эконометрических моделей

На основе представительных баз данных региональных показателей предоставляется возможность создания динамических эконометрических моделей, в основе которых лежит модифицированная функция Кобба-Дугласа. Каждая из таких функций (модели типа «экономические показатели» – «почвенные показатели» – «климатические показатели» и др.).

Первая модель (уравнение (9)) решает задачу оценки эффекта на урожайность от наращивания внесения удобрений вкупе с почвенно-климатическими факторами. Таким образом, эта модель позволяет оценить, какие факторы на продуктивность пашни в большей степени влияют.

Во второй эконометрической модели (уравнение (10)) зависимые и независимые переменные соотносятся с площадью сельскохозяйственных угодий хозяйств. В данной модели нивелируется эффект масштаба, который возникал бы при включении в выборку хозяйств различных размеров площадей. Данная модель помогает определить экономическую эффективность использования всех сельскохозяйственных угодий за счет учета выручки, как от продукции растениеводства, так и животноводства.

В третьей модели (уравнение (11)) решается задача оценки влияния экономических, почвенных и климатических показателей на рентабельность всего сельскохозяйственного производства. Таким образом, данная модель позволяет оценить факторы, влияющие на рентабельность агрохозяйств.

3) Среднесрочное прогнозирование социально-экономических показателей при помощи экономико-климатической модели IMPACT-3

Для проведения прогнозной оценки изменений площадей посевов, валового сбора, урожайности и стоимости валового сбора основных сельскохозяйственных культур в регионе к 2050 году по сравнению к 2010 году используется экономико-климатическая модель IMPACT-3.

Эта модель позволяет рассчитывать модуль благосостояния, с помощью которого можно оценить, как инвестиции в сельское хозяйство могут отразиться и на сельхозпроизводителях, и на потребителях, и на благосостоянии региона в целом.

В рамках модели IMPACT-3 применяются климатические сценарии NoCC (No Climate Change), HadGEM (Climate Change Model developed by Hadley Centre Global Environment Model), IPSL (Institute Pierre Simon Laplace Global Climate Modeling Centre, France), основанные на климатической модели общей циркуляции атмосферы (МОЦ).

4) Разработка комплекса почвозащитных и противоэрозионных мероприятий

При формировании устойчивого сельского хозяйства, подразумевающего одновременный контроль за биологическими циклами (прежде всего, циклами биогенных элементов в агроценозах) и защиту плодородия почвы (Устойчивое развитие сельских территорий..., 2004), в первую очередь, необходимо проведение почвозащитных мероприятий и корректировки экономических показателей сельскохозяйственного развития регионов, связанных с прогнозируемым изменением климата (изменений площадей и структуры посевов, валового сбора, урожайности и т.д.).

Из почвозащитных мероприятий следует предложить:

1) активизацию противоэрозионных мер (искусственное залужение эрозионно опасных участков травянистой растительностью, агролесомелиорация на приводораздельных территориях, введение адаптивно-ландшафтного земледелия, включая создание системы лесополос);

2) комплекс мероприятий, направленных на сохранение и расширенное воспроизводство плодородия почв – внесение необходимого количества минеральных (главным образом, фосфорных и калийных) удобрений (Лукин, 2016).

5) *Корректировка экономических показателей сельскохозяйственного развития регионов, связанных с прогнозируемым изменением климата (изменение площадей и структуры посевов, валового сбора, урожайности и т.д.)*

Прогнозирование изменений площадей посевов, валового сбора, урожайности и стоимости валового сбора основных сельскохозяйственных культур в Белгородской и Липецкой областях к 2050 году по сравнению к 2010 году при помощи экономико-климатической модели IMPACT-3 позволило констатировать тот факт, что изменения климата могут благоприятно сказаться на развитии сельского хозяйства в исследуемых регионах. Увеличение потенциала России в производстве сельскохозяйственной продукции может служить эффективной основой экономического развития страны, а также открывает возможности для увеличения влияния России в Центрально-Азиатском регионе.

Таким образом, изучение взаимозависимостей типа «климат-почва-урожайность» для территорий регионов РФ проводится в несколько этапов: сначала создаются представительные базы данных, включающие почвенно-климатические и экономические показатели отдельных сельскохозяйственных предприятий и муниципальных районов, а затем на их основе - региональные эконометрические модели развития сельского хозяйства, которые позволят давать прогнозные оценки взаимодействия между указанными группами показателей (Строков, Макаров и др., 2019). Кроме того, нередко для решения подобных задач используются экономико-климатические модели, позволяющие прогнозировать важнейшие социально-экономические показатели

сельскохозяйственного производства в среднесрочной перспективе (на несколько десятилетий).

Сельскохозяйственное производство в Российской Федерации, в частности в Центрально-Чернозёмном экономическом районе, осуществляется на фоне двух групп динамических процессов – климатических изменений и деградации почв, оказывающих заметное воздействие на социально-экономические показатели аграрных (прежде всего, растениеводческих) хозяйств. Имеющее место влияние процессов изменения климата на деградационные процессы в почвах в настоящих исследованиях не изучалось.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследований была осуществлена эколого-экономическая оценка деградации почв на различных иерархических уровнях административно-территориального устройства Липецкой области (уровень отдельного агрохозяйства, уровень муниципального района, уровень региона в целом). Применялись различные методологические подходы – оценка ущерба от деградации, методология «действия/бездействия» по Й. фон Брауну, эконометрическое моделирование с использованием модифицированной производственной функции Кобба-Дугласа, экономико-климатическое моделирование (модель IMPACT-3).

ВЫВОДЫ

1. Деградация почв и земель агрохозяйства АО «АгроГард» Усманского района Липецкой области была выявлена по следующим параметрам: уменьшение содержания гумуса, подвижного фосфора и увеличение плотности по сравнению с недеградированным аналогом (модель плодородия чернозема выщелоченного) (эталона). Самое высокое значение степени деградации обнаружены для показателей уменьшения содержания подвижного фосфора (4-я степень).

2. Общая величина ущерба от деградации агрохозяйства АО «АгроГард», рассчитанная в соответствии с «Методикой определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (1994), составляет 88 млн. 73 тыс. руб., или 42,72 тыс.руб/га. Стоимость рекультивации земель, рассчитанная в соответствии со «сметным» подходом в ценах на 2019 год составляет 11 млн. 19,1 тыс. руб., или 5,35 тыс.руб/га.

Потеря экосистемных услуг прямого обеспечения от деградации почв на территории агрохозяйства АО «АгроГард» составляет 7 млн. 987 тыс. руб., или 3,87 тыс. руб/га.

3. Исследование динамики землепользования и NDVI растительного покрова в Липецкой области в период 2001 – 2009 гг. по данным дистанционного зондирования MODIS показало развитие в этот период деградационных процессов, приведших к снижению величины указанного вегетационного индекса. Проведенная вслед за этим экономическая оценка действия и бездействия (методика Й. фон Брауна) выявила экономическую оправданность инвестиций в восстановление продуктивности земель региона и поддержку экосистемных услуг на 6-летнем и 30-летнем горизонтах планирования. Достаточно высокий уровень современного состояния сельскохозяйственного производства области на практике подтверждает адекватность проведенного эколого-экономического анализа.

4. Величина индекса НБДЗ, рассчитанного по адаптированной методике (являясь отрицательной), существенно выше значений, определённых по стандартной методике и для базового периода, и при сравнении базового периода с периодом прогресса. Указанный факт может означать, что данные по содержанию органического углерода в почвах Липецкой области в слое 0-30 см, «защитые» в модуль «Trends.Earth», являются заниженными по сравнению с реальными результатами агрохимических исследований по измерению этого показателя в почвах.

Значения индекса НБДЗ в муниципальных районах Липецкой области, рассчитанного по адаптированной методике, имеют более широкий диапазон варьирования, чем при расчете по стандартной методике (и для базового периода, и при сравнении базового периода с периодом прогресса).

5. Разработана интегрированная база почвенных, климатических и экономических данных, на основе которой создана серия эконометрических динамических моделей развития сельского хозяйства, основанных на функции Кобба-Дугласа.

6. Результаты расчетов в соответствии с эконометрическими моделями, проведенных для Липецкой области, показывают, что из климатических данных наиболее сильное влияние на снижение урожайности и выручки агрохозяйств региона оказывает увеличение среднемесячной температуры в трехмесячный период (с мая по июль), что, вероятно, связано с глобальным изменением климата.

Из почвенных показателей наиболее устойчивые результаты по статистически значимым параметрам были у среднего содержания обменного калия в почвах (рост содержания обменного калия в возделываемых почвах муниципальных районов Липецкой области способствуют росту урожайности кормовых единиц и росту всей выручки от сельхоздеятельности).

7. Прогнозируемые к 2050 г. при помощи модели IMPACT-3 изменения климата приведут к изменению почвенного покрова Липецкой области, характера и масштабов проявления основных деградационных процессов в

почвах, структуры посевных площадей, урожая основных сельскохозяйственных культур и выручки, получаемой сельхозпроизводителем. Наибольший ожидаемый прирост в площадях посева, урожайности, валового сбора и выручки от реализации последнего в 2050 г. по сравнению с 2010 г. наблюдается для пшеницы. Данное обстоятельство может свидетельствовать в пользу того, что в будущем экспорт пшеницы из исследуемого региона может быть увеличен.

8. Разработана и апробирована для территории Липецкой области методология управления устойчивым развитием сельского хозяйства региона России в условиях деградации почв и изменения климата. Ядром указанной методологии является создание представительных баз почвенно-климатических и экономических данных отдельных сельскохозяйственных предприятий и муниципальных районов с последующей разработкой на их основе региональных эконометрических моделей развития сельского хозяйства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрометеорологический обзор по Липецкой области за 2014-2015 сельскохозяйственный год. Липецк: ГУ «Липецкий областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», 2015. 25 с.
2. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. / Сост. Иванов А.Л. Кирюшин В.И. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.
3. Апробация методологии экономики деградации земель для Липецкой области / О. А. Макаров, Е. В. Цветнов, Е. Н. Кубарев, Абдулханова Д.Р., Куделин В.Н., Марахова Н.А., Строков А.С. // Агрохимический вестник. — 2019. — № 1. — С. 2–6.
4. Ахтырцев Б. П., Сушков В. Д. Почвенный покров Липецкой области. Воронеж: издательство воронежского университета, 1983. - 264с.
5. База данных NCDC Climate data online по осадкам и температуре на станциях Конь-Колодезь и Елец <https://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web/> (дата обращения 03.07.2019)
6. База данных Беркли по наблюдениям ежемесячным по температуре в метеостанции в Ельце <http://berkeleyearth.lbl.gov/auto/Stations/TAVG/Text/169249-TAVG-Data.txt> (дата обращения 03.07.2019).
7. Бобылев С.Н., Захаров В.М. Экосистемные услуги и экономика. М.: ООО "Типография ЛЕВКО", Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России, 2009. 72 с.
8. Бондаренко Е. В. Опыт учета экосистемных сервисов почв при оценке деградации земель (на примере УО ПЭЦ МГУ) : дис. – Моск. гос. ун-т им. МВ Ломоносова, 2016.
9. Влияние почвенно-климатических факторов на урожайность основных сельскохозяйственных культур в муниципальных районах

Белгородской области / А. С. Строков, О. А. Макаров, Н. А. Марахова, В. Ю. Поташников // Земледелие. — 2019. — № 6. — С. 21–24.

10. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.

11. ГОСТ 17.5.1.01-83. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения.

12. ГОСТ 26207-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.

13. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО.

14. ГОСТ 26640-85: Земли. Термины и определения.

15. ГОСТ 27593 – 88 Почвы. Термины и определения.

16. ГОСТ Р 59070-2020 Охрана окружающей среды. Рекультивация нарушенных и нефтезагрязненных земель. Термины и определения"(утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 октября 2020 г. N 731-ст)

17. Григорьев Г.Н., Волошенко И.В. Роль изменения климата в землеустройстве // Научные ведомости БелГУ. – 2010. – № 9 (80). Выпуск 11 – С. 143-147.

18. ГЭСН 2001-01: Государственные элементные сметные нормы на строительные работы. Сборник № 1: Земляные работы (с изменениями от 20 октября 2002 г., 9 марта 2004 г., 12 декабря 2006 г., 3 июля 2007 г., 25 декабря 2007 г.)

19. Деградация и охрана почв/Под ред. Г.В. Добровольского. М.:Изд-во МГУ, 2002. - 658 с.

20. Дружинин П. В. Влияние изменения климата на сельское хозяйство российских регионов / П.В. Дружинин, Г.Т. Шкиперова, Е.А. Прокопьев // Регионология. – 2015. – №2 (91). – С.56-63.

21. Замятина Л.В. Методика оценки состояния земельных ресурсов и обоснование мониторинга земель: На примере Липецкой области: Автореферат дисс. ... канд. географ. наук: 25.00.26. – М.: б.и., 2004. – 25 с.

22. История и современное состояние научных исследований в Учебно-опытном почвенно-экологическом центре Московского университета Чашниково / С. А. ШОБА, О. А. МАКАРОВ, М. В. ЗАГОРУЙКО и др. — Издательство Московского университета Москва, 2019. — 197 с.

23. Киселев С. В., Строков А. С., Белугин А. Ю. Прогнозирование развития сельского хозяйства России в условиях изменения климата // Проблемы прогнозирования. — 2016. — № 5. — С. 86–97.

24. Конюшков Д. Е. Формирование и развитие концепции экосистемных услуг: обзор зарубежных публикаций // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева, 2015. № 80. С. 26-49.

25. Корнейко Н.И. Агроэкологическая оценка изменения основных показателей плодородия пахотных почв ЦЧР в процессе длительного сельскохозяйственного использования. Дисс на соиск уч степени к.сх.н. – Курск: 2008 г. – 135 с.

26. Куделин В. Н. Опыт эколого-экономической оценки деградации земель агрохозяйства в Липецкой области // Агрохимический вестник. — 2020. — № 1.

27. Кулистикова Т. Погода становится нервной. Как глобальные изменения климата влияют на сельское хозяйство // Агроинвестор, 2019. №9.

28. Лебедева М.Г., Соловьев А.Б., Толстопятова О.С. Агроклиматическое районирование Белгородской области в условиях меняющегося климата // Научные ведомости Белгородского Государственного университета. Серия: Естественные науки – 2015 - №9 (206). – С. 160-167.

29. Лукин С.В. Агроэкологическое состояние и продуктивность почв Белгородской области: монография / С.В. Лукин – 2-е издание. доп. – Белгород: КОНСТАНТА, 2016. – 344 с.

30. Макаров А.О. Оценка экологического состояния почв некоторых железнодорожных объектов ЦАО г. Москвы. Дис. – Моск. гос. ун-т им. МВ Ломоносова – 2014.

31. Макаров О.А. и др. Почвенные показатели в эконометрических динамических моделях развития сельского хозяйства, основанных на функции Кобба-Дугласа //Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2019. – №. 4. – С. 27-32.

32. Макаров О.А. и др. Применимость методологии экономики деградации земель на уровне регионов Российской Федерации //Агрехимический вестник. – 2020. – №. 4. – С. 77-82.

33. Макаров О.А. Состояние почвы как объект экологического нормирования окружающей природной среды. Автореф. дис. ...д-ра биол. наук. М., 2002. 46 с.

34. Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды. М., 2010. (Утверждена Приказом Минприроды России). 10с.

35. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель. М., 1994. (Утверждена Минприроды России и Роскомземом). 31с.

36. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель //Сборник нормативных актов «Охрана почв». Москва: Изд-во РЭФИА, 1996. –С. 174-196.

37. Методология управления устойчивым развитием сельского хозяйства в условиях деградации почв и изменения климата / А. С. Строков, О. А. Макаров, Е. В. Цветнов, Абдулханова Д.Р., Куделин В.Н., Марахова Н.А. // Достижения науки и техники АПК. — 2020. — Т. 34, № 5. — С. 82–87.

38. Методология эколого-экономической оценки деградации земель на различных иерархических уровнях административно-хозяйственного устройства России / О. А. Макаров, А. С. Яковлев, А. С. Строков и др. // Использование и охрана природных ресурсов в России. — 2017. — № 3. — С. 29–36.

39. Минеев В.Г. Агрохимия: Учебник. - М.: Изд-во МГУ, 2004. 720 с.

40. Модели взаимосвязи между экономическими, почвенными и климатическими показателями в сельском хозяйстве Липецкой области / А. С. Строков, О. А. Макаров, В. Н. Куделин и др. // Проблемы агрохимии и экологии. — 2020. — № 2. — С. 23–30.

41. Недикова Е.В., Масленникова С.В., Бакулина П.В. Анализ эрозионных процессов на территории Липецкой области // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2017. – Т. 2 (5). – С. 50–53.

42. Новикова Е.П., Григорьев Г.Н., Вагурин И.Ю., Чумейкина А.С. Вариации гидротермического режима в Черноземье за последние 30 лет на фоне глобального изменения климата // НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ. Серия Естественные науки. 2017. № 11 (260). Выпуск 39. С. 105-113

43. Полевое обследование и картографирование уровня загрязнения почвенного покрова техногенными выбросами через атмосферу (Методические указания). ВАСХНИЛ, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 1980.

44. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. М., 1993. (Утвержден Минприроды России и Роскомземом). 29с.

45. Постановление Правительства Белгородской области от 26 января 2015 года N 14-пп «Об утверждении кодекса добросовестного землепользователя Белгородской области» // СПС КонсультантПлюс.

46. Почвенные показатели в эконометрических динамических моделях развития сельского хозяйства, основанных на функции Кобба-

Дугласа / О. А. Макаров, А. С. Строков, Е. В. Цветнов и др. // Использование и охрана природных ресурсов в России. — 2019. — № 4. — С. 27–32.

47. Почвенные показатели в эконометрических динамических моделях развития сельского хозяйства, основанных на функции Кобба-Дугласа / О. А. Макаров, А. С. Строков, Е. В. Цветнов и др. // Использование и охрана природных ресурсов в России. — 2019. — № 4. — С. 27–32.

48. Почвоведение. Учеб. для ун-тов. В 2 ч./Под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. Ч. 1. Почва и почвообразование/Г. Д. Белицина, В. Д. Васильевская, Л. А. Гришина и др. — М.: Высш. шк., 1988. — 400 с.

49. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 06.07.2017 № 330 «Об утверждении коэффициентов перевода в зерновые единицы сельскохозяйственных культур»

50. Природные ресурсы и окружающая среда субъектов Российской Федерации. Центральный Федеральный округ: Липецкая область/Под ред. Н.Г. Рыбальского, В.В. Горбатовского, А.С. Яковлева. — М.: НИА-Природа, РЭФИА, 2004. — 596 с.

51. Распоряжение Правительства РФ от 30 ноября 2010 г. № 2136-р Об утверждении Концепции устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2020 года

52. Сайт Агрохимической службы Липецкой области <https://agrohim48.ru/soils-book-of-lo.html> (дата обращения 31.07.2019).

53. Сайт экспертно-аналитического центра агробизнеса <http://ab-centre.ru/page/selskoe-hozyaystvo-lipeckoy-oblasti/> (дата обращения 31.07.2019).

54. Светлов Н.М., Янбых Р.Г., Логинова Д.А. О неоднородности эффектов господдержки сельского хозяйства // Вопросы экономики. — 2019. — № 4. — С. 59–73

55. Сискевич Ю.И., Бровченко Н.С., Гасиев К.Н., Никулова В.А. Влияние окультуренности почв на продуктивность пашни Липецкой области. - Агрехимический вестник № 4 – 2016

56. Сискевич Ю.И., Бровченко Н.С., Гасиев К.Н., Никулова В.А. Мониторинг агрохимических показателей почв Липецкой области - <https://agrohim48.ru/articles/monitoring-agroximicheskix-pokazatelej-pochv-lipeczkoj-oblasti.html> (дата обращения 07.06.2019)

57. Соловиченко В.Д. Плодородие и рациональное использование почв Белгородской области / В. Д. Соловиченко Рос. акад. с.-х. наук. ГНУ Белгород. НИИСХ Россельхозакадемии. Департамент агропром. комплекса Белгород. обл. Белгород: Отчий край, 2005– 292 с.

58. Соловиченко В.Д., Никитин В.В., Мельников В.В., Вовк А.М. Критерии и ресурсы продуктивности пашни в условиях лесостепной зоны Центрального Черноземья // Агрехимический вестник - 2016. - № 5 – С. 28-33.

59. Соловиченко В.Д., Уваров Г.И. Эродированные почвы и комплекс противоэрозионных мероприятий. // Белгородский агромир – 2011. - №1. – с. 14-16.

60. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв./ Л.Л. Шишов, Д.Н. Дурманов, И.И. Карманов, В.ВУ. Ефремов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 304 с.

61. Устойчивое развитие сельских территорий: вопросы стратегии и тактики. М.: Росинформагротех, 2004. 310 с.

62. ФССЦпг 81-01-2001. Федеральные сметные цены на перевозки грузов для строительства. Москва, 2017 г.

63. Цветнов Е.В., Ромашкин Р.А., Белугин А.Ю., Черкасова О.В., Авдеев М.В. Роль России в обеспечении продовольственной безопасности стран Центральной Азии // АПК: экономика, управление. – 2019. № 7. С. 84–94.

64. Эколого-экономическая оценка деградации земель / А. С. Яковлев, О. А. Макаров, С. В. Киселев и др. — МАКС Пресс Москва, 2016. — 256 с.

65. Эколого-экономическая оценка деградации земель в Тульской области / О. А. Макаров, А. С. Строков, Е. В. Цветнов, Кубарев Е.Н., Абдулханова Д.Р., Куделин В.Н. // Проблемы агрохимии и экологии. — 2019. — № 1. — С. 44–52.

66. Экономическая оценка действия и бездействия по отношению к деградированным землям в Белгородской области / О. А. Макаров, А. С. Строков, Е. В. Цветнов, Кубарев Е.Н., Абдулханова Д.Р., Куделин В.Н., Марахова Н.А. // Земледелие. — 2018. — № 7. — С. 3–5.

67. Экосистемы и благосостояние человека: синтез // Доклад международной программы «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» [Электронный ресурс]: Оценка экосистем на пороге тысячелетия, заключительные отчеты, 2005. — Режим доступа: <http://millenniumassessment.org/documents/document.791.aspx.pdf>, свободный.

68. Эрозия почв России [Под редакцией А.Н. Каштанова, Л.Л. Шишова, В.А. Рожкова]. — М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2004. — 76 с.

69. Alkoud I. et al. Technological Advancements and the Global Response to the Climate Change: Role of International Organizations //2024 ASU International Conference in Emerging Technologies for Sustainability and Intelligent Systems (ICETISIS). — IEEE, 2024. — С. 1-6.

70. Brown T.S., Bergstrom J.C. & Loomis J.B. Defining, valuing and providing ecosystem goods and services // Natural Resources J., 2007, Vol. 47, Spring. pp. 329–369.

71. Costanza, R., R. D'Arge, R.S. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Sutton, and M. van den Belt. The value of the world's ecosystem services and natural capital // Nature. Vol. 387, 1997. pp 253–260.

72. Daily, G.C. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Systems. Washington, DC: Island Press, 1997a. 392 pp.

73. Decision 22-COP11, UNCCD, 2013. Advice on how best to measure progress on strategic objectives 1, 2 and 3 of The Strategy www.unccd.int/en/programmes/Science/Monitoring-Assessment/Documents/Decision22-COP11.pdf

74. Good Practice Guidance for SDG Indicator 15.3.1 Version 2.0 – Advanced unedited version.

75. Groot de R.S. et al. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services // Ecological Economics. Vol. 41, 2002. pp. 393–408.

76. International Food Policy Research Institute, 2019: Global food policy report. – Washington, DC, 2019.

77. Jones J., Hoogenboom G., Porter C., Boote K., Batchelor W., Hunt L., Wilkens P., Singh U., Gijsman A., Ritchie J. The DSSAT cropping system model // European Journal of Agronomy. 2003. V. 18. № 3-4. P. 235-265.

78. Kust G., Andreeva O., Cowie A. Land degradation neutrality: Concept development, practical applications and assessment // Journal of Environmental Management. — 2017

79. Lee N. and Walsh F. Strategic Environmental Assessment: An Overview // Project appraisal, Vol. 7(3), 1996, pp. 126-136.

80. MacCallum D.E. Soil erosion control and resource allocation / 10th Annual Australian Agricultural Economics Society Conference, February, Armidale, 1967.

81. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment. Island Press, 2003. 266 p.

82. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends Assessment. Vol. 1. Island Press, 2005. 919 p.

83. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Multiscale Assessments. Vol. 4. Island Press, 2005. 389 p.

84. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Policy Responses. Vol. 3. Island Press, 2005. 623 p.
85. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Scenarios. Vol. 2. Island Press, 2005. 561 p.
86. Nkonya, E., Gerber, N., Baumgartner, P., von Braun, J., De Pinto, A., Graw, V., Kato, E., Kloos, J., Walter, T. (2011b) The Economics of Land Degradation: toward an integrated global assessment. ZEF Discussion Papers on Development Policy, No. 150, 2011. 184p.
87. Robinson S. et al. The international model for policy analysis of agricultural commodities and trade (IMPACT): model description for version 3. – 2015.
88. Rosegrant et al. International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade (IMPACT) Model Description. - Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute, 2012.
89. Sorokin A., Bryzzhev A., Stokov A., Mirzabaev A., Johnson T., Kiselev S. The Economics of Land Degradation in Russia//Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development/Nkonya E., Mirzabaev A., von Braun J. (eds). Springer, Cham, 2016 – pp. 541-576.
90. Sustainable Land Management: The World Bank, 2006. – 87 c.
91. UN. 2015. United Nations. A/RES/70/1. General Assembly. Resolution adopted by the General Assembly. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. 35 p.
http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E
92. von Braun J., Gerber N. The economics of land and soil degradation - toward an assessment of the costs of inaction//Recarbonization of the Biosphere. Springer Netherlands, 2012. P. 493-516.
93. von Braun, J., Gerber, N., Mirzabaev, A., and Nkonya, E. The Economics of Land Degradation. An Issue Paper for Global Soil Week, Berlin, 08-22 November, 2012. ZEF (Bonn), IFPRI (Washington), 2012, 25 p.

94. von Braun, J., Gerber, N., Mirzabaev, A., Nkonya, E. The Economics of Land Degradation. ZEF Working Paper Series. University of Bonn, 2013, №109, 20 p.

95. Walpole S., Sinden J., Yapp T. Land quality as an input to production: the case of land degradation and agricultural output // Economic analysis & policy. – 1996. – V. 26. – № 2. – P. 185–207.

96. Zhu T., Ringler C., Rosegrant M.W. Development and Testing of a Global Hydrological Model for Integrated Assessment Modeling // World Environmental & Water Resources Congress. Washington, DC. 2013.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение А

Таблица А1. Содержание гумуса в пашне Липецкой области по циклам обследования, средневзвеш. знач. %

Район	Циклы обследования									
	II (1970-1975 гг.)	III (1976-1981 гг.)	IV (1982-1986 гг.)	V (1987-1989 гг.)	VI (1990-1993 гг.)	VII (1994-1997 гг.)	VIII (1998-2002 гг.)	IX (2003-2007 гг.)	X (2008-2012 гг.)	По состоянию на 01.01.2016
Воловский район	6,4	6,4	5,7	6,5	6,1	6,0	5,9	5,7	5,8	5,7
Грязинский район	4,8	4,3	4,7	4,7	4,4	4,3	4,5	4,7	4,4	4,4
Данковский район	5,8	6,0	5,8	5,9	5,9	5,9	6,0	5,9	6,1	5,7
Добринский район	7,2	6,9	6,9	6,8	6,8	6,5	7,0	6,9	6,6	6,6
Добровский район	5,5	5,7	5,2	5,4	5,5	5,2	5,3	5,3	5,5	5,5
Долгоруковский район	6,8	6,5	6,3	5,9	6,1	5,8	5,4	5,6	5,7	6,0
Елецкий район	6,1	6,1	6,1	6,1	5,6	5,8	5,0	5,5	5,8	5,4
Задонский район	6,3	6,0	4,9	5,2	4,8	4,6	4,8	4,9	4,8	5,3
Измалковский район	6,6	6,4	6,3	6,0	5,1	5,1	5,6	5,4	5,6	5,9
Краснинский район	6,3	6,2	6,1	5,5	5,6	5,8	5,4	5,3	5,7	5,4
Лебедянский район	5,7	5,5	5,3	5,4	5,3	5,1	5,2	5,1	5,3	5,0
Лев-Толстовский район	5,7	6,1	6,3	6,0	6,0	5,6	5,7	5,8	5,9	5,6
Липецкий район	6,0	5,8	5,2	5,6	5,4	5,4	5,4	5,4	5,5	5,5
Становлянский район	6,4	6,2	6,5	6,4	5,4	5,7	5,9	5,9	5,9	6,1
Тербунский район	6,3	6,2	6,2	5,8	5,9	5,9	5,6	5,0	5,3	5,2
Усманский район	6,2	5,9	6,1	5,7	5,8	5,4	5,4	5,6	5,8	5,9
Хлевенский район	5,4	5,3	5,0	5,1	4,9	5,1	4,9	4,7	5,1	5,1
Чаплыгинский район	6,4	6,2	6,0	6,0	6,1	5,8	6,0	6,0	6,2	6,0
В целом по области:	6,1	6,0	5,9	5,8	5,7	5,6	5,6	5,6	5,7	5,7

Таблица А2. Содержание подвижного фосфора в пашне Липецкой области по циклам обследования, средневзвеш.
знач. мг/кг

Район	Циклы обследования									
	II (1970-1975 гг.)	III (1976-1981 гг.)	IV (1982-1986 гг.)	V (1987-1989 гг.)	VI (1990-1993 гг.)	VII (1994-1997 гг.)	VIII (1998-2002 гг.)	IX (2003-2007 гг.)	X (2008-2012 гг.)	По состоянию на 01.01.2016
Воловский район	56	55	63	69	96	112	107	96	94	104
Грязинский район	34	51	55	81	99	110	102	102	96	95
Данковский район	43	43	54	55	78	82	93	90	80	74
Добринский район	78	88	102	115	121	136	142	136	145	138
Добровский район	40	45	47	57	74	95	94	78	75	77
Долгоруковский район	45	43	59	60	77	96	90	96	82	114
Елецкий район	52	51	64	77	94	93	108	107	91	110
Задонский район	33	52	57	66	72	85	92	90	91	104
Измалковский район	52	55	54	64	74	89	97	97	89	90
Краснинский район	51	48	69	63	79	83	97	85	95	95
Лебедянский район	33	35	41	54	66	75	92	88	69	78
Лев-Толстовский район	31	37	36	42	61	78	101	97	71	77
Липецкий район	36	45	51	64	94	112	111	104	90	95
Становлянский район	44	40	50	50	68	76	79	91	86	84
Тербунский район	53	48	61	66	74	93	93	79	88	98
Усманский район	46	67	68	75	87	107	114	108	98	94
Хлевенский район	40	54	60	64	76	106	121	91	94	91
Чаплыгинский район	42	60	59	67	79	96	106	122	97	101
В целом по области:	46	52	59	67	82	96	103	99	90	97

Таблица А3. Содержание обменного калия в пашне Липецкой области по циклам обследования, средневзвеш.
знач. мг/кг

Район	Циклы обследования										
	I (1964-1969 гг.)	II (1970-1975 гг.)	III (1976-1981 гг.)	IV (1982-1986 гг.)	V (1987-1989 гг.)	VI (1990-1993 гг.)	VII (1994-1997 гг.)	VIII (1998-2002 гг.)	IX (2003-2007 гг.)	X (2008-2012 гг.)	По состоянию на 01.01.2016
Воловский район	117	100	102	97	89	95	64	88	87	94	102
Грязинский район	74	84	90	89	87	100	96	102	102	115	115
Данковский район	103	93	103	88	81	77	89	97	93	98	110
Добринский район	118	130	129	120	117	128	120	136	142	145	145
Добровский район	105	95	131	87	97	93	107	108	100	121	121
Долгоруковский район	96	100	110	104	91	107	107	98	93	118	130
Елецкий район	94	94	100	104	114	113	100	101	96	103	116
Задонский район	125	99	99	94	95	104	95	91	97	109	127
Измалковский район	98	94	105	94	82	96	101	97	96	94	99
Краснинский район	119	103	104	98	95	103	99	87	91	107	127
Лебедянский район	67	79	111	105	89	81	95	99	94	101	122
Лев-Толстовский район	91	84	118	95	81	94	99	104	96	114	132
Липецкий район	101	100	119	99	102	105	99	103	108	120	120
Становлянский район	123	95	100	92	82	90	95	100	105	97	111
Тербунский район	105	98	101	90	90	107	100	85	94	112	116
Усманский район	100	113	112	97	88	100	100	104	100	117	124
Хлевенский район	73	105	108	98	89	99	100	82	100	111	111
Чаплыгинский район	106	141	123	98	88	94	92	111	102	115	126
В целом по области:	101	102	110	98	92	99	99	101	100	112	121

Таблица А4. Уровень кислотности в пашне Липецкой области по циклам обследования, средневзвеш. знач. рНКС1

Район	Циклы обследования										
	I (1964-1969 гг.)	II (1970-1975 гг.)	III (1976-1981 гг.)	IV (1982-1986 гг.)	V (1987-1989 гг.)	VI (1990-1993 гг.)	VII (1994-1997 гг.)	VIII (1998-2002 гг.)	IX (2003-2007 гг.)	X (2008-2012 гг.)	По состоянию на 01.01.2016
Воловский район	5,2	5,2	5,2	5,2	5,1	5,3	5,3	5,3	5,3	5,4	5,3
Грязинский район	5,2	5,1	5,2	5,1	5,1	5,1	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3
Данковский район	5,3	5,2	5,1	5,2	5,1	5,1	5,2	5,5	5,5	5,4	5,3
Добринский район	5,7	5,7	5,7	5,7	5,5	5,5	5,8	5,6	5,8	5,9	5,9
Добровский район	5,3	5,0	5,1	5,1	5,0	5,1	5,5	5,3	5,3	5,2	5,2
Долгоруковский район	5,1	5,2	5,0	5,0	5,1	5,3	5,3	5,4	5,3	5,5	5,4
Елецкий район	5,1	5,3	5,1	5,2	5,3	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
Задонский район	5,4	5,1	5,1	5,2	5,2	5,2	5,3	5,3	5,3	5,5	5,2
Измалковский район	5,1	5,0	5,1	5,0	5,0	5,2	5,3	5,3	5,4	5,4	5,3
Краснинский район	5,0	4,9	5,0	5,1	5,1	5,3	5,3	5,2	5,5	5,6	5,2
Лебединский район	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,0	5,1	5,5	5,4	5,4	5,4
Лев-Толстовский район	5,1	5,0	5,0	5,0	5,1	5,1	5,2	5,5	5,5	5,4	5,3
Липецкий район	5,3	5,1	5,1	5,2	5,0	5,1	5,1	5,2	5,3	5,3	5,3
Становлянский район	5,0	5,1	5,0	5,0	5,1	5,1	5,2	5,1	5,2	5,2	5,1
Тербунский район	5,1	5,2	5,1	5,2	5,1	5,2	5,2	5,3	5,4	5,3	5,2
Усманский район	5,5	5,4	5,4	5,4	5,3	5,2	5,2	5,5	5,5	5,5	5,5
Хлевенский район	5,3	5,3	5,3	5,3	5,2	5,2	5,2	5,3	5,4	5,5	5,5
Чаплыгинский район	5,5	5,2	5,1	5,1	5,0	5,1	5,2	5,7	5,4	5,5	5,3
В целом по области:	5,3	5,2	5,2	5,2	5,1	5,2	5,3	5,4	5,4	5,4	5,3

Таблица А5. Группировка почв по содержанию подвижного фосфора

Административные районы	Площадь тыс.га		Группировка почв по содержанию подвижного фосфора												Средне-взвешенное содержание, мг/кг	Градации обеспеченности почв подвижным фосфором по средневзвешенному значению для административного района	
			Метод определения: по Чирикову														
	Всего	Обследовано	очень низкое	низкое		среднее		повышенное		высокое		очень высокое					
				<20		21-50		51-100		101-150		151-200		>200			
		т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%		
Грязинский	61,7	62	0,3	0,4	10,9	17,6	30,1	48,6	12,2	19,6	4,3	7	4,2	6,8	94	Среднее (51-100 мг/кг)	
Данковский	125,7	110,7	1,5	1,4	35,5	32,1	51,7	46,6	13,8	12,5	4,5	4,1	3,7	3,3	75	Среднее (51-100 мг/кг)	
Добринский	121,8	119,1	-	-	0,6	0,5	26,9	22,6	52,5	44,1	24,2	20,3	14,9	12,5	138	Повышенное (101-150 мг/кг)	
Добровский	62,0	59,1	1,1	1,9	17,7	29,9	27,1	45,8	8,8	14,9	2,3	3,9	2,1	3,6	77	Среднее (51-100 мг/кг)	
Лебедянский	85,1	65,6	1,5	2,3	18,7	28,5	28,2	43	10,8	16,5	3,7	5,6	2,7	4,1	83	Среднее (51-100 мг/кг)	
Лев-Толстовский	68,4	56,5	1,4	2,5	16,9	29,9	21,9	38,7	8,6	15,2	3,6	6,4	4,1	7,3	86	Среднее (51-100 мг/кг)	
Липецкий	92,7	73,8	3,7	5	18	24,4	30,3	41	12,1	16,4	5,3	7,2	4,4	6	86	Среднее (51-100 мг/кг)	
Усманский	108,5	88,7	0,6	0,7	8,5	9,6	50,5	56,9	21	23,7	4,9	5,5	3,2	3,6	93	Среднее (51-100 мг/кг)	
Хлевенский	55,3	34,7	0,2	0,6	6,5	18,7	18,9	54,5	5,9	17	1,6	4,6	1,6	4,6	86	Среднее (51-100 мг/кг)	
Чаплыгинский	91,4	92,9	0,2	0,2	9,8	10,5	40,5	43,7	26	28	9,8	10,5	6,6	7,1	107	Повышенное (101-150 мг/кг)	
Итого:	872,6	763,1	10,5	1,4	143,1	18,8	326,1	42,7	171,7	22,5	64,2	8,4	47,5	6,2	95	Среднее (51-100 мг/кг)	

Таблица А6. Группировка почв по содержанию обменного калия

Администра - тивные районы	Площадь тыс.га		Группировка почв по содержанию обменного калия												Средне- взвешенное содержа- ние, мг/кг	Градации обеспеченности почв обменным калием по средневзвешенному значению для административного района
			Метод определения: по Чирикову													
	Всего	Обследо- вано	очень низкое		низкое		среднее		повышенное		высокое		очень высокое			
			<20	21-40	41-80	81-120	121-180	>180								
т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%			
Грязинский	61,7	62	-	-	0,1	0,2	9,4	15,1	27,5	44,4	21,4	34,5	3,6	5,8	116	Повышенное (81-120 мг/кг)
Данковский	125,7	110,7	-	-	0,5	0,5	27,6	24,9	43,1	38,9	34	30,7	5,5	5	109	Повышенное (81-120 мг/кг)
Добринский	121,8	119,1	-	-	-	-	6,6	5,5	30,9	26	54,8	46	26,8	22,5	145	Высокое (121-180 мг/кг)
Добровский	62,0	59,1	-	-	0,1	0,1	7,5	12,7	26,4	44,7	19,7	33,3	5,4	9,2	121	Высокое (121-180 мг/кг)
Лебедянский	85,1	65,6	-	-	-	-	5,3	8,1	35,6	54,2	21,1	32,2	3,6	5,5	119	Повышенное (81-120 мг/кг)
Лев-Толстовский	68,4	56,5	-	-	-	-	3,1	5,5	23	40,7	22,7	40,2	7,7	13,6	132	Высокое (121-180 мг/кг)
Липецкий	92,7	73,8	-	-	-	-	8	10,8	36,5	49,5	24,3	32,9	5	6,8	119	Повышенное (81-120 мг/кг)
Усманский	108,5	88,7	-	-	0,1	0,1	9,7	10,9	38,7	43,6	33,5	37,8	6,7	7,6	121	Высокое (121-180 мг/кг)
Хлевенский	55,3	34,7	-	-	0,1	0,3	6,2	17,9	16,1	46,3	10,4	30	1,9	5,5	113	Повышенное (81-120 мг/кг)
Чаплыгинский	91,4	92,9	-	-	-	-	6	6,5	45	48,4	30,9	33,3	11	11,8	126	Высокое (121-180 мг/кг)
Итого:	872,6	763,1	-	-	0,9	0,2	89,4	11,7	322,8	42,3	272,8	35,7	77,2	10,1	123	Высокое (121-180 мг/кг)

Таблица А7. Группировка почв по уровню кислотности

Районы Липецкой области	Площадь тыс.га		Группировка почв По уровню кислотности												Средневзвеш. значение	Градации кислотности почв по средневзвешенному значению для административного района Липецкой области	
			Метод определения: рН-метрически														
	Всего	Обследо- вано	очень сильно- кислые	сильно- кислые	средне- кислые	слабо- кислые	близкие к нейтральным		нейтральные								
			<4,0	4,1-4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0		>6,0								
		т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%		
Грязинский	61,7	62	0	0	0,8	1,3	9,5	15,3	35,4	57,1	11,3	18,2	5,0	8,1	5,4	Слабокислая (5,1-5,5)	
Данковский	125,7	110,7	0	0	0,1	0,1	18,4	16,6	72,8	65,7	17	15,4	2,4	2,2	5,3	Слабокислая (5,1-5,5)	
Добринский	121,8	119,1	-	-	-	-	1,4	1,2	29,2	24,5	46,4	38,9	42,1	35,4	5,9	Близкая к нейтральной (5,6-6,0)	
Добровский	62,0	59,1	-	-	1,1	1,9	21,1	35,6	30	50,8	5,6	9,6	1,3	2,1	5,2	Слабокислая (5,1-5,5)	
Лебедянский	85,1	65,6	0	0	0,7	1,1	16,7	25,5	34,8	53	9,7	14,8	3,7	5,6	5,3	Слабокислая (5,1-5,5)	
Лев-Толстовский	68,4	56,5	0	0	0,2	0,4	13,9	24,6	32	56,6	9,2	16,3	1,2	2,1	5,3	Слабокислая (5,1-5,5)	
Липецкий	92,7	73,8	0	0	0,3	0,4	17,7	24	39,4	53,4	10,7	14,5	5,7	7,7	5,4	Слабокислая (5,1-5,5)	
Усманский	108,5	88,7	-	-	0,7	0,8	7,4	8,3	48,3	54,5	23,5	26,5	8,8	9,9	5,5	Слабокислая (5,1-5,5)	
Хлевенский	55,3	34,7	-	-	-	-	3,5	10,1	21,7	62,5	6,9	19,9	2,6	7,5	5,4	Слабокислая (5,1-5,5)	
Чаплыгинский	91,4	92,9	-	-	-	-	13,4	14,4	59,2	63,7	17,5	18,9	2,8	3	5,3	Слабокислая (5,1-5,5)	
Итого:	872,6	763,1	0,0	0,0	3,9	0,5	123,0	16,1	402,8	52,8	157,8	21,1	75,6	9,9	5,4	Слабокислая (5,1-5,5)	

Таблица А8. Группировка почв по содержанию гумуса

Административные районы	Площадь тыс.га		Группировка почв по содержанию гумуса Метод определения: по Тюрину												Средневзвеш. содержание, %	Градации почв по средневзвешенному значению содержания гумуса для административного района
			очень низкое содержание		низкое содержание		среднее содержание		повышенное содержание		высокое содержание		очень высокое содержание			
	Всего	Обследовано	0 - 2,0		2,1-4,0		4,1-6,0		6,1-8,0		8,1-10,0		>10,0			
			т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%		
Грязинский	61,7	62	2,1	3,4	19,8	31,9	37,6	60,7	2,5	4	-	-	-	-	4,4	Среднее (4,1-6,0%)
Данковский	125,7	110,7	0,1	0,1	6,6	6	58,4	52,7	45,6	41,2	-	-	-	-	5,7	Среднее (4,1-6,0%)
Добринский	121,8	119,1	-	-	0,5	0,5	24,2	20,3	93,8	78,7	0,6	0,5	-	-	6,6	Повышенное (6,1-8,0%)
Добровский	62,0	59,1	-	-	5,9	10,1	37,5	63,4	15,5	26,2	0,2	0,3	-	-	5,5	Среднее (4,1-6,0%)
Лебединский	85,1	65,6	0,2	0,3	12,9	19,7	41,4	63,1	11,1	16,9	-	-	-	-	5,1	Среднее (4,1-6,0%)
Лев-Толстовский	68,4	56,5	-	-	2	3,5	38,9	68,9	15,6	27,6	-	-	-	-	5,6	Среднее (4,1-6,0%)
Липецкий	92,7	73,8	-	-	3,1	4,2	64,3	87,1	6,4	8,7	-	-	-	-	5,3	Среднее (4,1-6,0%)
Усманский	108,5	88,7	0,2	0,2	8	9	46	51,9	33,1	37,3	1,4	1,6	-	-	5,7	Среднее (4,1-6,0%)
Хлевенский	55,3	34,7	0,5	1,4	4,8	13,8	26,3	75,9	3,1	8,9	-	-	-	-	5,1	Среднее (4,1-6,0%)
Чаплыгинский	91,4	92,9	0,1	0,1	2,4	2,6	42,8	46,1	47,1	50,7	0,5	0,5	-	-	6	Среднее (4,1-6,0%)
Итого:	872,6	763,1	3,2	0,4	66	8,6	417,4	54,7	273,8	35,9	2,7	0,4	-	-	5,6	Среднее (4,1-6,0%)

Приложение Б

Таблица Б1. Лист Excel «Notes»

№ таблицы	Тип показателя	Список показателей	Вид хозяйств	soil	region	district	hoz06	hoz13	Примечания
	Эконом	Посевная площадь	Хозяйства всех категорий	н	х	х	н	х	
	Эконом	Посевная площадь	Сельхозорганизации	н	х	х	х	х	
	Эконом	Валовой сбор	Хозяйства всех категорий	н	х	х	н	н	
	Эконом	Валовой сбор	Сельхозорганизации	н	х	х	х	х	
	Эконом	Урожайность с 1 га уборочной площади	Хозяйства всех категорий	н	н	х	н	н	
	Эконом	Урожайность с 1 га уборочной площади	Сельхозорганизации	н	н	х	н	н	
	Эконом	Внесение минеральных удобрений, всего	Сельхозорганизации	н	х	х	н	н	
	Эконом	Внесение органических удобрений, всего	Сельхозорганизации	н	х	н	н	н	
	Эконом	Внесение минеральных удобрений, на 1 га посевной площади (в пересчете на 100% д.в.)	Сельхозорганизации	н	х	н	н	н	
	Эконом	Внесение органических удобрений, на 1 га посевной площади	Сельхозорганизации	н	х	н	н	н	
	Климат	Осадки в июле, мм	н/д	н	х	н	н	н	
	Климат	Температура в июле С	н/д	н	х	н	н	н	
	Климат	Осадки в январе, мм	н/д	н	х	н	н	н	
	Климат	Температура в январе С	н/д	н	х	н	н	н	
	Эконом	Стоимость растениеводческой продукции	Хозяйства всех категорий	н	х	х	х	х	
	Эконом	Стоимость животноводческой продукции	Хозяйства всех категорий	н	х	х	н	н	
	Эконом	Стоимость продукции растениеводства	Сельхозорганизации	н	х	х	х	х	
	Эконом	Стоимость продукции животноводства	Сельхозорганизации	н	х	х	н	н	

	Эконом	Площадь чистых паров	Хозяйства всех категорий	н	х	н	н	н	
	Эконом	Площадь чистых паров	Сельхозорганизации	н	х	н	н	н	
	Эконом	Затраты (всего и по видам затрат) в растениеводстве	Сельхозорганизации	н	н	н	х	х	
	Эконом	Себестоимость реализованной продукции растениеводства	Сельхозорганизации	н	н	н	х	х	
	Эконом	Субсидии	Сельхозорганизации	н	н	н	х	х	
	Эконом	Занятые в сельскохозяйственном производстве	Сельхозорганизации	н	н	н	х	х	
T1	Почвы	Деградированные земли, % от сх угодий района	Сельхозорганизации	х	н	н	н	н	Данные за 1999 год, по районам
T2	Почвы	Эродированные земли, % от сх угодий района	Сельхозорганизации	х	н	н	н	н	Данные за ... год, по районам
T3	Почвы	Площадь смытых почв	Сельхозорганизации	х	н	н	н	н	Данные на начало 2000х годов
T3	Почвы	Площадь оврагов	Сельхозорганизации	х	н	н	н	н	Данные на начало 2000х годов
T3	Почвы	Площадь подтопленных земель	Сельхозорганизации	х	н	н	н	н	Данные на начало 2000х годов
T3	Почвы	Облесенность территории	Сельхозорганизации	х	н	н	н	н	Данные на начало 2000х годов
T4	Почвы	Содержание гумуса в пашне Липецкой обл. по циклам обследования, средневзвеш. знач. %	Сельхозорганизации	х	н	н	н	н	Данные за по пятилеткам с 1970 по 2016 гг
T5	Почвы	Содержание обменного калия в пашне Липецкой обл. по циклам обследования, средневзвеш. знач. мг/кг	Сельхозорганизации	х	н	н	н	н	Данные по пятилеткам с 1964 по 2016 гг
T6	Почвы	Уровень кислотности в пашне Липецкой обл. по циклам обследования, средневзвеш. знач. рНКС1	Сельхозорганизации	х	н	н	н	н	Данные по пятилеткам с 1964 по 2016 гг
T7	Почвы	Средневзвешенные показатели по фосфору, калию, кислотности и гумусу по состоянию на 01.01.2017 г.	Сельхозорганизации	х	н	н	н	н	Данные по отдельным районам на 1 янв 2017

T8	Почвы	Содержание подвижного фосфора в пашне Липецкой обл. по циклам обследования, средневзвеш. знач. мг/кг	Сельхозорганизации	х	н	н	н	н	Данные по пятилеткам с 1970 по 2016 гг
----	-------	--	--------------------	---	---	---	---	---	--

Примечание:

х - есть , н - нет

soil - различные почвенные показатели по административным районам Липецкой области за разные периоды времени

region- экономические и природно-климатические показатели на уровне региона, Липецкая область, период 1995-2017 гг.

district- экономические показатели на уровне административных районов с 2008 по 2017 гг.

hoz06 - экономические показатели на уровне отдельных хозяйств (сельхозорганизаций) за 2006 год

hoz13 - экономические показатели на уровне отдельных хозяйств (сельхозорганизаций) за 2013 год

Таблица Б2. Лист Excel «Soil»

	взято из работы Столбовой и ко 1999 (журнал Почвоведение)	% деград земель в сх угодьях района
	T1	degr
	Районы Липецкой области	<i>deg1999</i>
1	ВОЛОВСКИЙ РАЙОН	55,57
2	ГРЯЗИНСКИЙ РАЙОН	56,29
3	ДАНКОВСКИЙ РАЙОН	44,26
4	ДОБРИНСКИЙ РАЙОН	64,00
5	ДОЛГОРУКОВСКИЙ РАЙОН	48,77
6	ЕЛЕЦКИЙ РАЙОН	29,96
7	ЗАДОНСКИЙ РАЙОН	29,77
8	ИЗМАЛКОВСКИЙ РАЙОН	38,37
9	КРАСНИНСКИЙ РАЙОН	32,58
10	ЛЕБЕДЯНСКИЙ РАЙОН	23,21
11	ЛЕВ-ТОЛСТОВСКИЙ РАЙОН	50,00
12	ЛИПЕЦКИЙ РАЙОН	43,22
13	СТАНОВЛЯНСКИЙ РАЙОН	49,98
14	ТЕРБУНСКИЙ РАЙОН	50,01
15	УСМАНСКИЙ РАЙОН	47,74
16	ХЛЕВЕНСКИЙ РАЙОН	31,44
17	ЧАПЛЫГИНСКИЙ РАЙОН	46,64

Данные по эрозионным процессам на территории Липецкой области					
общая площадь с/х угодий, тыс га	потенциальная эрозия земли, тыс га	эродированность земли:	всего, тыс га	из них пашни, тыс га	доля эродированных всего, %
63,6	29,7		5,6	4,3	8,8
73,5	22,1		1,9	1,4	2,6
149	68		32,7	21,1	21,9
138,1	2,5		2,3	1,4	1,7
78,2	35,4		14,7	11,4	18,8
90,2	38,7		15,6	10	17,3
95,8	43,4		23,1	15,5	24,1
87,3	44,5		21,8	16	25,0
72,3	35,7		14,7	11,8	20,3
107,3	32,3		26,9	20,6	25,1
76,6	26,6		14,7	11,8	19,2
126,5	46,8		18,5	13,4	14,6
104,7	49,9		30,3	22,3	28,9
91,2	45		13,9	10,5	15,2
122,7	18		1,7	1,3	1,4
63,5	25		8,6	5,7	13,5
110	27,9		7	5,1	6,4

ТЗ	X1 - площадь смытых почв, %; X2 - площадь оврагов, га/км; X3 - площадь подтопленных земель, га/км ² ; X4 - облесенность территории, %			
Показатели развития негативных природных процессов				
Наименование районов	X1	X2	X3	X4
1	2	3	4	5
Воловский район	10,50	0,18	3,62	1,90
Грязинский район	1,50	0,08	3,63	2,10
Данковский район	43,30	1,02	1,51	2,10
Добринский район	1,20	0,03	17,95	1,40
Добровский район	2,40	0,44	3,10	1,80
Долгоруковский район	5,10	0,35	0,58	1,80
Елецкий район	12,70	0,43	2,16	1,70
Задонский район	12,10	0,43	1,67	2,30
Измалковский район	13,70	0,87	0,35	3,10
Краснинский район	13,50	0,53	0,59	1,90
Лебедянский район	31,00	2,92	1,57	2,40
Лев-Толстовский район	1,80	0,71	2,86	1,60
Липецкий район	40,70	0,47	2,30	2,50
Становлянский район	29,00	0,41	0,17	2,10
Тербунский район	7,80	0,11	3,01	1,90
Усманский район	1,00	0,04	11,99	1,70
Хлевенский район	12,40	0,74	3,18	2,30
Чаплыгинский район	19,70	0,15	4,83	1,10

Таблица Б3. Лист Excel «region»

Пок (ед измер)	Культура	Вид хозяйств	Липецкая область							
			1995 год	1996 год	1997 год	1998 год	19992015	2016 год	2017 год
Посевные площади с/х культур, тыс га	Бахчевые продовольственные культуры	Хозяйства всех категорий		0	0	0	0	0	0	0
Посевные площади с/х культур, тыс га	Вся посевная площадь	Хозяйства всех категорий	1 383	1 365	1 330	1 235	1 222	1 324	1 345	1 347
Посевные площади с/х культур, тыс га	Горох	Хозяйства всех категорий		59	54	34	23	11	13	14
Посевные площади с/х культур, тыс га	Горчица	Хозяйства всех категорий			1	0		5	4	3
Посевные площади с/х культур, тыс га	Гречиха	Хозяйства всех категорий		24	26	22	27	11	16	20
Посевные площади с/х культур, тыс га	Зернобобовые культуры	Хозяйства всех категорий		61	56	35	25	16	20	25
Посевные площади с/х культур, тыс га	Зерновые и зернобобовые культуры	Хозяйства всех категорий	729	730	729	695	687	806	819	780
Посевные площади с/х культур, тыс га	Картофель - всего	Хозяйства всех категорий	67	65	61	57	54	49	47	45
Посевные площади с/х культур, тыс га	Корнеплоды кормовые (в т.ч. сахарная свекла на корм)	Хозяйства всех категорий		10	7	6	7	1	1	1
Посевные площади с/х культур, тыс га	КОРМОВЫЕ КУЛЬТУРЫ	Хозяйства всех категорий	451	449	429	384	362	89	82	
Посевные площади с/х культур, тыс га	Кукуруза на зерно	Хозяйства всех категорий					0	99	95	89
Посевные площади с/х культур, тыс га	Кукуруза на силос, зеленый корм и сенаж (вес зеленой массы)	Хозяйства всех категорий		143	127	102	102	23	17	19
Посевные площади с/х культур, тыс га	Лен кудряш(масличный)	Хозяйства всех категорий						2	3	2

Посевные площади с/х культур, тыс га	Многолетние беспокровные травы посева текущего года, включая посев осени прошлого года	Хозяйства всех категорий		2	4	2	1	4	7	4
Посевные площади с/х культур, тыс га	Многолетние травы посева прошлых лет	Хозяйства всех категорий		145	150	157	154	32	31	32
Посевные площади с/х культур, тыс га	Овес	Хозяйства всех категорий		62	72	50	39	7	7	6
Посевные площади с/х культур, тыс га	Овощи открытого грунта	Хозяйства всех категорий	12	12	11	11	11	10	9	9
«...»										
Осадки в июле, мм			100	36	82	54	96	74	49	72
Температура в июле С			20	20	19	21	23	19	24	19
Осадки в январе, мм			43	14	26	17	63	25	90	41
Температура в январе С			-7	-13	-9	-7	-7	-6	-10	-8
Индекс цен среднегодовой (среднеарифм) к декабрю предыдущего года, %	Продукция и услуги сельского хозяйства и охоты	Сельскохозяйственные организации (все сельхозпредприятия)					148	109	101	
Индекс цен среднегодовой (среднеарифм) к декабрю предыдущего года, %	Культуры сельскохозяйственные, продукция овощеводства и садоводства	Сельскохозяйственные организации (все сельхозпредприятия)					135	110	101	
Индекс цен среднегодовой (среднеарифм) к декабрю предыдущего года, %	Скот крупный рогатый, овцы и козы, свиньи и птица сельскохозяйственная	Сельскохозяйственные организации (все сельхозпредприятия)					155	110	101	

Таблица Б4. Лист Excel «district»

Район	Показатели	Категории хозяйств	Продукция	Ед. измерения	2008 год	2009 год	2010 год	2011 год	2012 год	2013 год	2014 год	2015 год	2016 год
Воловский	Объем производства растениеводческой продукции (в фактических ценах)	Хозяйства всех категорий	вся	тысяча рублей	783 307	577 109	620 513	887 885	1 063 935	1 317 360	1 822 441	1 664 785	2 714 197
Воловский	Объем производства продукции растениеводства (в фактических ценах)	Сельскохозяйственные организации (все сельхозорганизации)	вся	тысяча рублей	503 302	336 366	398 217	578 798	647 696	784 771	981 184	903 313	1 868 647
Воловский	Объем производства продукции растениеводства (в фактических ценах)	Хозяйства населения (граждане)	вся	тысяча рублей	119 601	140 840	156 196	158 099	177 035	274 321	445 021	374 050	323 345
Воловский	Объем производства продукции растениеводства (в фактических ценах)	Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели	вся	тысяча рублей	160 404	99 903	66 101	150 988	239 203	258 268	396 236	387 422	522 205
Воловский	Объем производства продукции животноводства (в фактических ценах)	Хозяйства всех категорий	вся	тысяча рублей	356 359	330 623	342 937	445 693	637 679	1 148 157	1 698 767	1 829 892	1 732 471
Воловский	Объем производства продукции животноводства (в фактически действовавших ценах)	Сельскохозяйственные организации (все сельхозорганизации)	вся	тысяча рублей	136 788	130 890	98 436	153 291	335 442	809 825	1 300 310	1 403 505	1 316 941
Воловский	Объем производства продукции животноводства (в фактически действовавших ценах)	Хозяйства населения (граждане)	вся	тысяча рублей	207 769	191 554	232 438	276 567	288 102	322 744	376 388	401 339	390 928
«...»													