

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ»  
(РАНХиГС)

*А.С. Строков, Н.И. Шагайда, О.В. Луговой, В.Ю. Поташиников,  
Т.А. Ланьшина*

**ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ РАЗ-  
МЕЩЕНИИ ОТРАСЛЕЙ РАСТЕНИЕВОДСТВА ПРИ  
АДАПТАЦИИ АГРАРНОЙ ПОЛИТИКИ РОССИИ К ЦЕ-  
ЛЯМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

Москва 2020

**А.С. Строков, Н.И. Шагайда, О.В. Луговой, В.Ю. Поташников, Т.А. Ланьшина**  
ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ РАЗМЕЩЕНИИ ОТРАСЛЕЙ  
РАСТЕНИЕВОДСТВА ПРИ АДАПТАЦИИ АГРАРНОЙ ПОЛИТИКИ РОССИИ К  
ЦЕЛЯМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ [Текст] / А.С. Строков, Н.И. Шагайда, О.В.  
Луговой, В.Ю. Поташников, Т.А. Ланьшина Институт прикладных экономических  
исследований РАНХиГС. – М.: Изд-во ..., 2020.

Краткая аннотация

В исследовании изучаются изменения в увеличении производства продукции растениеводства в регионах России и экологические последствия в виде увеличения эмиссий парниковых газов (ПГ). Выявлено, что наибольшие эмиссии происходят в результате расширения посевных площадей, в т.ч. за счет ввода в оборот заброшенных сельскохозяйственных угодий. В работе сделан прогноз развития сельского хозяйства до 2030 года, предусматривающий возможность реализации Государственной программы по эффективному вовлечению в оборот сельскохозяйственных угодий, с учетом дополнительного увеличения посевных площадей на 12 млн гектар. Наши расчеты показали, что распашка такого количества земель приведет к увеличению эмиссий ПГ более, чем на 100 млн тонн CO<sub>2</sub> к 2030 году. В региональном разрезе наибольшие объемы эмиссий ПГ на единицу произведенной продукции наблюдаются на Дальнем Востоке, в Псковской и Калининградской областях. Наименьшее соотношение эмиссий к производству зафиксировано в сибирских регионах. Региональные экологические экстерналии необходимо учитывать для разработки сбалансированной политики интенсификации и эксенсификации в развитии отраслей растениеводства.

*Строков Антон Сергеевич* - к.э.н., старший научный сотрудник Центра агропродовольственной политики ИПЭИ РАНХиГС;

*Шагайда Наталья Ивановна* – д.э.н., руководитель Центра агропродовольственной политики ИПЭИ РАНХ и ГС;

*Луговой Олег Валериевич* - к.э.н., ведущий научный сотрудник Центра экономического моделирования энергетики и экологии ИПЭИ РАНХиГС;

*Поташников Владимир Юрьевич* - старший научный сотрудник Центра экономического моделирования энергетики и экологии ИПЭИ РАНХиГС;

*Ланьшина Татьяна Александровна* - научный сотрудник Центра экономического моделирования энергетики и экологии ИПЭИ РАНХиГС.

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....   | 4  |
| 1 Международные практики управления выбросами парниковых газов в растениеводстве .....   | 6  |
| 2 Построение сценариев устойчивого развития растениеводства России.....  | 32 |
| 3 Расчет прогнозов с помощью модели частичного равновесия GLOBIOM .....  | 37 |
| 4 Разработка рекомендаций для совершенствования Госпрограммы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения до 2030 года ..... | 55 |
| 5 Оценка перераспределения использования земельных ресурсов в региональном разрезе России и потенциальные последствия в выбросе парниковых газов .....   | 72 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....  | 83 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....   | 87 |

## **ВВЕДЕНИЕ**

Актуальность темы. В России существует потенциал увеличения производства растениеводства за счет территории Нечерноземной зоны, Урала, Сибири и отдельные регионы Дальнего Востока. Реализация данного потенциала позволит увеличить благосостояние местного населения, снизить безработицу и сыграть положительную роль в устойчивом развитии сельских территорий.

Тема устойчивости пространственного распределения производства продукции растениеводства напрямую связана с идеями, развиваемыми в рамках международного проекта FABLE, поскольку разрабатываемый российский модуль модели GLOBIOM позволяет анализировать и прогнозировать расширение (или уменьшение) посевных площадей в растениеводстве, изменения валовых сборов и соответствующих показателей выбросов парниковых газов от возделывания почв. Тем самым, разработка данного инструмента позволит получить научно-обоснованную базу для сценариев развития растениеводства в России и для разработки рекомендаций в целях более равномерного распределения господдержки. Тема также имеет актуальность с точки зрения проведения международных сравнительных исследований в рамках достижения Целей устойчивого развития ООН 2030, необходимости оценок обязательств России по Парижскому соглашению (возможности уменьшения выбросов парниковых газов от отдельных отраслей).

Таким образом, целью исследования является оценка изменения выбросов парниковых газов (ПГ) в сельском хозяйстве России в разрезе территориального размещения; прогнозирование развития основных растениеводческих рынков России (зерновые, масличные, картофель) по методу балансов продовольственных ресурсов с использованием инструментов экономического моделирования, подготовка предложений Правительству России по выбору лучшей стратегии увеличения объемов производства продукции растениеводства в рамках совершенствования политики управления сельским хозяйством, регулирования земельного оборота и учета потенциальных последствий для окружающей среды.

Основные фундаментальные и прикладные задачи, решаемые в рамках исследования:

- 1) Систематизация международного опыта региональной аграрной политики растениеводства (США, ЕС, Бразилия) для выявления полезных практик в области государственного управления сельским хозяйством и земельными ресурсами;

2) Оценка уровня регионального распределения производства продукции растениеводства в Российской Федерации, выявление факторов роста и стагнации отдельных регионов;

3) Определение роли господдержки в территориальном развитии современного землепользования России;

4) Построение сценариев устойчивого развития растениеводства России, в том числе с оценкой возможностей снижения выбросов парниковых газов от возделывания почв;

5) Расчет прогнозов с помощью модели частичного равновесия GLOBIOM, и анализ результатов.

Результаты данной НИР могут быть использованы в интересах: Департамента агропромышленного комплекса Правительства Российской Федерации, Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, Министерства природных ресурсов Российской Федерации, Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), а также в интересах Академии для развития научного потенциала в целях повышения качества экспертно-аналитической работы и образовательных программ.

Основания для включения в государственное задание: Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 "О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года" (Национальный проект (программа) "Экология" (п.7)); Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Распоряжением Правительства РФ от 02.02.2015 N 151-р, ред. от 13.01.2017); Стратегия национальной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 31 декабря 2015 г. № 683); Стратегия экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Указом Президента РФ от 13 мая 2017 г. № 208); Поручение Председателя Правительства Российской Федерации ДМ-п17-3963р от 4 июля 2018 г.

Также в исследовании руководствовались и обсуждаемыми в 2020 году правительственными документами: Проект Госпрограммы о неиспользуемых землях [1], Стратегия низкоуглеродного развития России до 2050 г. [2]; Стратегия развития сельского хозяйства до 2030 г. [3]

## **1 Международные практики управления выбросами парниковых газов в растениеводстве**

Проблема оценки экологических последствий от развития сельского хозяйства является важной научной и практической темой последних 30 лет. В нашем исследовании мы остановимся на вопросе развития производства продукции растениеводства и сопутствующих выбросов парниковых газов (ПГ). Конечно, выбросы не являются единственно важной проблемой, но так сложилась мировая статистическая система, что выбросы ПГ оцениваются и публикуются по разным методикам, охватывая значительное количество секторов и стран. Следовательно, это делает эту тему легче изучаемой, в отличие от показателей (в т.ч. и загрязнений) почв, воды, использования пестицидов и т.п.

В первой главе мы изучаем не только статистические факты об изменении производства продукции растениеводства и сопутствующих выбросов, но мы попытаемся на примере некоторых международных контекстов (кейсов) выявить за счет каких мер аграрной или природоохранной политики удалось сдерживать (или замедлить темп роста) выбросов парниковых газов, что в конечном счете уменьшило нагрузку на окружающую среду. В нашем исследовании мы руководствовались идеей, которая выходила из исследования Smith et al 2008 [4], где анализируется большое количество практик и исторического опыта за период 1990-2005 гг. по сокращению выбросов ПГ, и делается вывод, что большинство достижений стран как США, ЕС, Китай и Бразилия по сокращению выбросов изначально имели другие цели аграрной и природоохранной политики – будь то попытка остановить значительную вырубку лесов, или борьба с перепроизводством сельскохозяйственной продукции, или вывод из оборота малопродуктивных угодий, или сокращение субсидий в результате экономических реформ, или попытка сделать управляемым и контролируемым объемы внесения минеральных и органических удобрений и т.п.

В этом разделе необходимо рассмотреть:

- статистические факты или научные факты (статьи). Где опубликованы данные что вот такая-то и такая-то технология ведет к уменьшению выбросов парниковых газов (ПГ).
- нужно понять как эрозия почв на сельскохозяйственных землях связана с выбросами парниковых газов;

- какие меры аграрной политики напрямую или косвенно ведут к снижению выбросов ПГ;

- какие меры аграрной и природоохранной политики способствуют сокращению (или оптимизации) применения химических веществ (удобрений и т.п.), что влияет не только на состояние почв, но и на уменьшение выбросов ПГ.

Ниже мы дадим характеристику и анализ тех процессов за период 1990-2020 гг, которые происходили в Бразилии, США и ЕС, и повлияли на изменение показателей выбросов парниковых газов. Примеры аграрной и природоохранной политики.

В настоящем обзоре литературы представлен анализ источников, которые касаются различных аспектов природоохранного законодательства, связанного с развитием и ограничением отдельных видов сельскохозяйственной деятельности, в т.ч., связанные с использованием химических удобрений, а также с учетом проблем вырубки лесов и воспроизводства и сохранения почвенных ресурсов.

В декабре 2015 г многими странами мира было подписано Парижское соглашение по климату, которое является важным шагом во всемирной климатической политике. Согласно Парижскому соглашению страны намереваются:

- сдержать повышение температуры к 2100 году менее 2 градусов относительно пре-индустриального уровня (1700 г.), а также приложить усилия, чтобы ограничить потепление на 1.5 градуса;

- к 2050 году достичь нулевого баланса между эмиссиями и поглощениями газов во всех странах, подписавшим Парижское соглашение.

Чтобы достичь эти два целевых показателя, страны должны согласовать и начать работу над Общенациональными Целями (NDC), которые утверждают конкретные объемы выбросов и поглощений ПГ всего по экономике (с учетом сектора изменения землепользования) и оцениваются каждые пять лет, с тем, чтобы конечные цели Парижского соглашения по температуре и по балансу выбросы-поглощения были достигнуты.

Несмотря на то, что в тексте Парижского соглашения нет спецификаций по теме почв или показателей связанных с землей, тем не менее, очевидно, что чтобы достичь и развивать объемы поглощения углерода нужны решения и конкретные меры земельной и аграрной политики по увеличению площади лесов и иных земель, способных поглощать углерод, а также способствовать изучению и имплементации практик, которые позволяют сдержать эмиссию (или даже перевести в поглощение

ПГ) на уже освоенных и возделываемых землях, как на пашне или пастбищах, что предполагает и изучение новых технологий. Следовательно, Парижское соглашение совершенно правильно пропагандирует правильный учет всех видов земель и всех видов эмиссий и поглощений на них во избежания двойного учета. Де факто сложилось так (еще до принятия Парижского соглашения по климату), что отдельные страны уже в течение 1990-2000 х годов использовали сельскохозяйственные земли для перевода их в луговые угодья или заброшенные (неиспользуемые) пашни: США в рамках программы консервации сельскохозяйственных земель CRP и Россия, когда в ходе реформ 1990х годов оказалось заброшенными около 40 млн гектар пашни и около 50 млн гектар пастбищ, - все эти земли до сих пор остаются нетто-поглотителями газов. В современных условиях свою программу сохранения углерода в почвах предлагает Министерство сельского хозяйства Франции.

Единственным юридически обязывающим региональным документом, в котором особое внимание уделяется защите почвы и устойчивому использованию почвы, является Конвенция об охране Альп 1991 года (Конвенция Альп) и Протокол к ней об осуществлении Альпийской конвенции в регионе. защиты почвы 1998 года (Альпийская конвенция, Протокол о защите почвы, ACSPP). Конвенция Альп является международным соглашением, заключенным между восемью европейскими государствами и Европейским союзом. Он стремится к защите и устойчивому развитию всемирно значимого горного региона, и поэтому имеет решительную экологическую направленность. Далее дадим краткую характеристику отдельный страновых кейсов.

По Бразилии. После подписания Парижского соглашения по Климату в 2016 г. Бразилия к 2020 году вышла с планом NDC по развитию экономики до 2030 года с учетом возможного сокращения выбросов парниковых газов. Согласно этому плану [5] Бразилия планирует к 2030 году сократить выбросы на 43% от уровня 2005 года (это касается всей экономики Бразилии).

Бразилия планирует укреплять инициативы сотрудничества с другими развивающимися странами, особенно в области: систем мониторинга лесов; создание потенциала и технологии в секторе биотоплива, низкоуглеродного и устойчивого сельского хозяйства; деятельность по охране лесов и лесовосстановлению; управление охраняемыми территориями; повышение устойчивости сельских территорий за счет социальной интеграции и программы защиты населения; наращивание потенциала



для национальных коммуникаций и других обязательства по Конвенции, в частности, для португалоговорящих стран.

Необходимо отметить, что Бразилия за 7 лет уже сократила выбросы ПГ на 41% в период 2005-2012 гг., что является довольно редким результатом в современной истории экономик. По данным ФАО сокращение вырубки лесов в Бразилии в этот период способствовало сокращению выбросов ПГ. Если в 2005 г выбросы ПГ от вырубки лесов составляли 1 млрд тонн CO<sub>2</sub>, то уже в 2011 – в три раза меньше. Фактически половина всех выбросов в Бразилии в 2005 году приходилось эмиссии от вырубки лесов и распашки этих земель по сельскохозяйственные нужды.

Возвращаясь к документу NDC. Если в 2005 г совокупные выбросы ПГ от всех отраслей экономики Бразилии оценивались в 2.1 гигатонн CO<sub>2</sub>, то уже в 2025 г планируется снижение до 1.3 гигатонн и до 1.2 гигатонн в 2030 году.

Бразилии уже удалось достичь экологических успехов за счет реализации крупных и успешных бизнес проектов по производству биотоплива, в том числе ко-генерация электроэнергии с использованием биомассы. Бразилия имеет впечатляющие результаты по сравнению с любой страны в сокращении выбросов от вырубки лесов, в основном за счет снижения темпов вырубки лесов в бразильской Амазонии на 82% в период 2004 - 2014 годами. Энергетическая структура Бразилии сегодня состоит из 40% возобновляемых источников энергии, или 75% возобновляемых источников энергии в Бразильском экспорте электроэнергии, что в три раза больше, чем в мире. Средний показатель по возобновляемым источникам энергии и более чем в четыре раза превышает средний показатель по ОЭСР. Таким образом, это уже квалифицирует Бразилию как низкоуглеродную экономику.

Бразилия намерена принять дальнейшие меры, которые позволят достичь снижения глобальной температуры 2 ° C (цель устойчивого развития в рамках Парижского соглашения по климату), в частности:

1) увеличение доли устойчивого биотоплива в энергетической структуре Бразилии до примерно 18% к 2030 году за счет увеличения потребления биотоплива, увеличения поставки этанола, в том числе за счет увеличения доли перспективных видов биотоплива (второе поколение биотоплива) и увеличение доли биодизеля в дизельной смеси.

2) в изменениях в землепользовании и лесах: улучшение национальных планов и законов по обеспечению выполнения Лесного кодекса Бразилии (BCR 2013) на

федеральном, штатном и муниципальном уровнях; укрепление мер природоохранной политики с целью достижения в Амазонии нулевой незаконной вырубки лесов к 2030 году; лесовосстановление на территории 12 миллионов гектаров лесов к 2030 году в целях укрепления устойчивых систем управления местными лесами посредством системы географической привязки и отслеживания, применимые к управлению природными лесами, в т.ч. с целью пресечения незаконной вырубки лесов.

3) Также Бразилия планирует развивать низкоуглеродное сельское хозяйство. Здесь планируется вывести из оборота 15 млн гектар деградированных пастбищ к 2030 году, а также способствовать улучшенному менеджменту на 5 млн гектар смешанных категорий земель, где интегрированы лесопосадки с пашней и пастбищами.

Выше мы видели, что источником выбросов парниковых газов может быть интенсификация земледелия, равно как и экспансия (экстенсификация) земледелия в сторону земель с естественным покровом (леса и луга). В случае Бразилии значительная часть лесов была вырублена и преобразована под ведения сельскохозяйственной деятельности – разведение скота на очищенных от растительности пастбищах, и выращивание сельскохозяйственных культур (зачастую сои) на вновь образовавшейся пашне.

В статье Sparovek G. et al. [6] анализируется проблема соотношения природоохранного законодательства и возможностей освоения сельскохозяйственных земель в Бразилии. Авторы отмечают, что когда земли переводят в статус охраняемых, то уже после этого незаконная деятельность (вырубка лесов, перевод земель под пашню или пастбища) на таких землях снижается. Вместе с тем указывают на то, что большее количество земель с естественным покровом остается юридически незащищенным, особенно в тех местах, где намечается сельскохозяйственная экспансия. Чтобы полностью соответствовать тому, что сейчас прописано в бразильском природоохранном законодательстве необходим дальнейший вывод из оборота сельскохозяйственных угодий и преобразование этих площадей в территорию возврата к естественному (девственному) состоянию полей, лесов и лугов.

В публикации Merten and Minella [7] анализируется проблема эрозии на возделываемых землях в Бразилии. Обсуждаются проблемы эрозии почв, как на пашне, так и на пастбищах. Авторы подтверждают, что в ходе развития сельскохозяйственной экспансии в Бразилии, большие земельные территории стали подвержены изменениям гидрологического режима, потери биоразнообразия близлежащих биомов, а

также отмечаются ухудшения качества воды и увеличения уровня эрозии почв. На последнем аспекте авторы останавливаются подробно, поскольку он нуждается в более точном измерении.

Последствия потерь (смещения) почв в результате водной эрозии почв в Бразилии оценивается в диапазоне 600-800 млн тонн в год. В Бразилии используется около 237 млн гектар в сельскохозяйственной деятельности, из которых почти 60% составляют пастбища. Ранее считалось, что на пастбищах уровень эрозии значительно меньше, чем на возделываемых почвах (пашня), но стали появляться сомнения. Размер деградированных пастбищ оценивается в 36 млн гектар. Это происходит на землях, где в структуре почв преобладает песок, что приводит как к уменьшению урожайности пастбищ, так и к увеличению количества сорной растительности, непригодной на корм скоту. Одна из оценок, фигурируемых в данном исследовании говорит, что, если в среднем на пашне уровень эрозии около 15 тонн с 1 га в год, то на пастбищах лишь 0.4 тонн с 1 га в год. Далее в работе более основательно пытаются оценить потери именно с пашни, поскольку тут велик диапазон разброса данных в зависимости от возделываемых культур.

Если говорить об уровне эрозии почв на возделываемой пашне, то здесь выявлено следующее, что большая часть посевов находится под соей (21.8 млн га по данным 2009 года). При этом уровень эрозии оценивается в 6 тонн с 1 гектара при консервативной технологии обработки почв. На полях с использованием беспашотной (no till) обработки почв уровень эрозии почв в 10 раз меньше и достигает всего лишь 0.6 тонн с 1 гектара. Примерно половина всех полей под кукурузой и соей в Бразилии обрабатывается с помощью беспашотной обработки почвы. Для кукурузы в Бразилии уровень эрозии чуть выше – 7 тонн с 1 га, а если с использованием минимальной обработки no till, то уровень лишь 0.7 тонн с 1 га в год. Размеры посевов кукурузы составляют 13.7 млн га. Уровень эрозии выше на полях с бобами – 9.7 тонн с 1 га (размер полей 4 млн га). Больше всего уровень эрозии отмечается на полях с сахарным тростником 13 тонн почвы в год с 1 гектара (всего занято под сахаром 8.5 млн га). Наименьший урон приходится на поля с кофе – 4 тонны смыва почв с 1 га в год (под кофе занято 2.4 млн га).

Если говорить о беспашотной обработке почв, то можно констатировать, что здесь нужно соблюдать технологии, и чтобы добиться уровня эрозии менее 1 тонны с 1 га в год нужно, чтобы земля возделывалась поперек склона, и чтобы уровень

стерни (прошлогодных пожнивных остатков) был не менее 4 тонн на 1 гектар, что позволит сдерживать смыв почв.

Одним из методов борьбы против эрозии почв стал утвержденный в 2013 году Новый Бразильский Лесной Кодекс (BFC). Изначально кодекс приняли еще в 1934 г, но наиболее серьезные ограничения по развитию сельскохозяйственной деятельности в плане ограничений по освоению новых (естественных) ландшафтов, стали появляться только с 2012 года. Там, кроме всего прочего, прописано, что все сельскохозяйственные земли (properties) должны освободить 20% своей территории от выращивания сельскохозяйственных культур, т.е. фактически для целей естественного восстановления вегетации (заростания). В отдельных территориях Бразилии (например, на Севере). Этот показатель достигает обязательных 80%. Считается, что восстановление естественного травяного (лесного) покрова позволит снизить темпы роста (или объемы смыва почв) эрозии в основных сельскохозяйственных районах.

В законах отдельных штатов (Сан Пауло и Парана) в законы ввели фразы, что те виды сельскохозяйственной деятельности, которые ведут к деградации земель, будут наказывать фермеров штрафами.

Авторы предлагают создание в Бразилии национального плана по консервации земель. Туда могли бы войти такие пассажи, как увеличения поверхности почв с помощью сокращения обработки почв, а также увеличения площади посадки культур, плотно закрывающих почвы (многолетние травы), сохраняя нетронутыми участки с лесными насаждениями и пастбищами; контролировать процесс схода (смыва) почв с помощью террас и травяных посадок (насаждений); оптимальное использование агро-химикатов с помощью интегрированной практик контроля (управления) за насекомыми, болезнями и сорными растениями; управление отходами жизнедеятельности сельскохозяйственных животных. Мотивация фермеров в такой программе по сохранению почв должна быть в виде выплат (субсидий), и/или организациям по управлению водными ресурсами, которые будут администрировать экосистемные услуги природных объектов, т.е. поддерживать качество воды, сохранение водных объектов, сокращение выбросов парниковых газов, в т.ч и с учетом уже действующих программ «Сельское хозяйство, фермер и вода» (Agricultor Produtor de Agua) (PAPA, 2013), а также «Низкоуглеродное сельское хозяйство» " Low-Carbon Agriculture-ABC" (PABC, 2013).

В другой статье (Guerra, Fullen, Jorge, Alexandre, 2014) [8] анализируются проблемы эрозии почв в Бразилии в рамках отдельных кейсов. Показаны регионы с очень высоким уровнем эрозии почв – 20, 40, или даже 200 тонн с 1 гектара земель в год, - и анализируются уже исторически произошедшие (период 1980-1990 х годов) способы и проекты противостояния эрозии в виде комплекса мелиоративных мероприятий (создание дренажных систем и т.п.), которые в конечном счете позволили сохранить возделываемые земли и увеличить урожайность сельскохозяйственных культур. Авторы резюмируют перечень наиболее эффективных мер противодействия эрозии почв: увеличение размера и плотности посадок естественной вегетации, использование перегнившей травы в качестве удобрений (в том числе и сидеральных паров), современные почвенные практики, как минимальная обработка почвы, сохранение почвенного покрова, особенно сохранение пожнивных остатков на поверхности земли после уборки валовых сборов, что дает прибавку органического вещества обратно в почву. Также сюда можно отнести улучшенные практики ведения скотоводства и оптимизация комбинаций этих систем практиками возделывания (распашки) почв, чтобы снизить эрозию почв. Посадка лесов (лесовосстановление) и конкретные проекты *riparian* вегетации на эрозийно опасных участках почв. Авторы приводят в пример практики контурной культивации. Такие эксперименты в Бразилии уже показали, что могут сократить смыв почв на 30% и сократить потери почв на 50. Вегетативные буфферы (дословно по тексту), или зеленые насаждения в зонах сельскохозяйственного развития (освоенные и ежегодно возделываемые пашня, пастбища) – они позволяют служить естественной преградой, предотвращая оползни или эрозию почв, улучшают экосистемную функцию восстановления качества (очистка) воды естественным путем, за счет снижения смыва почв с сельхозземель в водоемы. К оригинальным мероприятиям можно отнести укладку плиток (из камня или кирпича), которые располагаются вокруг полей, что позволяет снизить утечку воды с возделываемых участков. Строительство резервуаров накопителей между полями бессменного (интенсивного) земледелия. Наконец, последний путь для защиты от эрозии почв – это посадка лесополос или иных растительных массивов, которые бы служили защитой от ветра, тем самым снижая негативные последствия от ветровой эрозии. В каждом отдельном взятом районе могут использовать разные комплекты этих методов, учитывая природную специфику поля и текущий уровень эрозии.

Интересные результаты получены авторами статьи (Boucher, Roquemore and Fitzugh) [9], в которой описывается процесс значительного сокращения вырубки лесов в Бразилии в период 2005-2009 гг. В этот период вырубка лесов снизилась с 25 тыс кв км в год до 5 тыс кв км в год. Этому способствовало ряд процессов с обеспокоенностью общественного мнения (как внутри страны, так и за рубежом) высокими темпами роста вырубки лесов и связанного с этим экологическими проблемами (потеря биоразнообразия, эрозия почв, выбросы ПГ). В данной статье сделан акцент на том, что было много исследований, что вырубка лесов происходила за счет распашки этих земель под посевы сои. И в 2008 г ряд крупных компаний перекупщиков и переработчиков сои ввели мораторий на закупку сои у тех хозяйств, которые участвовали в вырубке лесов или выращивали сою на землях, которую освободили под пашню после 2006 г. Для проверки данных о происхождении сои использовались данные спутниковых снимков из космоса об изменении землепользования и зеленого покрова тех участков, с которых идет продажа и производство сои. Кроме того, в этот период

В результате сокращения вырубки лесов выбросы ПГ от изменения землепользования в Бразилии сократились с 1 млрд тонн CO<sub>2</sub> в 2005 г до 0.230 млрд тонн в 2010 – т.е. почти в 4 раза снизились за 5 лет, что является одним из самых существенных и быстрых сокращений выбросов ПГ в мировой экономике за последние 30 лет. Boucher, Roquemore and Fitzugh, (2013) показывают, что сокращение темпов роста вырубки лесов почти никак не повлияла на рост производства сои и рост поголовья КРС в Бразилии. Т.е. страна достаточно быстро адаптировалась к мораторию (и в целом на переход к политике устойчивого развития), и сохранила высокие темпы роста производства продукции (в частности сои и говядины, в т.ч. и на экспорт), и в целом ВВП.

Нужно подробно разобрать какими методами аграрной политики регулируется рынок земли, выбросов ПГ, органической продукции, использование химикатов, загрязнение окружающей среды в сельском хозяйстве:

- законодательные ограничения на использование (распашку) земель (или иные формы ее освоения и экстракции природных благ),
- установление ограничений (запретов) на использование удобрений (или других ресурсов) сверх установленного максимума ( в пересчете на пит. Или полезное в-во на единицу возделываемой территории или просто посевной площади);

- штрафы за загрязнение и/или неправильное использование,
- субсидирование тех или иных видов деятельности, установка (прописано в законе) ограничений на использование (или консервацию земель), (сюда же можно отнести и проблему того, кто и как получает субсидию, каков отчетность, каковы виды деятельности, на которые идет субсидия;
- установление норм по использованию химикатов (или определению содержанию остатков химикатов в почве),
- ограничение (или установление правил ведения хозяйства или практик возделывания земли и кормления животных), которые считаются правильными (органическими или экологически чистыми),
- установление стандартов (например, органической продукции),
- установление норм и стандартов по регистрации и/или сертификации продукции и технологий,
- обязательства по проведению статистических наблюдений и публикаций результатов статистических исследований (обзоров и переписей),
- защита почв и охрана окружающей среды (прописывают, что можно, а что нельзя).

Перейдем к анализу проблем в Евросоюзе (ЕС).

Согласно INDC (в рамках Парижского соглашения по климату) Евросоюз планирует к 2030 г. сократить выбросы парниковых газов на 40% по сравнению с 1990 г. (в совокупности по всем отраслям экономики) [10]. Выбросы от сектора изменения землепользования составляют 11 процентов от всех выбросов ПГ в Евросоюзе. Ранее в рамках Киотского протокола Евросоюз планировал к 2020 г. достичь некоего равновесия в секторе изменения землепользования, чтобы источники эмиссий ПГ здесь полностью компенсировались за счет абсорбции из других источников сектора изменения землепользования, так чтобы общий баланс равнялся нулю [11]. В настоящее время Европейская комиссия стремится закрепить этот принцип (так называемое «правило отсутствия дебетов») в законодательстве ЕС на период 2021–2030 годов, впервые включив землепользование и лесное хозяйство в усилия ЕС по сокращению выбросов. Таким образом, действия лесовладельцев и фермеров по сохранению углерода, хранящегося в лесах и почвах, будут способствовать выполнению обязательства ЕС в соответствии с Парижским соглашением об изменении кли-

мата сократить выбросы парниковых газов как минимум на 40% к 2030 году по сравнению с уровнями 1990 года.

Далее приведем историческую справку о некоторых примерах из Евросоюза по борьбе с экологическими последствиями в рамках сельскохозяйственной деятельности.

Опыт Евросоюза по экологическим нормам и ограничениям показателен. В 1990х годах в Евросоюзе выпустили ряд законов, ограничивающих выбросы азота (от удобрений или навоза от сельскохозяйственной деятельности), на единицу площади хозяйства или возделываемой площади [12]. Этот документ вышел в 1991 году и назывался Нитратная Директива (NiD) - 1991: Directive 91/676/ЕЕС. Его необходимость была связана с тем, что в Евросоюзе из-за ограниченного количества земель и ее дороговизны во второй половине 20 века активно практиковалось интенсивное земледелие, что привело к росту урожайности сельскохозяйственных культур за счет внедрения современных систем химических удобрений, в т.ч. и увеличения внесения удобрений на единицу посевов. В конечном итоге это стало приводить к экологическим проблемам в виде загрязнения почв возделываемых полей и близлежащих к сельскохозяйственным землям водоемов.

NiD юридически ограничивает ежегодное внесение навоза на фермерских землях до 170 кг га-1 в пересчете на чистый азот (N), или в случае ослабления до внесения до 250 кг га-1. Проблема региональных излишков азота (и фосфора) может быть решена путем транспортировки навоза в другие регионы и переработки навоза. В случае Нидерландов и фламандского региона часть обработанного навоза экспортируется в другие страны.

В исследовании (HJM van Grinsven et al., 2012) расчет валового азотного баланса (ГНБ) основывался на методе ОЭСР (OECD, 2007). Результаты исследований показали, что азот из навоза составляет значительную долю общего азотного удобрения, варьируя от 40% в Германии и Северной Франции до 60–65% в Бельгии, Ирландии и Нидерландах. В Нидерландах и Фламандском регионе чистая экскреция азота (после вычитания выбросов аммония из жилья и хранилищ) превышает предел применения в 170 кг га-1, установленный Директивой о Нитратах Евросоюза (1991), на 40 и 12 кг га-1, соответственно, на основе результатов МИТЕРРА. Общий выход (экскрекция) азота от использования удобрений на гектар использованной сельскохозяйственной площади в период 2005-2008 гг. колеблется от 138 кг / га во Франции



до 377 кг / га в Нидерландах (рисунок 1 ниже на следующей странице) и превышает средние значения для старые государства членов ЕС-12 и даже все страны ЕС27.

Далее страны пытались договориться с Комиссией Евросоюза о возможности увеличения азотной нагрузки на единицу сельскохозяйственных угодий. За исключением Франции, все государства-члены договорились с Комиссией ЕС о преодолении предела применения в 170 кг N га<sup>-1</sup> для навоза от жвачных животных (так называемое отступление от основного закона). Эти отступления основаны на доказательстве того, что это расширение использования объемов навоза (в виде чистого N) не увеличит риск превышения критического предела нитратов в 50 мг NO<sub>3</sub> л<sup>-1</sup> в подземных и поверхностных водах. Отклонения от норм предоставляются на уровне ферм (за исключением фламандского региона) и в основном применяются к фермам, где не менее 70–80% сельскохозяйственных угодий используется для пастбищ (или для выращивания грубых кормов, как в Дании). Фламандский регион имеет ограничения на полевом уровне и включает в себя некоторые сельскохозяйственные культуры. Для луговой и кормовой кукурузы, сопровождаемой одним срезом травы или ржаной ржи, предел применения составляет 250 кг N га<sup>-1</sup> в качестве навоза крупного рогатого скота или обработанного свиного навоза и 200 кг N га<sup>-1</sup> для свеклы и озимой пшеницы с последующей выловленной культурой. Дания ввела максимальный лимит применения для пахотных земель в 140 кг га<sup>-1</sup> азота от навоза свиней и на органических фермах, что выходит за рамки требований NiD. Страны Нидерландов имеют самые большие ограничения как в отношении расширения самого лимита приложения, так и в отношении области, в которой применяется это расширение.

**Table 8.** Nitrogen application standards (kg N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>) for some major crops in the 4th action programs for the NiD expressed either as fertilizer equivalent N (FE) or total N.

|                        |                 | Soil | Grass:<br>graze<br>and cut | Forage<br>maize | Winter<br>wheat  | Potato<br>(ware) | Sugar<br>beet |
|------------------------|-----------------|------|----------------------------|-----------------|------------------|------------------|---------------|
| Netherlands            | FE              | sand | 260                        | 150             | 160              | 245              | 145           |
|                        | FE              | clay | 310                        | 185             | 220              | 250              | 150           |
| Denmark <sup>1,2</sup> | FE              | sand | 310 <sup>5</sup>           | 150             | <sup>3</sup> 150 | 140              | 110           |
|                        | FE              | clay | 330 <sup>5</sup>           | 155             | <sup>4</sup> 180 | 140              | 120           |
| Flemish Region         | FE <sup>8</sup> | sand | 235                        | 135             | 160              | 190              | 135           |
|                        | FE <sup>8</sup> | clay | 245                        | 150             | 175              | 210              | 150           |
|                        | total           | sand | 350                        | 205             | 200              | 260              | 205           |
|                        | total           | clay | 360                        | 220             | 215              | 280              | 220           |
| United Kingdom         | total           | all  | 330                        | 150             | 220              | 270              | 120           |
| Ireland <sup>6</sup>   | total           | all  | <sup>7</sup> 306           | 140             | 180              | 145              | 155           |

<sup>1</sup> 0–5% clay, not irrigated, <sup>2</sup> > 15 clay, not irrigated, <sup>3</sup> fodder quality, <sup>4</sup> baking quality, <sup>5</sup> for grass with clover 62–227 kg N ha<sup>-1</sup>, depending on % clover, <sup>6</sup> soil nitrogen index 2 for arable crops, <sup>7</sup> for stocking rate between 170 and 210 kg ha<sup>-1</sup> N per year, <sup>8</sup> valid from 2011 and without catch crop.

Источник: HJM van Grinsven et al. (2012).

Рисунок 1 -Ограничения по внесению азотных удобрений на 1 га конкретных культур и видам почв по некоторым странам ЕС

На рисунке 1 (фото с таблицы 8 из оригинальной статьи) показаны стандарты (ограничения) по использованию азотных удобрений на 1 гектар посева конкретных культур в разных странах по категориям почв. Это просто пример того, как могут выглядеть ограничения. В дальнейшем необходимо сравнить эти показатели с наиболее интенсивными регионами России, как Краснодарский край и Белгородская область, где тоже вносится большое количество минеральных и органических удобрений под посевы.

Далее авторы описывают некоторые результаты этого закона, которые произошли уже в 2000 х годах и повлияли на снижение вносимого азота, выхода азота на сельскохозяйственных почвах.

Высокие показатели азотного баланса в почве (использование азота минус его излишки или остатки) всегда связан со значительными объемами внесения навоза под посевы. Во всех рассматриваемых странах азотный баланс уменьшился в период с 2000 по 2008 год. Снижение азотного баланса (содержания азота) в период между 2000 и 2004 годами в абсолютном выражении выше, чем в период между 2004 и 2008 годами. Это снижение в Нидерландах составило 80 кг / га и является самым большим, однако содержание азота в почвах Голландии в 2008 году все еще выше, чем в других странах. Относительное снижение азотного баланса между 2000 и 2008 годами в Бельгии (31%), Ирландии (25%). Это примеры того, как результаты аграрной и природоохранной политики ЕС повлияли на то, что в отдельных странах произошли изменения в качестве использования удобрений, что снизило нагрузку на окружающую среду.

Существует несколько других директив ЕС, которые имеют отношение к воздействию чрезмерного использования питательных веществ в сельском хозяйстве, а именно Водная рамочная директива ЕС (ЕС, 2000 г.), в рамках ее правового обязательства защищать и восстанавливать качество всех внутренних и прибрежных вод на всей территории. Европа и Директива о национальных потолках выбросов ПГ (NEC) (ЕС, 2016), в которой изложены обязательства по сокращению выбросов ПГ для государств-членов и для ЕС в отношении важных загрязнителей воздуха, включая оксиды азота (NO<sub>x</sub>) и аммиак, которые являются соединениями азота.

Также важное значение для управления питательными веществами из сельскохозяйственных источников имеют целевые агро-экологические-климатические меры в программах развития сельских районов и другие общие инструменты сельскохозяйственной политики, которые охватывают экологические требования, такие как перекрестное соблюдение, и с текущим периодом финансирования 2014-2020 гг., «меры по озеленению», связанные с прямыми платежами. Достижение общего баланса питательных веществ, которое подразумевает приемлемые потери для окружающей среды, хотя и не является заявленной целью этих инструментов политики, является ключом к достижению некоторых из их целей.

В период с 2000 по 2015 год валовой баланс между азотом, добавляемым и перемещаемым с сельскохозяйственных угодий в ЕС, демонстрировал тенденцию к улучшению, что означает, что разрыв между приходом и утечками сокращается и, следовательно, потенциальный избыток азота в почвах уменьшается. Избыток азота, вносимый в сельскохозяйственные угодья, сократился примерно на 18%, в среднем (ЕС-28) с 62,2 кг на гектар в период 2000–2003 годов до в среднем 51,1 кг на гектар в период 2012–2015 годов. Для определения тенденций развития избытка азота важно использовать ряд лет (3-4 года) вместо отдельных лет, поскольку, например, экстремальные погодные условия могут влиять на ежегодные нормы избытка азота.

За исследуемый период (2000–2015 годы) эффективность использования азота (общее количество выхода азота\*, разделенное на общее количество используемого азота) увеличилась, и это является важным фактором, лежащим в основе тенденции к улучшению баланса азота. Такое повышение эффективности могло быть достигнуто за счет адаптированных методов управления азотом, таких как изменения в методах внесения удобрений, и могло быть обусловлено внедрением других конкретных мер Общей сельскохозяйственной политики и законодательства ЕС, таких как Водная Рамочная Директива (ВРД). В большинстве стран реализация Директивы о нитратах и других улучшений в сельском хозяйстве, как правило, приводит к стабилизации или снижению поступлений азота, что потенциально снижает нагрузку на окружающую среду. Экономические мотивы, такие как стремление снизить себестоимость продукции, также могли привести к повышению эффективности.

---

\* Здесь имеется в виду, что вся сельхозпродукция переводится в коэффициент содержания азота. И поэтому продуктивность считается не в обычном весе сельхозкультур, а в переведенный азот.

Кроме того, азотные удобрения являются важным средством производства для сельскохозяйственных культур, а наличие и цены на различные виды азотных удобрений - в первую очередь минеральные и органические удобрения, в том числе навозные, - влияют на формирование азотного баланса. Например, хотя в ЕС-28 наблюдалась тенденция к незначительному сокращению использования минеральных удобрений за рассматриваемый период, в 2009–2010 годах оно значительно снизилось из-за значительного роста цен на азотные минеральные удобрения, которые были связаны с событиями на рынке нефти (ЕС, 2011). Такое повышение цен на минеральные азотные удобрения может стимулировать повышение эффективности использования и увеличения использования органических удобрений.

В то время как повышение эффективности использования азота при меньшем потреблении удобрений приводит к улучшению азотного баланса (меньше избытка азота), замена минеральных удобрений органическими удобрениями, которые могут применяться менее точно и включают другие вещества, может привести к увеличению выбросов азота в процессе внесения удобрений в ходе сельскохозяйственной деятельности. Что касается навоза, основного органического удобрения, то численность скота является определяющим фактором его доступности. В этом контексте численность двух наиболее важных групп домашнего скота - крупного рогатого скота и свиней - в ЕС-28 в среднем сократилась за исследуемый период, и, следовательно, количество навоза также должно было уменьшиться.

Тем не менее, основное внимание следует уделять снижению потерь азота в окружающей среде до минимально возможного уровня и достижению лучшего понимания того, что представляет собой приемлемые потери азота в окружающей среде. Приемлемые скорости избытка азота можно оценить с помощью подхода критических нагрузок, который представляет собой количественную оценку верхнего предела воздействия загрязнения, при котором можно избежать вредного воздействия на окружающую среду (экосистемы, виды). Продолжается работа по улучшению нашего понимания критических нагрузок. Критические нагрузки (азот в поверхностных водах и выбросы в атмосферу) варьируются для разных типов экосистем, а эталонные значения для азота с избытком должны учитывать тип сельскохозяйственной системы, климатические условия, тип почв, экологическая обстановка на ферме, а также виды поступления азота.

При рассмотрении критического содержания азота в поверхностных водах и воздухе с точки зрения биоразнообразия (качества среды обитания) было установлено, что количество азота, подаваемого в систему, существенно превышает допустимые входные данные и связанные с этим потери в нескольких европейских регионах в 2010 году, несмотря на тенденцию к улучшению азотного баланса в предыдущие годы. Это подтверждается сообщенным давлением эвтрофикации на охраняемые виды и местообитания ЕС.

Несмотря на повышение эффективности использования азота, сельское хозяйство остается важным источником азота в поверхностных водах. Сельское хозяйство является крупнейшим потребителем азота в мире, и, в частности, стоки с сельскохозяйственных угодий были определены в качестве основного источника выбросов азота в водную среду за последние два десятилетия, что влияет на уровень азота в пресноводных, переходных и прибрежных районах. и морские воды и подземные воды. На уровне ЕС-28 было отмечено небольшое улучшение за отчетный период 2012–2015 годов по сравнению с периодом 2008–2011 годов в отношении концентрации азота в грунтовых и поверхностных водах.

Минеральные удобрения доставляли, в среднем, около 45% азота, поступающего на сельскохозяйственные угодья, которые учитываются в балансе азота в ЕС в 2014 году, в то время как около 40% поступают от органических удобрений в виде навоза. Различные типы источников азота оказывают различное воздействие на окружающую среду. В пределах ЕС минеральные удобрения применяются на сельскохозяйственных почвах в основном в виде прямых азотных удобрений в форме аммония-нитрата или мочевины. Азот в минеральных удобрениях особенно растворим, что облегчает его поглощение сельскохозяйственными культурами, но это также делает его подверженным стоку после сильных дождей и выщелачиванию в грунтовые воды. Применение навоза, напротив, обычно несет высокий риск выбросов аммиака, т.е. растут выбросы парниковых газов. Несмотря на сложную взаимосвязь факторов и потоков азота в окружающую среду, критические нагрузки азота на наземные и пресноводные системы можно оценить и сравнить с фактическими ресурсами окружающей среды. Оценки за 2010 год показывают, что для ЕС в среднем превышены контрольные значения для критических нагрузок. Средние значения по ЕС, тем не менее, определяются региональными горячими точками, где азотный баланс очень неблагоприятен.

Следует отметить, что в целом сельскохозяйственный азотный баланс показал тенденцию к улучшению в ЕС за период 2000-2015 гг. Однако с 2010 года дальнейших улучшений не произошло. Кроме того, ЕС и некоторые регионы, в частности, по-прежнему имеют неприемлемый избыток азота на сельскохозяйственных землях в связи с потерями для окружающей среды, поэтому в ЕС необходимы дальнейшие усилия для управления круговоротом питательных веществ в азоте. устойчивый путь.

В таблицах 1-3 мы видели, что в Евросоюзе высокий уровень урожайности культур. Он сложился благодаря современным технологиям в сельском хозяйстве, а также увеличению доз внесения минеральных удобрений. Соответственно, мы изучали, как этот рынок регулируется. В Евросоюзе внесение минеральных удобрений в 3 раза выше, чем в среднем по России (150 против 50 кг д. в-ва на 1 га посевов). В документах выше показана обеспокоенность ученых и политиков о содержании отдельных элементов (в частности азота), который не только остается на полях, но и смывается в близлежащие водоемы. Отсюда и необходимость введения ограничительных норм (потолков) по внесению удобрений (в пересчете на чистый азот) на единицу посевов. Такие нормы были введены в начале 1990х годов и включали в себя общие поступления азота в почвы – не только от химических удобрений, но и от органических (навоза). Это было сделано для того, чтобы обезопасить окружающую среду и здоровье человека от чрезмерной интенсификации. Благодаря введенным мерам выбросы ПГ в растениеводстве с 1 га в ЕС-28 изменились с 1.5 т CO<sub>2</sub> до 1.6 за период 1992-2017 гг, т.е. незначительно. В то время как урожайность таких культур как соя, пшеница и кукуруза выросли совокупно на 40% за исследуемый период. Т.е. это интересный пример того, как природоохранная политика в виде установления лимита интенсификации способствует росту продуктивности.

Далее мы покажем опыт США, где также вводились ограничения на использование удобрений на единицу площади. И в конечном итоге это позволило сдерживать уровень выбросов на уровне 1 тонны CO<sub>2</sub> с 1 га при росте урожайности.

По ранним документам NDC США планировала сократить свои выбросы ПГ (со всей экономики) на 26-28% в 2025 году относительно 2005 года [13]. Важной мерой США по борьбе с изменением климата и сокращением эмиссий является земельная политика. Соединенные Штаты намерены включить все категории выбросов ПГ из источников и абсорбции поглотители, а также все пулы и газы, как указано в пе-

речне парниковых газов США по категориям «эмитентов» и «поглотителей»; учитывать земельный сектор с использованием нетто-нетто-подхода; и использовать «производственный подход» для учета заготовленной древесины в соответствии с руководящими методиками МГЭИК. Соединенные Штаты могут также исключить выбросы от естественных нарушений, в соответствии с доступным руководством МГЭИК. В настоящий момент США считают, что существует существенный сбор данных и методологические проблемы для оценки выбросов и поглощений в земельном секторе. В соответствии с передовой практикой МГЭИК Соединенные Штаты настроены продолжать улучшать отчетность по оценкам выбросов парниковых газов в земельном секторе, что вынуждает обновить методологию. Базовый год и цель для INDC США были установлены на основе методологии, использованные для земельного сектора в кадастре выбросов США 2014 года.

Опыт США интересен тем, что уже более 30 лет здесь возделывают сельскохозяйственные земли с помощью технологии беспашотной (нулевой) обработки почвы no-till [14]. По разным оценкам минимальная обработка почвы в современном сельском хозяйстве США характерна для 25-40% возделываемых земель, где нижняя грань (25%) это фактически нулевая обработка, а все остальное – это различные разновидности. Данная технология позволила фермерам сократить издержки и повысить урожайность сельскохозяйственных культур в США. Однако, технология не идеальна, и чтобы всерьез заниматься ею нужно знать, что с ней приходится увеличивать количество используемых пестицидов в расчете на единицу площади, что негативно сказывается на загрязнении окружающей среды. Что касается выбросов парниковых газов, то на данный момент существуют разные оценки того, как правильно рассчитывать эти выбросы ПГ с полей возделываемых с минимальной обработкой с полями, которые возделываются традиционно. По данным обзора Marguiles углерод может накапливаться в верхних слоях почвы при нулевой обработке, но при этом будет выделяться часть глубоко-лежащего углерода, чего не происходит при обычном типе возделывания почв.

Таким образом, несмотря на экономическую привлекательность беспашотной обработки почвы, мы не можем сказать, что все экологические последствия (локальные или глобальные) хорошо изучены.

Большая часть документов ниже показывает, как США пытается бороться с последствиями применения органических и химических удобрений на сельскохозяй-

ственных полях. Основная цель таких законов как Закон о чистой воде в США (Clean water act), чтобы вода (водоемы – реки, пруды, озера) в сельской местности не загрязнялись отходами производства сельского хозяйства из-за некачественного менеджмента.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в США регулируются Законом о чистом воздухе (CAA). CAA разрабатывает нормативные программы, прежде всего для защиты здоровья человека. EPA (Природоохранное агентство США) недавно инициировало разработку нормативов по уменьшению содержания мелких частиц в атмосфере (обозначенных как PM<sub>2,5</sub> для частиц размером менее 2,5 микрон). Закон о чистом воздухе требует от правительств штатов, местных органов власти и племен определять районы, не отвечающие национальным стандартам качества воздуха для мелких частиц (один из шести критериев, определяющих загрязнение в соответствии с Законом) (США EPA, 2004b). Государства с обозначенными недостижимыми районами должны представить планы, в которых указано, как они будут соответствовать стандартам к 2010 году. Это положение может повлиять на деятельность животноводов, поскольку аммиак является основным прекурсором мелких частиц. Контроль аммиака в результате операций с животными будет вероятным приоритетом в районах с высокой концентрацией поголовья сельскохозяйственных животных.

Ссылка на правила по крупным хозяйствам с животными по Айове <https://www.legis.iowa.gov/docs/iac/chapter/11-23-2016.567.65.pdf> (219 стр). В этом документе также содержатся интересные факты из законодательства штата, которые обязывают (ограничивают) фермера по использованию азотных удобрений в пересчете на урожайность. На стр 15 указано, что можно вносить столько удобрений, сколько нужно для роста растений. Эти «сколько нужно» представлены в табл 4 стр 203, а также отдельно прописаны по сое на стр 61 - не более 100 фунтов азота на акр (ограничения внесения под конкретные культуры). Также такую дозу нельзя вносить с 1 июня с/х года. Т.е. это только весенние внесения удобрений. 1 фунт = 0.45 кг . 1 акр – 0.4 га. Т.е. не более 111.15 кг чистого азота на 1 га посевов сои.

Ниже таблица 4 из этого закона (стр 203) (рисунок 2). Ограничения по вносимому азоту под культуры. Выражен в фунтах вносимого азота на бушель или тонну продукции. А также карта распределения по зонам.



**TABLE 4**

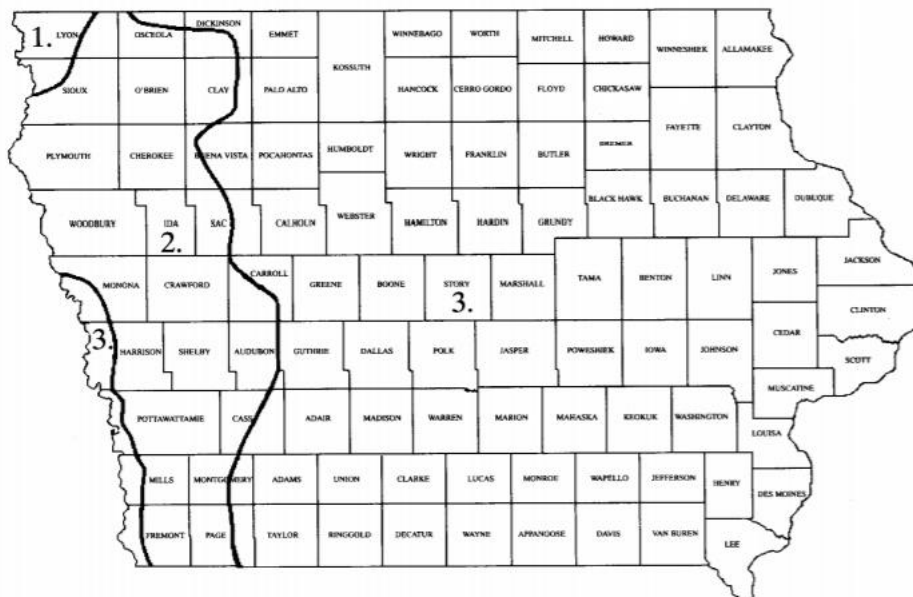
**Crop Nitrogen Usage Rate Factors**

|                        |        |              |                     |              |
|------------------------|--------|--------------|---------------------|--------------|
| Corn                   | Zone 1 | 0.9 lbs/bu   | Orchard grass       | 38.0 lbs/ton |
|                        | Zone 2 | 1.1 lbs/bu   | Tall fescue         | 38.0 lbs/ton |
|                        | Zone 3 | 1.2 lbs/bu   | Switch grass        | 21.0 lbs/ton |
| Corn silage            |        | 7.5 lbs/ton  | Vetch               | 56.0 lbs/ton |
| Soybeans               |        | 3.8 lbs/bu   | Red clover          | 43.0 lbs/ton |
| Oats                   |        | 0.75 lbs/bu  | Perennial rye grass | 24.0 lbs/ton |
| Alfalfa                |        | 50.0 lbs/ton | Timothy             | 25.0 lbs/ton |
| Wheat                  |        | 1.3 lbs/bu   | Wheat straw         | 13.0 lbs/ton |
| Smooth brome           |        | 40.0 lbs/ton | Oat straw           | 12.0 lbs/ton |
| Sorghum or Sudan grass |        | 40.0 lbs/ton |                     |              |

Источник: закон штата Айовы <https://www.legis.iowa.gov/docs/iac/chapter/11-23-2016.567.65.pdf>

Рисунок 2 - Ограничения по использованию азотных удобрений под конкретные культуры в штате Айова (США)

The following map outlines the three zones for the corn nitrogen usage rates indicated in the **Table 4**. Zone 1 corresponds to the Moody soil association. Zone 2 corresponds to the Marshall, Monona-Ida-Hamburg, and Galva-Primghar-Sac soil associations. Zone 3 corresponds to the remaining soil associations.



Источник: закон штата Айовы <https://www.legis.iowa.gov/docs/iac/chapter/11-23-2016.567.65.pdf>

Рисунок 3 -Карта распределения земель (муниципальных районов) штата Айовы, где можно вносить разные объемы удобрений под кукурузу

Ниже пример расчета эффективности вносимых удобрений по культурам (в пересчете на кг азотного вещества на тонну продукции).

| табл 4, стр 203   |          |                     |      | кг Азота на тонну |  |               |            |            |            |            |
|---|----------|---------------------|------|-------------------|--|---------------|------------|------------|------------|------------|
| https://www.legis.iowa.gov/docs/iac/chapter/11-23-2016.567.65.pdf |          | 1фунт азо в пересче |      | продукции         |  | ур 2 т с 1 га | 3 т с 1 га | 4 т с 1 га | 5 т с 1 га | 6 т с 1 га |
| Зона  | кукуруза | 1.2                 | 0.54 | 15.4              |  | 30.9          | 46.3       | 61.7       | 77.1       | 92.6       |
|   | soя      | 3.8                 | 1.71 | 48.9              |  | 97.7          | 146.6      | 195.4      | 244.3      | 293.1      |
|   | овес     | 0.75                | 0.34 | 9.6               |  | 19.3          | 28.9       | 38.6       | 48.2       | 57.9       |
|   | пшеница  | 1.3                 | 0.59 | 16.7              |  | 33.4          | 50.1       | 66.9       | 83.6       | 100.3      |

Источник: расчеты авторов по данным закон штата Айовы  
<https://www.legis.iowa.gov/docs/iac/chapter/11-23-2016.567.65.pdf>

Рисунок 4 - Пересчет ограничений по использованию азота в кг тонны с 1 гектара

Здесь необходимо оценить, насколько интенсивность и эффективность использования удобрений сопоставима с современным уровнем в России (или в отдельных регионах).

В 2020 году в одном из северных штатов США – в Миннесоте был введен в действие новый закон, ограничивающий использование азотных удобрений [15]. Этот закон был введен в результате длительных дискуссий между обществом, природоохранными организациями и ассоциациями местных фермеров. Суть претензий природоохранных организаций заключалось в том, что многие фермеры используют неоправданно много удобрений на малопродуктивных полях (в основном под кукурузу), что не приводит к росту продуктивности пашни, а приводит к росту утечек удобрений и попаданий их в питьевую воду в ближайших городах и деревнях. В результате этого в почти 500 водохранилищах (wells) превышен уровень содержания нитратов в воде. Кроме того, в 10% частных водных резервуарах в местах (районах), где были зафиксированы превышение уровня использования удобрений – там также зафиксирована пробы воды с высоким содержанием нитратов.

Так этот закон штата Миннесоты «Groundwater protection rule» первые в США устанавливает некоторые обязательные правила для производителей продукции растениеводства – не вносить удобрения осенью, а также в любое время, когда земля является замерзшей. Также земли, где обнаружены нарушения с использованием удобрений, фактически обязывают фермеров применять практики улучшенного менеджмента, которые определяют время, объемы, содержание и источник удобрений. Сперва эти практики будут добровольными, но они могут стать обязательными (согласно закону), если пробы воды на содержание азота вновь станут ухудшаться. В новом законе нет ограничений по общему количеству использования удобрений, а

также фактически ограничения касаются от силы 13% пашни Миннесоты, - на что указывают критики закона.

Предыдущие исследования показали, что фермеры Миннесоты используют на 10-15% больше удобрений, чем нужно. Так как под кукурузу для получения урожайности более 6 тонн с 1 гектара вносят 90 и более кг азотных (в чистом виде) удобрений, то превышение на 10-15% приводит к фактическому внесению 100 кг и более на 1 га посевов, что является серьезной нагрузкой для окружающей среды.

Синтетические удобрения являются важным источником сельскохозяйственных эмиссий ПГ, из-за выбросов двуокси азота, который в 300 раз более вредный (долговечный), чем диоксид углерода (CO<sub>2</sub>). Согласно коммюнике Департамента Сельского Хозяйства Миннесоты использование азотных удобрений в штате выросло на 25 процентов в период 1990-2016 гг. Согласно сообщению Агентства по Контролю за Загрязнениями штата Миннесота выбросы ПГ от удобрений в штате стабильно растут с 2005 года – с 3 млн тонн CO<sub>2</sub> эквивалента до 3.6 млн тонн CO<sub>2</sub> эквивалента в 2016 году. Данные Миннесоты близки к результатам оценок на Федеральном уровне (Агентство по защите Окружающей Среды в США), которое считает N<sub>2</sub>O в сельском хозяйстве как важным объектом (источником), который необходимо сокращать (регулировать), чтобы сдерживать загрязнение окружающей среды и не позволять выбросам менять климат.

Здесь также ссылаются на исследование Мичиганского государственного университета, который изучил практики применения удобрений и последующих выбросов для разных групп фермеров среднего запада в США. Авторы этого исследования считают, что более четверти фермеров с Среднего Запада (Midwest farmland) выращивают кукурузу и сою на малопродуктивных землях, и поэтому используют чрезмерное количество удобрений, что влияет на их низкую рентабельность. Также они выявили, что из-за чрезмерного использования удобрений дополнительные выбросы ПГ составляют 6.8 млн тонн CO<sub>2</sub> в год (примерно 0.3-1.2 млн т CO<sub>2</sub> приходится на Миннесоту). Вывод малопродуктивных земель из оборота может способствовать, как сохранению окружающей среды, так и стабилизации цен, которые снижаются с 2011 года.

Далее необходимо дать некоторую сопоставимую картину по разным странам с использованием сопоставимой методологии. В настоящем отчете в первой главе мы сосредоточились на анализе выбросов ПГ в растениеводстве разных стран: Бра-

зилия, Канада, Китай, США, ЕС-28, Австралия и Россия. Выбор стран связан с тем, что все они используют значительные площади земельных ресурсов, особенно под пашню, и в каждой из них происходили интересные процессы, связанные с изменением продуктивности (урожайности) сельскохозяйственных угодий, а также аграрной и природоохранной политикой за период 1990-2017 гг. Наиболее подробно мы касались вопросов развития в Бразилии, США и ЕС.

Наши расчеты по данным ФАО показали, что к категории посевных площадей (cropland) в США и ЕС относятся почти 160 млн га угодий в каждой, что больше в 2 раза, чем в Бразилии и России, 60 и 80 млн га соответственно на 2017 год. Продуктивность этих угодий везде разная. Так, если в Бразилии, США и России урожайность пшеницы примерно одинаковая – около 3-3.1 т с 1 га в 2017 году, то в ЕС-28 уже 6 тонн с 1 га, т.е. в 2 раза больше. Анализ динамики урожайности всех культур, выраженных в Мкал (коэффициент перевода продукции растениеводства взят из работы Fuglie 2015), позволил нам сделать сопоставимые расчеты по всем видам культур, которые есть в базе данных ФАО, и разделить на используемые соответствующие посевные площади.

Таблица 1 - Урожайность в растениеводстве \* на единицу площади (Мкал на 1 га)

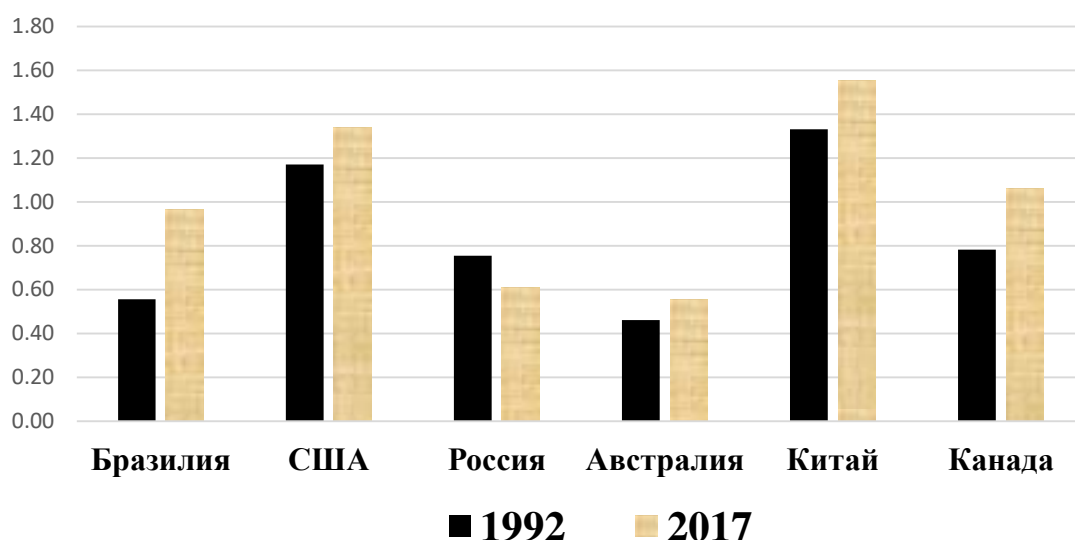
|            | Бразилия | США  | Россия | Австралия | Китай | Канада |
|------------|----------|------|--------|-----------|-------|--------|
| 1992       | 9.5      | 16.2 | 6.1    | 7.1       | 15.0  | 7.9    |
| 2017       | 15.4     | 21.4 | 9.6    | 9.1       | 25.5  | 11.5   |
| темп роста | 1.62     | 1.32 | 1.56   | 1.28      | 1.69  | 1.45   |

Источник: расчеты авторов по данным ФАО

Анализировать таблицу 1 довольно сложно из-за того, что в каждой из этих стран разные климатические условия и исторические традиции, которые привели к тому виду специализации, которую они имеют. Так, в США и Китая высока доля корнеплодов, овощей и фруктов в посевах, которые используются очень эффективно с точки зрения продуктивности (в чистом весе урожайность 20 тонн с 1 га и больше), и по нашим расчетам достигают более 20 Мкал в год с 1 га (по данным за 2016 год). В ту же сторону движется и Бразилия, где в посевах высока доля фруктов, кукурузы

\* Урожайность рассчитывалась с помощью деления производства (валового сбора) продукции растениеводства на соответствующие по культурам посевные площади (по ФАО фактически уборочные площади, потому что harvest area). Учтены производство и посевы зерновых культур (ячмень, просо, пшеница, масличных, корнеплодов, овощей и фруктов. Каждый показатель производства продукции растениеводства умножался на коэффициент перевода в Мкал (по данным Fuglie, 2015), что позволяло нам перевести разнородную продукцию в сопоставимую единицу измерения. После этого агрегированный показатели Мкал делился на совокупную площадь всех культур и получался искомым показатель продуктивности используемой пашни.

и сахарного тростника, способные давать высокие урожаи (более 10 т чистого веса с 1 га). Напротив, в России, Австралии и Канаде традиционно высока доля зерновых и масличных культур (урожайность в среднем 2.5-4 тонн с 1 га) и поэтому в этих странах (хотя тоже там есть и высокоурожайные корнеплоды и кукуруза) урожайность Мкал продукции растениеводства с 1 га на уровне 9-11 Мкал с 1 га пашни – т.е. в 2 раза меньше, чем в США и Китае. Кроме того, за исследуемый период в каждой из этих стран урожайность выросла на 30-40% (США, Австралия, Канада) и 50-70% (Россия, Бразилия и Китай). Все это происходило благодаря совершенствованию технологий, а также увеличению доз внесения минеральных удобрений. Изменение технологий и интенсификация в конечном счете привели и к увеличению выбросов ПГ с единицы возделываемой площади. На рисунке ниже показаны динамика изменения выбросов ПГ в сумме по источникам – химические удобрения, органические удобрения под посевы, пожнивные остатки и органогенные почвы – в период 1992 и 2017 гг.



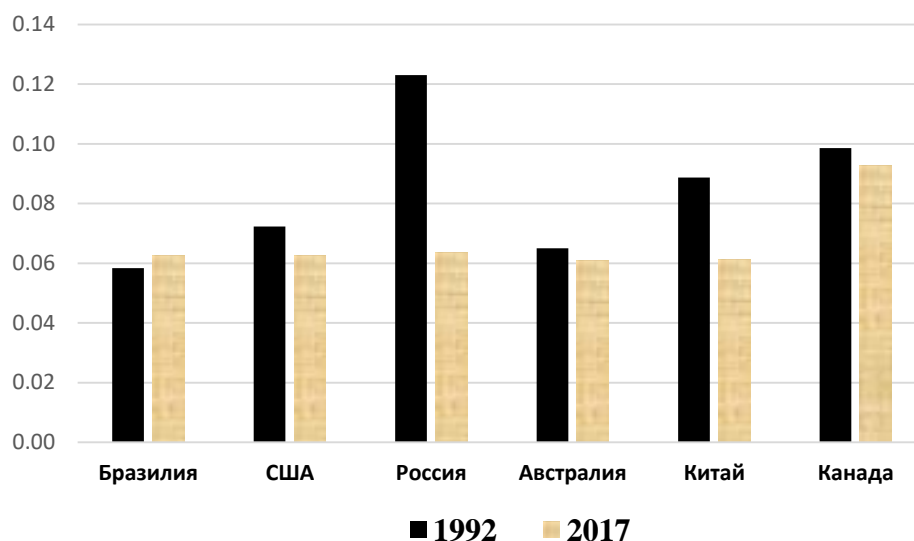
Источник: расчеты авторов по данным ФАО

Рисунок 5 -Объемы выбросов ПГ в растениеводстве с 1 га посевной площади, тонн CO<sub>2</sub> с 1 га

Рисунок 5 показывает, что во всех странах рост урожайности (таблица 1) происходил при процессах интенсификации (увеличения вложений факторов производства на 1 га возделываемых земель), которые привели к росту выбросов ПГ на единицу площади (светлый столбик на рисунке 5), кроме России. Наибольший рост выбросов характерен для Бразилии – в 2 раза, а в абсолютном выражении выбросов CO<sub>2</sub> с 1 га больше всего в Китае 1.55 т CO<sub>2</sub> с 1 га в 2017 году. Наименьшее количе-

ство эмиссий – в Австралии, так как там засушливый климат, и там нет смысла вкладывать слишком много удобрений.

Таким образом, мы подошли к очень важному показателю, который сейчас продемонстрируем. Если конечная цель любого производства – увеличение выпуска продукции и/или рост урожайности, то выброс парниковых газов – это своего рода экстерналия, нежелательный эффект, который тем не менее происходит. И кроме оценки продуктивности сельхозугодий на единицу площади, и сопоставления с выбросами ПГ с единицы площади, можно рассчитать выбросы ПГ с выпуска единицы продукции, чтобы понять, как за анализируемый период изменилась интенсификация (и фактически «грязность») единицы производимой продукции. Для этого мы рассчитали соотношение выбросов ПГ в растениеводстве к производимой растениеводческой продукции, выраженной в Мкал. В продукцию растениеводства вошли валовые сборы зерновых, масличных, корнеплодов, овощей и фруктов по сопоставимым видам продукции по исследуемым странам.



Источник: расчеты авторов по данным ФАО и Fuglie, 2015.

Рисунок 6 - Соотношение эмиссий ПГ к выпуску продукции растениеводства (т CO<sub>2</sub> на 1 тонну Мкал)

Результаты расчетов на рисунке 6 показывают, что интенсивность выбросов ПГ (в эквиваленте CO<sub>2</sub>) на единицу производимой продукции растениеводства сопоставима по разным странам и за отчетный период колеблется в диапазоне 0.05-0.12 т CO<sub>2</sub> с 1 тонн продукции растениеводства, выраженной в Мкал. Наиболее заметное изменение динамики за период 1992-2017 гг наблюдается в России, где «грязность»

выпуска продукции уменьшилась в 2 раза с 0.12 до 0.06 тонн CO<sub>2</sub> с 1 Мкал, что стало сопоставимо с большинством анализируемых стран.

Таким образом, мы выявили, что даже если страны выращивают продукцию растениеводства при разном уровне интенсивности, разной структуре пашни, и имеют разные объемы итоговых выбросов ПГ в растениеводстве (как всего, так и на единицу площади), то сопоставимый показатель интенсификации выбросов ПГ на единицу продукции с каждым годом становится все более близким по значению между разными странами – 0.06 тонн CO<sub>2</sub> с единицы произведенных Мкал продукции в растениеводстве. Значение 0.06 тонн CO<sub>2</sub> является одинаковым для таких разных стран, как Бразилия, США, Австралия, Китай и Россия, и лишь у Канады выше – 0.09, с чем еще предстоит разобраться. Таким образом, во всех этих странах изменение технологий привело к одинаковому уровню сопоставимого загрязнения на единицу продукции в растениеводстве.

Нужно написать и резюме по аграрной и природоохранной политике в данных странах.

-национальные планы по сокращению (регулированию) эмиссий ПГ возникли относительно недавно – в течение период 2010-2020 гг, так называемые NDC. В них описываются планы и задачи по сокращению эмиссий ПГ в целом по экономике или на единицу ВВП или единицу населения. Как правило отдельной строкой обязательства по сокращению эмиссий в сельском хозяйстве не прописываются.

- в период 1990-2017 гг Бразилия, США и ЕС-28 применяли различные меры аграрной и природоохранной политики, чтобы сократить негативное воздействие сельского хозяйства на окружающую среду. В Бразилии с 2008 года стал действовать мораторий по сое, когда крупные перекупщики (экспортеры) перестали закупать сою, с тех полей, которые до этого были очищены в результате вырубке лесов с 2006 года. В результате вырубка лесов за 5 лет сократилась с 25 тыс кв км в год до 5 тыс кв км в год, что привело к общему сокращению эмиссий ПГ в Бразилии от изменения землепользования с 1 млрд тонн CO<sub>2</sub> в год до 0.25 млрд тонн CO<sub>2</sub> в год (2005 к 2010 гг). Также за период 2005-2020 гг в Бразилии вводились различные системы охраны и мониторинга лесов, в т.ч. Лесной кодекс 2013 г., в котором указано, что на территории большинства ферм обязательно сохранение не менее 20% естественной вегетации (лесов и лугов), а в отдельных штатах Амазонии – не менее 80%. В Евросоюзе и США природоохранные ограничения касались в основном применения и

интенсивности использования минеральных и органических удобрений (на ед площади), что способствовало регулированию использования удобрений, повышению их эффективности использования, с учетом роста урожайности. Так, за период 1992-2017 гг выбросы от возделывания почв в растениеводстве (удобрения, навоз, пожнивные остатки, органометные почвы) в ЕС-28 выросли только на 1%, в США на 14%, а в Бразилии – на 192%.

- пока что плохо изучено, какие конкретно стали применяться технологии, как происходили изменения на переход к ресурсосберегающим (низкоуглеродным технологиям);

- современные желания стран по ограничению негативного влияния на окружающую среду включают в себя планы по сокращению вырубке лесов под пашню (Бразилия, с 2016 года продления соевого моратория), введения системы учета выбросов ПГ на единицу продукции, в т.ч. и импортной (European Green Deal), расширения участия регионов в вводе нормативов по использованию удобрений в сельском хозяйстве (Например, Миннесота в США), что в конечном итоге должно повлиять и на сокращение (или снижение темпов роста) выбросов ПГ от использования удобрений в растениеводстве.

В следующей главе мы проанализируем динамику изменения региональной структуры производства в России. К использованию международного опыта регулирования выбросов ПГ мы еще вернемся в главе 6 по рекомендациям Правительству России с целью совершенствования национальной стратегии низкоуглеродного развития и совершенствованию системы учета загрязнения окружающей среды вблизи сельскохозяйственных предприятий.

## **2 Построение сценариев устойчивого развития растениеводства России**

В настоящем разделе мы дадим краткую характеристику понятия устойчивого развития, и покажем, как мы пытались развить идеи Целей устойчивого развития ООН. Цели устойчивого развития ООН направлены на возможности разработки непротиворечивой политики наращивания производства для обеспечения населения планеты необходимым количеством продовольствия при условии ресурсных ограничений и возможности сокращения загрязнения окружающей среды. В этом разделе мы сосредоточились на характеристике возможных сценариев для развития сельского хозяйства России, которые бы учитывали не только производственную и экспорт-



ную повестку в смысле увеличения производства продуктов растениеводства (и/или животноводства), но и уменьшение вреда для третьих лиц и сокращение эмиссий парниковых газов. В т.ч. мы укажем на наши предложения, которые были направлены в Росстат по теме разработки показателей целей устойчивого развития.

По данным Росстата проект перечня национальных показателей достижения ЦУР в Российской Федерации разработан в соответствии с резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН A/RES/71/313 от 6 июля 2017 года по разработке национальных наборов показателей ЦУР, исходя из национальных приоритетов, местных условий и имеющегося статистического потенциала.

Национальный набор показателей ЦУР предназначен для осуществления контроля за достижением целей устойчивого развития на национальном уровне. В нем отражены национальные особенности и учтены задачи, определенные в Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», стратегических документах Правительства Российской Федерации, а также национальных и федеральных проектах.

Ниже предложения, которые мы отправили в Росстат, в ходе работы над этим отчетом.

В настоящем разделе мы попытались обосновать почему ряд показателей ЦУР должны быть расширены, т.е. включены дополнительные показатели, а также попытались обосновать, почему желательна сбор и публикация некоторых показателей на уровне регионов. (Номера показатели взяты из файла по ссылке на электронную страницу Национальных показателей ЦУР <https://www.gks.ru/sdg/national>).

Показатель 129 (ЦУР 13) – совокупные выбросы парниковых газов (ПГ).

Изменение 1 – в дополнение к показателю 129 предлагаем ввести (опубликовать) в перечень национальных показателей ЦУР данные о выбросах ПГ в сельском хозяйстве; предлагаем собирать и публиковать данные по регионам Российской Федерации.

Обоснование. Сельскохозяйственная отрасль отличается тем, что за последние 10 лет в России практически удвоились показатели производства некоторых видов продукции, как мясо птицы и мясо свиней, а также увеличились значительно показатели валовых сборов пшеницы, подсолнечника, сои и сахарной свеклы. По данным Национального кадастра выбросов парниковых газов[16] эти положительные

успехи в производственном секторе сопровождались незначительным повышением выбросов от сельского хозяйства (выбросы парниковых газов от внутренней ферментации животных, систем навоза, сельскохозяйственных полей, а также внесения удобрений и известкования почв). Для России важно продолжать исследовать вопрос дальнейшего увеличения производства в целях наращивания экспорта сельскохозяйственной продукции и сопровождающихся выбросах парниковых газов, как экологический индикатор последствий аграрного роста. Вместе с тем не секрет, что регионы России развиваются по-разному – в Краснодарском крае урожайность пшеницы почти 60 ц с 1 га, а в Оренбургской области и Алтайском крае – около 15 ц с 1 га. Это говорит о том, что сложились разные практики ведения сельского хозяйства в зависимости от региональных и климатических особенностей. Все это наводит на мысль о необходимости исследования региональных эмиссий парниковых газов, конкретно в сельскохозяйственной отрасли.

Изменение 2 – предлагаем ввести (опубликовать) в перечень национальных показателей ЦУР данные о выбросах ПГ в секторе изменения землепользования, конкретно показатель распашки новых земель (или введение в оборот новых сельскохозяйственных земель), в т.ч. перевод земель из пастбищ в пашню.

Обоснование. Согласно данным Национального кадастра выбросов ПГ впервые перевод земель из пастбищ в пашню был зафиксирован в 2011 году на уровне 800 тыс гектар. Это привело к тому, что с 1 гектара произошел выброс 34 тонн CO<sub>2</sub>, в то время как до этого с обычной ежегодно возделываемой пашни выбросы не превышали 1-1.5 тонн CO<sub>2</sub> с 1 гектара в год. Таким образом, видно, что распашка пастбищ ( а также любых других луговых, залежных, заброшенных угодий) приводит к выделению огромного количества выбросов ПГ в атмосферу, что может в дальнейшем стать угрозой для изменения климата, а также для выполнения Россией обязательств по Парижскому климатическому соглашению. Это особенно актуально, поскольку согласно Проекту Государственной программы об эффективном вовлечении в оборот сельскохозяйственных земель [1] в России планируется ввести в оборот около 12 млн гектар сельскохозяйственных земель до 2030 года. При худшем сценарии это приведет к 408 млн тонн выбросов CO<sub>2</sub> (34 умножить на 12), что выше обычных ежегодных выбросов от сельского хозяйства почти в 4 раза. Кроме того, этот показатель тесно связан с показателями 137 и 138 ЦУР (Цель ЦУР 15) по эрозии сельскохозяйственных угодий, поскольку распашка пастбищ (или луговых угодий)

приводит к негативным локальным последствиям в виде эрозии почв, сокращения урожайности и т.п. (см пример Ставропольского края – [17,18]).

Показатели 137 и 138 – защита почв от эрозии

Изменение 3 – К показателям 137 и 138 добавить следующее: ввести (опубликовать) данные об эрозии почв пашни, пастбищ в разрезе регионов России ежегодно. Показатель должен выражать оценку снятия (сдува или смытия) почв с 1 гектара пашни (пастбищ) за прошедший год, в среднем по району и по региону.

Обоснование. Эрозия влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. Указанные показатели 137 и 138 предполагают фиксацию оценки борьбы против эрозии, но не показывают, где эта эрозия происходит и каковы ее масштабы. Если кроме показателей 137 и 138 ввести регулярный сбор и публикацию данных об эрозии почв (фактически измеренной), можно лучше и более точно определять, какие регионы нуждаются в противоэрозийных мерах. Данные по эрозии почв могли бы собирать агрохимические службы. Для этого нужно внести поправки в закон [19].

Изменение 4 – публиковать данные агрохимических обследований по регионам по показателям содержания в пашне – гумуса, фосфора, калия и азота.

Обоснование. В России почти в каждом регионе есть Агрохимические службы, которые находятся в региональном или федеральном подчинении от Министерства сельского хозяйства России [20] и год от года собирают данные о состоянии сельскохозяйственных почв в своих регионах, но почему-то эти данные не публикуются, хотя они являются важным индикатором состояния почв сельскохозяйственных земель, что потенциально влияет на урожайность основных культур, а, следовательно, и на продовольственную безопасность страны [21]. По сути, нужно просто обязать региональные службы регулярно (1 раз в году) отчитываться о проведенных исследования (отборах проб почв) и публиковать данные на сайте Росстата о содержании основных элементов в почве возделываемых земель – показатели гумуса, фосфора, калия и азота.

Показатель 139 – доля нарушенных земель.

Изменение 5 – К показателю 139 добавить еще один показатель: организовать сбор и публикацию данных о применяемых в сельском хозяйстве пестицидов и иных химических средств защиты растений.

Обоснование – Показатель нарушенных земель не дает понять объективную причину нарушения, и состава земель, в который он входил. Если же ввести показа-

тель загрязнения земель от пестицидов (и иных химических средств защиты растений), то мы будем знать, какие территории (области или даже районы) злоупотребляют опрыскиванием растений этими химикатами, что создает угрозу не только для почв, но и для сельскохозяйственной продукции, которая потом идет на продовольственные цели, т.е. потенциально может влиять на здоровье человека.

Изменение 6 – ввести (опубликовать) данные о сборе навоза вблизи животноводческих ферм (размеры навозохранилищ, площадь отчуждаемой для вызревания навоза территорий).

Обоснование. В последние 10 лет в России активно развивалось свиноводство, и были построены крупные животноводческие фермы, в т.ч. на 50, 100 и 200 тыс голов. В то же время вблизи этих крупных комплексов сложилась сложная эпидемиологическая ситуация из-за неправильного хранения навоза (фактически навоз разбрасывался на ближайшие поля). Нужна более четкая фиксация и документация этого процесса. Для этого необходимо обязать сельскохозяйственные организации сдавать в рамках статистической отчетности данные о выработанном (получившимся в результате кормления животных) навозе, сколько навоза утилизировано, сколько разбросано на поля для перепревания, сколько навоза отдано на переработку, продажу. Такая статистика также позволит определить уровень региональной (или даже районной) загрязнения окружающей среды и размер нарушенных земель в результате неправильного хранения навоза.

Основная идея, которую мы пытаемся доказать, это то что возможно увеличение производства продукции растениеводства без серьезного увеличения выбросов парниковых газов, или даже их уменьшение. По данным Национального кадастра выбросов, 2020 в период 2000-2017 гг происходило уменьшение выбросов ПГ от возделываемых земель в сельском хозяйстве. Это происходило на фоне увеличения производства продукции растениеводства в России, в т.ч. за счет увеличения сборов зерна, масличных, сахарной свеклы и других культур. Наибольший риск выбросов приходится на случаи распашки заброшенных земель (луговых угодий), когда ввод этих земель в оборот приводит к многократному (почти в 30 раз) увеличению выбросов ПГ с 1 гектара в год.

Следовательно, в научных целях нам интересно оценить дальнейшие возможности России по наращиванию производства продукции растениеводства и сопутст-

вующие выбросы ПГ от возделывания земель (в секторе сельского хозяйства и секторе изменения землепользования).

Перейдем к оценкам модели, которая показывает возможности оценок эмиссий ПГ по регионам.

### 3 Расчет прогнозов с помощью модели частичного равновесия GLOBIOM

Разработка GLOBIOM представляет собой глобальную рекурсивную динамическую модель частичного равновесия, объединяющую сельскохозяйственный, биоэнергетический и лесной сектора экономики (Havlik, Valin, Mosnier et al., 2014). В этой модели производители конкурируют между собой за ресурсы для производства продукции сельского и лесного хозяйства, а также биотоплива. С помощью этой модели решается задача максимизации общественного благосостояния при условии технологических и ресурсных ограничений. Одновременно общественное благосостояние складывается из излишка потребителя и излишка производителя. В модели функция производства продукции представлена в виде функции Леонтьева; спрос задается экзогенно — через функцию спроса с постоянной эластичностью, линеаризуемой с помощью кусочно-линейной функции.

В модели GLOBIOM максимизируемое общественное благосостояние определяется как разность интеграла резервной цены потребителя и издержек производителя:

$$\max Welfare_t = \sum_{r,y} \int_{D_{r,t,y}^{min}}^{D_{r,t,y}} a_{r,y} D_{r,t,y}^{1/\varepsilon_{r,y}} d D_{r,t,y} - (WaterIrr_t^{cost} + LandUse_t^{cost} + Process_t^{cost} + TradeMargin_t^{cost} + GHG_t^{Tax}). \quad (1)$$

где  $r$  — регион;  $y$  — продукция (для конечного и промежуточного потребления), включая более 30 видов продукции животноводства и растениеводства, лесоматериалы и продукты их переработки, биотопливо первого и второго поколения;

$D_{r,t,y}$  — конечное потребление;

$a_{r,y}$  — константа интегрирования;

$\varepsilon_{r,y}$  — эластичность конечного спроса по цене;

$D_{r,t,y}^{min}$  — минимальный предел интегрирования, необходимый для решения проблемы существования несобственного интеграла при неэластичном спросе в рай-

оне нуля;

$WaterIrr_t^{cost}$  — издержки на орошение в растениеводстве;

$LandUse_t^{cost}$  — издержки на обработку земельных ресурсов;

$TradeMargin_t^{cost}$  — издержки на международную торговлю;

$Process_t^{cost}$  — издержки на производство;

$GHG_t^{Tax}$  — выплата налогов на эмиссию  $CO_2^*$ .

Структура источников парниковых газов в сельском хозяйстве в модели GLOBIOM соответствует методологии Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [22]. В сельском хозяйстве модель представляет решения и последствия, выраженные в выбросах парниковых газов, за счет изменения систем управления и/или характера землепользования (интенсивный путь против экстенсивного). В лесном секторе модель дает информацию о потенциалах вырубki лесов (или увеличения площади посадки лесов), интенсивности лесной промышленности и темпов роста площади свободной от лесных посадок. Таким образом, модель GLOBIOM позволяет исследовать различные сценарии развития сельского хозяйства и изменения землепользования, а также просчитывать сценарии экстенсивного и интенсивного развития сельского и лесного хозяйства.

Ранее модель GLOBIOM использовалась для оценок реалистичности достижения различных целей устойчивого развития мирового сельского и лесного хозяйства, включая возможности противодействия глобальному потеплению (Van Meijl et al., 2018) и изменения землепользования (ранняя версия модели - Havlik et al., 2013). Отдельные страновые расчеты с использованием этой модели показали возможности улучшения аграрной политики во Франции с целью снижения выбросов ПГ конкретно от выращивания молочного скота (Mosnier et al., 2019), а также возможности России и Украины повышать интенсификацию сельского хозяйства и вывод части земель из оборота с целью снижения эмиссии ПГ (Deppermann et al., 2018). Отличие нашей работы от последней состоит в улучшении калибровки модели относительно моделирования ретроспективного периода 2000–2017 гг. В отчете 2020 года мы провели оценку производства продукции растениеводства и соответствующих эмиссий ПГ по регионам России.

---

\* В модели есть возможность введения углеродного налога и оценки экономических и экологических последствий от его введения, но в настоящей статье мы этот метод не использовали.

Для калибровки модели частичного равновесия GLOBIOM, в модель, по сравнению с предыдущим (т.е. 2019) годом, был внесен ряд изменений. В первую очередь это касается географического распределения ячеек LUID по областям (регионам) Российской Федерации. Это было сделано, чтобы выполнить одну из важных задач этого года – по оценке производственного потенциала регионов России и определении регионального распределения выбросов парниковых газов (ПГ) от растениеводства в разрезе субъектов Российской Федерации. Данные между LUID были перераспределены так, чтобы полностью соответствовать границам субъектов федерации. Для субъектов федерации, которые слишком малы, по сравнению с площадью одного LUID были объединены. В таблице 2 представлен список регионов и число используемых LUID.

Таблица 2 – Объединенные регионы модели GLOBIOM и число LUID, которыми моделируется регион

| Объединенные регионы   | Число LUID | Объединенные регионы                     | Число LUID |
|--|------------|--|------------|
| Алтайский край   | 7          | Республика Мордовия, Ульяновская область | 1          |
| Амурская область   | 16         | Московская область и город Москва        | 2          |
| Архангельская область  | 38         | Нижегородская область                    | 3          |
| Астраханская область   | 3          | Новгородская область                     | 3          |
| Республика Башкортостан  | 5          | Новосибирская область                    | 6          |
| Белгородская область   | 1          | Омская область                           | 8          |
| Брянская область   | 3          | Орловская область                        | 1          |
| Республика Бурятия   | 11         | Оренбургская область                     | 6          |
| Челябинская область  | 4          | Пензенская область                       | 2          |
| Чувашская Республика - Чувашия   | 1          | Пермский край                            | 7          |
| Республика Дагестан  | 4          | Приморский край                          | 10         |
| Республика Алтай   | 6          | Псковская область                        | 5          |
| Северо-Кавказский регион: Республики Ингушетия*, Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкессия, Северная Осетия-Алания, Чеченская* | 3          | Ростовская область                       | 3          |
| Иркутская область  | 32         | Республика Саха (Якутия)                 | 177        |
| Ивановская область   | 2          | Самарская область                        | 2          |
| Калининградская область  | 3          | Саратовская область                      | 5          |
| Республика Калмыкия  | 2          | Смоленская область                       | 2          |
| Калужская область  | 1          | Ставропольский край                      | 2          |
| Камчатский край  | 35         | Свердловская область                     | 8          |
| Республика Карелия   | 9          | Тамбовская область                       | 1          |
| Кемеровская область - Кузбасс  | 4          | Республика Татарстан (Татарстан)         | 3          |
| Хабаровский край   | 34         | Томская область                          | 11         |
| Республика Хакасия   | 2          | Республика Тыва                          | 9          |
| Кировская область  | 5          | Тверская область                         | 3          |

| Объединенные регионы                            | Число LUID | Объединенные регионы                     | Число LUID |
|---|------------|--|------------|
| Республика Коми                                 | 20         | Тюменская область                        | 7          |
| Костромская область                             | 2          | Удмуртская Республика                    | 1          |
| Республика Адыгея (Адыгея) и Краснодарский край | 6          | Владимирская область и Рязанская область | 1          |
| Красноярский край                               | 141        | Волгоградская область                    | 4          |
| Курганская область                              | 3          | Вологодская область                      | 5          |
| Курская область                                 | 1          | Воронежская область                      | 3          |
| Ленинградская область                           | 4          | Ярославская область                      | 1          |
| Липецкая область и Тульская область             | 1          | Еврейская автономная область             | 4          |
| Магаданская область                             | 25         | Забайкальский край                       | 23         |
| Республика Марий Эл                             | 2          |  |            |

Второй существенной модификацией модели является замена данных об урожайности и базовой площади, на официальные данные по регионам Росстата. Третьим изменением является оценка издержек 2010 года. Для этого мы зафиксировали урожай в 2010 году на уровне фактического валовых сборов 2011 года. Так было сделано, потому что в 2010 году в реальном времени была засуха и урожай был низким. Нам было важно задать в модель темп роста валовых сборов и урожайности такой, чтобы соответствовал тренду последних 20 лет, и поэтому мы выбрали для опорных точек данные 2000, 2011 и 2017 гг, - последние два когда были хорошие урожаи. А затем использовали теневые цены (shadow price) как издержки в модели. После чего был произведен перерасчет модели за 2010 и 2020 год. Таким образом 2010 модельный год на 95% близок к фактическим данным Росстата по регионам за 2011 г, а 2020 г модельный год к данным де-факто 2017 года. Полученные результаты для основных сельскохозяйственных культур (ячмень, кукуруза, рапс, пшеница, соя, рис, подсолнечник и картофель) России, которые моделируются в GLOBIOM, рассмотрены ниже.

Четвертая модификация модели заключается в том, что для некоторых культур, таких как соя и пшеница, рост валовых сборов был настолько большой по сравнению с 2000 годом, что для качественного моделирования было необходимо ослабить ограничения на рост посевов, используемых в модели. Рост урожайности для некоторых культур был также скорректирован.

На рисунке 7 (ниже) показано сравнение посевов, валового сбора и урожайности пшеницы в 2010 году модели GLOBIOM и данным РОССТАТ (по результатам за 2011 год). Модель передала основные особенности региональной структуры вы-



ращивания пшеницы в 2010 году. Модель передала основные особенности региональной структуры выращивания пшеницы в 2010 году. Валовой сбор пшеницы по результатам модели меньше, чем официальные данные на 859.1 тыс. тонн (-1.51%), средняя урожайность модели 22.6 ц / га с высокой точностью воспроизводит по данные РОССТАТ 22.5 ц / га. Площадь посевов меньше, чем официальные данные на 490 тыс. га (-1.94%). Ошибка в валовом сборе в регионах, с долей производства больше 5%, от -0.3% до -0.1%. Подробнее в таблице 3 и таблице 4.

Таблица 3 – Статистика валового сбора пшеницы в основных регионах в 2010 году по модели и 2011 г по данным Росстата

| Регионы                                | GLOBIOM,<br>тыс. тонн | РОССТАТ,<br>тыс. тонн | Доля,<br>% | Ошибка,<br>% |
|--|-----------------------|-----------------------|------------|--------------|
| Краснодарский край и Адыгея (суммарно) | 7559.9                | 7568.14               | 13.3       | -0.1         |
| Ставропольский край                    | 6687.8                | 6701.08               | 11.8       | -0.2         |
| Ростовская область                     | 5772.3                | 5789.17               | 10.2       | -0.3         |
| Алтайский край                         | 2587.5                | 2588.74               | 4.5        | 0.0          |
| Республика Татарстан                   | 2445.0                | 2445.73               | 4.3        | 0.0          |
| Омская область                         | 2416.9                | 2416.53               | 4.2        | 0.0          |
| Курганская область                     | 1930.4                | 1931.29               | 3.4        | 0.0          |
| Оренбургская область                   | 1886.3                | 1886.55               | 3.3        | 0.0          |
| Волгоградская область                  | 1820.9                | 1825.58               | 3.2        | -0.3         |
| Новосибирская область                  | 1817.2                | 1816.13               | 3.2        | 0.1          |
| Остальные                              | 21217.9               | 22032.28              | 38.7       | -3.7         |
| Итого                                  | 56142.1               | 57001.21              | 100.0      | -1.5         |

Источник: расчеты авторов

Пшеница является важнейшей продовольственной культурой России и лицом российского агро-экспорта. Производство пшеницы в основном сосредоточено в трех регионах России – Центрально-Черноземном районе, Юге России (Краснодарский край, Ставропольский край и Ростовская область), а также в Сибири. В таблице выше видно, что почти 35% пшеницы производится в 3х областях Юга России - Краснодарский край, Ставропольский край и Ростовская область. В этих регионах достигается и самая высокая урожайность пшеницы – 4-6 тонн с 1 га.

Таблица 4 – Статистика посевов пшеницы в основных регионах России по данным модели за 2010 г и фактическим данным Росстата за 2011 г.

| Регионы                              | GLOBIOM, тыс. га | РОССТАТ, тыс. га | Доля, % | Ошибка, % |
|--------------------------------------|------------------|------------------|---------|-----------|
| Алтайский край                       | 2334.2           | 2334.15          | 9.2     | 0.0       |
| Ростовская область                   | 1989.3           | 1989.29          | 7.9     | 0.0       |
| Ставропольский край                  | 1728.7           | 1728.67          | 6.8     | 0.0       |
| Оренбургская область                 | 1644.1           | 1644.13          | 6.5     | 0.0       |
| Омская область                       | 1426.1           | 1426.09          | 5.6     | 0.0       |
| Краснодарский край и Адыгея суммарно | 1392.4           | 1392.42          | 5.5     | 0.0       |
| Новосибирская область                | 1212.4           | 1212.38          | 4.8     | 0.0       |
| Волгоградская область                | 988.8            | 988.77           | 3.9     | 0.0       |
| Курганская область                   | 919.3            | 919.31           | 3.6     | 0.0       |
| Челябинская область                  | 899.9            | 899.87           | 3.6     | 0.0       |
| Остальные                            | 10287.4          | 10777.44         | 42.6    | -4.5      |
| Итого                                | 24822.5          | 25312.52         | 100.0   | -1.9      |

Источник: расчеты авторов

На рисунке (ниже) показаны результаты модели GLOBIOM и фактических данных Росстата, где можно увидеть три картинки пространственного распределения посевных площадей, валовых сборов (т.е. валового сбора) и интенсивности продуктивности пашни под пшеницей в виде показателя урожайности за 2010 год.

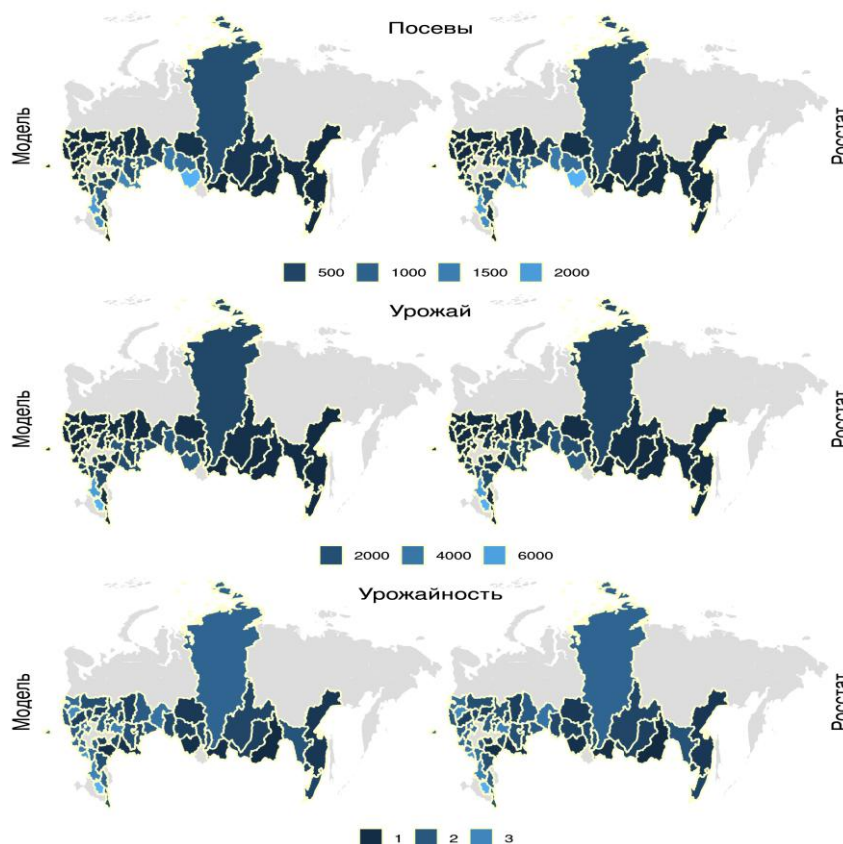


Рисунок 7 – Сравнение посевов, валовых сборов и урожайности пшеницы в 2010 году модели GLOBIOM и данным РОССТАТ, (посевы тыс. га, урожай тыс. тон, урожайность т/га)

Таким образом, нам удалось смоделировать пространственное распределение производства пшеницы в России в 2010 году.

На рисунке 8 (ниже) показано сравнение посевов, валового сбора и урожайности пшеницы в 2020 году модели GLOBIOM и данным РОССТАТ за 2017 г.

Модель передала основные особенности региональной структуры выращивания пшеницы в 2020 году. Валовой сбор пшеницы по результатам модели превышает официальные данные на 4.9 млн. тонн (6.63%), средняя урожайность модели 28.7 ц / га по данным РОССТАТ (26.9 ц / га). Площадь посевов отличается меньше чем на 0.1% (всего 27.6 млн. га). Ошибка в валовом сборе в регионах, с долей производства больше 5%, от 2.2% до 39.8%. Подробнее в таблице 5 и таблице 6.

Таблица 5 – Статистика валового сбора пшеницы в основных регионах России в 2020 г по модели и 2017 г по фактическим данным Росстата

| Регионы                              | GLOBIOM, тыс. тонн | РОССТАТ, тыс. тонн | Доля, % | Ошибка, % |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------|---------|-----------|
| Ростовская область                   | 10182.2            | 9967.01            | 13.5    | 2.2       |
| Краснодарский край и Адыгея суммарно | 11098.6            | 9687.46            | 13.1    | 14.6      |
| Ставропольский край                  | 8989.7             | 6431.36            | 8.7     | 39.8      |
| Волгоградская область                | 3644.3             | 3724.87            | 5.0     | -2.2      |
| Липецкая и Тульская области суммарно | 2397.4             | 3384.82            | 4.6     | -29.2     |
| Воронежская область                  | 2528.1             | 2907.92            | 3.9     | -13.1     |
| Алтайский край                       | 2649.6             | 2824.22            | 3.8     | -6.2      |
| Курская область                      | 1779.2             | 2563.73            | 3.5     | -30.6     |
| Орловская область                    | 1442.9             | 2197.52            | 3.0     | -34.3     |
| Омская область                       | 2893.2             | 2113.75            | 2.9     | 36.9      |
| Остальные                            | 31397.2            | 28285.46           | 38.2    | 11.0      |
| Итого                                | 79002.3            | 74088.13           | 100.0   | 6.6       |

Источник: расчеты авторов

Результаты модели показали, что в 2020 г производство пшеницы составило 79.0 млн тонн, что на 6.6% выше, чем по данным фактическим за 2017 г. В отдельных регионах высокие отклонения расчетов по модели и официальными данными Росстата в 2017 году. Производство пшеницы за 10 лет выросло на 20 млн тонн (по данным модели), т.е. примерно на 40 процентов.

Таблица 6 – Статистика посевов пшеницы в основных регионах в 2020 г по модели и 2017 г по данным Росстата

| Регионы                                 | GLOBIOM, тыс.<br>га | РОССТАТ, тыс.<br>га | Доля,<br>% | Ошибка,<br>% |
|---|---------------------|---------------------|------------|--------------|
| Ростовская область                      | 2801.9              | 2801.87             | 10.2       | 0            |
| Алтайский край                          | 1925.6              | 1925.60             | 7.0        | 0            |
| Ставропольский край                     | 1855.8              | 1855.83             | 6.7        | 0            |
| Краснодарский край и Адыгея<br>суммарно | 1643.0              | 1642.95             | 6.0        | 0            |
| Оренбургская область                    | 1622.9              | 1622.85             | 5.9        | 0            |
| Волгоградская область                   | 1583.1              | 1583.07             | 5.7        | 0            |
| Омская область                          | 1377.2              | 1377.18             | 5.0        | 0            |
| Саратовская область                     | 1277.7              | 1277.73             | 4.6        | 0            |
| Новосибирская область                   | 955.3               | 955.32              | 3.5        | 0            |
| Липецкая и Тульская области<br>суммарно | 858.6               | 858.64              | 3.1        | 0            |
| Остальные                               | 11672.4             | 11673.00            | 42.3       | 0            |
| Итого                                   | 27573.5             | 27574.04            | 100.0      | 0            |

Источник: расчеты авторов

Модельные оценки по посевам пшеницы асолютно соответствуют фактическим данным Росстата за 2017 год.

На рисунке ниже показаны результаты модели GLOBIOM и фактических данных Росстата, где можно увидеть три картинки пространственного распределения посевных площадей, валовых сборов (т.е. валового сбора) и интенсивности продуктивности пашни под пшеницей в виде показателя урожайности за 2020 год.

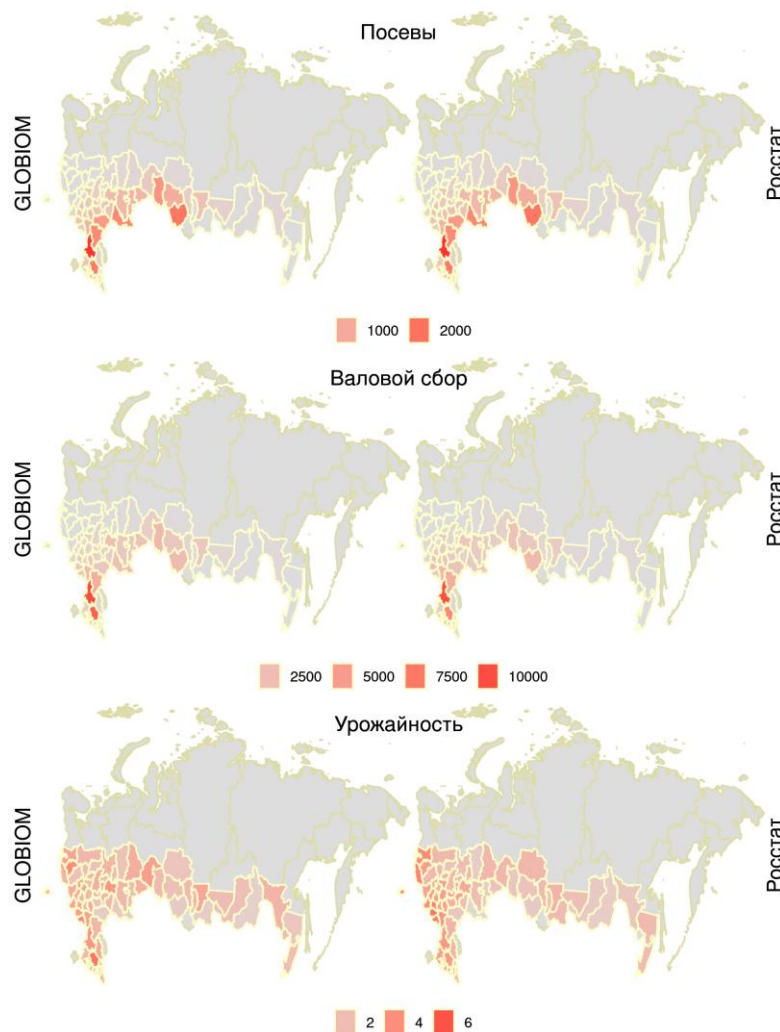


Рисунок 8 – Сравнение посевов, валовых сборов и урожайности пшеницы в 2020 году модели GLOBIOM и данным РОССТАТ за 2017 г., (посевы тыс. га, валовой сбор тыс. тонн, урожайность т/га)

Далее необходимо кратко описать, почему получились сильные отклонения у модели в 2020 г. Результаты расчетов показали, что модель сама не может с высокой точностью воспроизводить исторические региональные данные по производству продукции растениеводства за 2017 г ( то что мы в модели заложили в 2020 году). Это связано с тем, что в ГЛОБИУМ производитель очень резко реагирует на то, что в одном месте производство прибыльно (и низкие издержки), а в другом (соседнем) – нет. Наилучшим образом это видно, допустим, на примере Краснодарского края и Ростовской области. В 2010 году в обоих регионах есть посевы ячменя с высокой продуктивностью, что дает валовое производство так как мы хотели (сопоставимо с данными за 2011 г по Росстату). Но уже в 2020 году Ростовская область резко сокращает посевы до нуля, что связано с тем, что производители не могут конкурировать с Краснодарской пшеницей, у которой растут и посевы и продуктивность ячме-

ня. Таким образом, нам нужно более детально изучить механизм перехода из одной производственной ячейки (LUID) в другую.

Результаты сопоставления динамики сельскохозяйственного производства и сопутствующих эмиссий ПГ в России показали, что в период 2007-2017 гг. производство продукции животноводства выросло на 8% (в пересчете на килокалории), а растениеводства – на 55% (в пересчете на килокалории), по данным Росстата. При этом эмиссии ПГ по животноводству не изменились и в 2017 году остались на уровне 64.5 млн тонн CO<sub>2</sub> эквивалента в год, эмиссии в растениеводстве выросли на 17% до 63.3 \* млн тонн CO<sub>2</sub> эквив., а эмиссии от возделывания пахотных угодий (в секторе изменения землепользования) увеличились на 32% до 82.7 млн тонн CO<sub>2</sub> эквив. – по данным Нацкадастра †.

Более детальный анализ данных об эмиссиях ПГ на пашне, т.е. 82.7 млн т CO<sub>2</sub> (в секторе изменения землепользования) показал изменение динамики интенсивности эмиссий и их разный размер в зависимости от ежегодно возделываемой пашни и земель вновь возвращенных в оборот. До 2011 года эмиссии исходили с большей часть пашни (около 90 млн гектар) при интенсивности около 0.66 т CO<sub>2</sub> с 1 га пашни и снизились до 0.54 т CO<sub>2</sub> с 1 га пашни в 2017 году. Но в 2011 году впервые зафиксирована распашка заброшенных земель в размере около 800 тыс га (по данным Нацкадастра), которые привели к значительным выбросам в первый год 34 т CO<sub>2</sub> с 1 га, что в разы больше, чем эмиссии с обычной пашни. К 2017 году вновь распаханнные земли составили 2.5 млн гектара, но были источником почти 29 млн т CO<sub>2</sub> в год, что составляло уже треть эмиссий от пашни (в секторе изменения землепользования).

Значительные эмиссии от возврата земель в оборот связаны с тем, что за годы реформ 90х годов, когда было заброшено (выведено из оборота) почти 40 млн гектар посевных площадей, они стали нетто-поглотителем (абсорбентом) парниковых газов за счет естественно восстановленной растительности. Соответственно, при распашке подобных земель почвенный углерод окисляется и происходит всплеск выбросов ПГ. Распашка значительных территорий может привести к кратному увеличению эмиссий ПГ в сельском хозяйстве, и помешать России выполнить обязательства в

---

\* Сумма эмиссий ПГ по сельскохозяйственным почвам, от рисовых полей, от удобрений и известкования.

† См приложение к Нацкадастру-2020. Таблицы эмиссий ПГ в России в международном формате по ссылке <https://unfccc.int/documents/227987>.

рамках Парижского соглашения по климату. Кроме того, подобные сельскохозяйственные практики негативно сказываются на локальном развитии. Так в Ставропольском крае региональное Министерство сельского хозяйства выявило нелегальную распашку почти 100 тыс гектар пастбищ, что привело к нарушениям в естественном ландшафте, нарушило систему выпаса скота, а также привела к росту эрозии почв и смыву почв в водоемы. Следовательно, гармонизация систем земледелия на локальном (или региональном) уровне может служить основой для новой аграрной политики, которая была бы включена и в климатическую повестку. Для этого необходима прежде всего гармонизация данных и уточнение статистики землепользования на региональном уровне. Об этом подробнее ниже.

На следующем этапе с помощью модели GLOBIOM мы попытались симитировать развитие сельского хозяйства России и сопутствующих эмиссий ПГ на историческом периоде 2011-2017 гг., т.е. с того момента, когда Нацкадастр впервые зафиксировал распашку земель. Была обнаружена проблема в расхождении данных Нацкадастра, который использует матрицы изменения землепользования Росреестра, и данными Росстата об увеличении посевных площадей – по Росстату рост посевных площадей около 4.6 млн га против 2.5 млн гектар в Нацкадастре. В расчетах GLOBIOM для калибровки модели мы использовали данные Росстата по регионам России по сопоставимому набору культур – пшеница, ячмень, кукуруза на зерно, рис, картофель, подсолнечник, рапс и соя. В 2017 году эти культуры занимали 51 млн га посевных площадей и произвели 152 млн тонн зерновых единиц\*. Модель GLOBIOM рассчитала производство и посевы этих культур с точностью до 2х процентов. Рост посевных площадей по модели рассчитан в размере 4.8 млн гектар (на 5% выше оценок Росстата за сопоставимый промежуток времени 2011-2017 гг., но почти в 2 раза больше, чем по данным Нацкадастра). По нашим расчетам это привело к выбросу почти 47 млн тонн эквивалента CO<sub>2</sub>, что оказалось значительно выше оценок Нацкадастра в целом по эмиссии с новых земель (29 млн тонн CO<sub>2</sub> в 2017 г.), но при более схожих оценках интенсивности с 1 гектара – 10 тонн CO<sub>2</sub> с 1 га по модели и 11 тонн CO<sub>2</sub> с 1 гектара по оценка Нацкадастра.

Так как в Нацкадастре не представлено региональной статистики о распаханых землях и соответствующих эмиссиях, были рассчитаны изменения динамики

---

\* Коэффициенты перевода валового сбора каждой культуры в эквивалент зерновых единиц взяты из приказа Министерства сельского хозяйства России 330 от 6 июля 2017 года.

землепользования в регионах России с использованием модели GLOBIOM (по поставимому набору культур, с учетом данных Росстата, о чем сказано выше). Модель показывает, что с ростом производства продукции растениеводства и размера распаханых земель увеличивается объем эмиссий ПГ. Так, в Краснодарском крае и Адыгее (суммарно) производится около 18 млн тонн зерновых единиц ежегодно, что привело к эмиссиям почти 5.3 млн тонн CO<sub>2</sub> эквивалента (с учетом части возвращенных земель в оборот). На втором месте по объемам производства Ростовская область – 13 млн тонн зерновых единиц производства при эмиссиях 5.45 млн тонн CO<sub>2</sub> – оценки по эмиссиям здесь выше, поскольку было введено больше земель в оборот за период 2011-2017 гг. По каждому региону был рассчитан коэффициент эмиссий на единицу произведенной продукции – так, по Краснодарскому краю и Ростовской области он составил 0.28 и 0.41 т CO<sub>2</sub> на 1 тонну зернового эквивалента. Во многих регионах России оценки интенсивности эмиссий ПГ по модели GLOBIOM находятся именно этом диапазоне и выше (средний по России показатель 0.45 т CO<sub>2</sub> с 1 тонны зернов. эквив.).

Регионы со значительным количеством возвращенных земель в оборот (по каждому региону этот показатель рассчитывался отдельно) в указанный период имели эмиссии ПГ в несколько раз выше среднего – так, в Амурской области за счет распашки земель эмиссии ПГ составили 2.27 т CO<sub>2</sub> с 1 тонны продукции. Т.е. ввод в оборот заброшенных сельскохозяйственных угодий не сопровождался адекватной интенсификацией и земли возделывались условно простым способом с низкоурожайными культурами, что с точки зрения эмиссий обесценивает такую распашку земель. За счет распашки земель «эмиссионность» произведенной продукции наиболее высока в Дальневосточных регионах, а также Псковской и Калининградской областях (более 2 т CO<sub>2</sub> с 1 тонны зернов. эквив.), затем в некоторых регионах Поволжья, как Саратовской области и Самарской области (1 тонна CO<sub>2</sub> с 1 т. зерн. эквив.). В регионах Центрально-Черноземного района эмиссии оцениваются около 0.6-0.8 т CO<sub>2</sub> с 1 т продукции (Белгородская, Воронежская и Орловская области). Наиболее низкие показатели эмиссии в Сибирском регионе – 0.1-0.2 т CO<sub>2</sub> с 1 т продукции (Омская, Новосибирская области и Красноярский и Алтайский края) – для этих регионов урожайность колеблется в диапазоне 1-2 тонны зерновых единиц с гектара. Таким образом, можно сказать, что расширение посевных площадей в сибирских ре-



гионах проходило с наименьшими рисками для роста эмиссий от возврата земель в оборот.

Более детальный анализ региональных данных показал, что расчет эмиссий парниковых газов в растениеводстве и от распашки новых земель имеет смысл рассчитывать на единицу произведенной продукции (например, на 1 тонну эквивалента зерновых единиц). Так как в Нацкадастре не представлено региональной статистики о распаханых землях и соответствующих эмиссиях, то нами были рассчитаны изменения динамики землепользования в регионах России с использованием модели GLOBIOM (по сопоставимому набору 8 культур, с учетом данных Росстата, о чем сказано выше). Модель показывает, что с ростом производства продукции растениеводства и размера распаханых земель увеличивается объем эмиссий ПГ. Так, в Краснодарском крае и Адыгее (суммарно) производится около 18 млн тонн зерновых единиц ежегодно, что привело к эмиссиям почти 5.3 млн тонн CO<sub>2</sub> эквивалента (с учетом части возвращенных земель в оборот). На втором месте по объемам производства Ростовская область – 13 млн тонн зерновых единиц производства при эмиссиях 5.45 млн тонн CO<sub>2</sub> – оценки по эмиссиям здесь выше, поскольку было введено больше земель в оборот за период 2011-2017 гг. По каждому региону был рассчитан коэффициент эмиссий на единицу произведенной продукции – так, по Краснодарскому краю и Ростовской области он составил 0.28 и 0.41 т CO<sub>2</sub> на 1 тонну зернового эквивалента. Во многих регионах России оценки интенсивности эмиссий ПГ по модели GLOBIOM находятся именно этом диапазоне и выше (средний по России показатель 0.45 т CO<sub>2</sub> с 1 тонны зернов. эквив.).

Таблица 7 - Оценка изменений региональных эмиссий ПГ в растениеводстве и в пересчете на единицу произведенной продукции

| Регион   | Объем производства по 8 культурам в 2017 году, тыс тонн эквив зернов единиц | Размер посевных площадей в 2017 (по сопоставимому набору культур), тыс га | Урожайность (т с 1 га) | Оценочно возможные изменения посевных площадей относительно 2011 г. | Эмиссии от возделывания почв, рисовых полей, и с учетом внесения удобрений, в т.ч. Органических, млн т CO <sub>2</sub> эквив | Эмиссии от роста посевных площадей, млн т CO <sub>2</sub> | Итого эмиссии ПГ | Оценка общих эмиссий на 1 тонну зернового эквив. (т CO <sub>2</sub> ) |
|--|---|---|------------------------|---|--|---|------------------|---|
| Краснодарский край и Республика Адыгея (суммарно)                | 18 623  | 3 241   | 5.7                    | 321   | 0.05   | 2.99  | 3.05             | 0.16  |
| Ростовская область   | 13 272  | 4 100   | 3.2                    | 534   | 0.08   | 3.79  | 3.88             | 0.29  |
| Ставропольский край  | 12 187  | 2 640   | 4.6                    | 263   | 0.10   | 1.58  | 1.67             | 0.14  |
| Воронежская область  | 6 772   | 1 923   | 3.5                    | 273   | 0.97   | 3.23  | 4.20             | 0.62  |
| Волгоградская область  | 5 700   | 2 638   | 2.2                    | 467   | 0.83   | 0.00  | 0.83             | 0.15  |
| Республика Татарстан   | 5 615   | 1 429   | 3.9                    | -69   | 0.58   | 0.00  | 0.58             | 0.10  |
| Липецкая и Тульская области (суммарно)                           | 5 527   | 1 617   | 3.4                    | 163   | 0.07   | 1.48  | 1.54             | 0.28  |
| Курская область  | 4 904   | 1 118   | 4.4                    | 51  | 0.36   | 0.62  | 0.98             | 0.20  |
| Саратовская область  | 4 840   | 3 109   | 1.6                    | 590   | 0.59   | 3.68  | 4.27             | 0.88  |
| Оренбургская область   | 4 667   | 3 178   | 1.5                    | 291   | 0.40   | 1.47  | 1.87             | 0.40  |
| Белгородская область   | 4 445   | 1 121   | 4.0                    | 201   | 0.52   | 2.48  | 3.00             | 0.67  |
| Омская область   | 4 313   | 1 864   | 2.3                    | 8   | 0.42   | 0.04  | 0.46             | 0.11  |
| Гамбовская область   | 4 311   | 1 404   | 3.1                    | 209   | 0.25   | 1.97  | 2.22             | 0.52  |
| Алтайский край   | 4 236   | 3 097   | 1.4                    | -91   | 0.70   | 0.00  | 0.70             | 0.17  |
| Республика Башкортостан  | 3 929   | 1 501   | 2.6                    | 189   | 0.83   | 2.15  | 2.99             | 0.76  |
| Самарская область  | 3 596   | 1 596   | 2.3                    | 496   | 1.65   | 3.58  | 5.23             | 1.45  |
| Мордовия и Ульяновская область суммарно                          | 3 535   | 1 250   | 2.8                    | 149   | 0.15   | 0.00  | 0.15             | 0.04  |
| Северо-Кавказские республики суммарно (кроме Адыгеи и Дагестана) | 3 260   | 690   | 4.7                    | 101   | 0.47   | 0.96  | 1.43             | 0.44  |
| Орловская область  | 3 055   | 905   | 3.4                    | 171   | 0.62   | 2.12  | 2.74             | 0.90  |

| Регион   | Объем производства по 8 культурам в 2017 году, тыс тонн эквив зернов единиц | Размер посевных площадей в 2017 (по сопоставимому набору культур), тыс га | Урожайность (т с 1 га) | Оценочно возможные изменения посевных площадей относительно 2011 г. | Эмиссии от возделывания почв, рисовых полей, и с учетом внесения удобрений, в т.ч. Органических, млн т CO <sub>2</sub> эквив | Эмиссии от роста посевных площадей, млн т CO <sub>2</sub> | Итого эмиссии ПГ | Оценка общих эмиссий на 1 тонну зернового эквив. (т CO <sub>2</sub> ) |
|--|---|---|------------------------|---|--|---|------------------|---|
| Челябинская область  | 3 046   | 1 325   | 2.3                    | 69  | 0.41   | 0.61  | 1.02             | 0.33  |
| Курганская область   | 2 735   | 1 000   | 2.7                    | -73   | 0.45   | 0.00  | 0.45             | 0.16  |
| Красноярский край  | 2 719   | 772   | 3.5                    | -96   | 2.29   | 0.00  | 2.29             | 0.84  |
| Новосибирская область  | 2 514   | 1 189   | 2.1                    | -244  | 0.07   | 0.00  | 0.07             | 0.03  |
| Пензенская область   | 2 420   | 1 004   | 2.4                    | 359   | 0.73   | 0.00  | 0.73             | 0.30  |
| Тюменская область (кроме Ханты-Мансийского автономного округа-Югры и Ямало-Ненецкого автономного округа) | 2 280   | 577   | 3.9                    | -60   | 0.32   | 0.00  | 0.32             | 0.14  |
| Владимирская и Рязанская области (суммарно)  | 2 152   | 709   | 3.0                    | 104   | 0.25   | 1.21  | 1.46             | 0.68  |
| Амурская область   | 2 106   | 1 072   | 2.0                    | 343   | 0.15   | 4.62  | 4.77             | 2.27  |
| Нижегородская область  | 1 869   | 507   | 3.7                    | -52   | 0.22   | 0.00  | 0.22             | 0.12  |
| Брянская область   | 1 354   | 248   | 5.5                    | 72  | 0.25   | 0.98  | 1.23             | 0.91  |
| Кемеровская область - Кузбасс  | 1 346   | 487   | 2.8                    | -103  | 0.24   | 0.00  | 0.24             | 0.18  |
| Свердловская область   | 1 283   | 306   | 4.2                    | -9  | 1.44   | 0.00  | 1.44             | 1.12  |
| Чувашская Республика - Чувашия   | 1 168   | 262   | 4.5                    | 14  | 0.20   | 0.07  | 0.27             | 0.23  |
| Московская область   | 1 156   | 165   | 7.0                    | 43  | 0.43   | 0.51  | 0.94             | 0.81  |
| Иркутская область  | 1 057   | 369   | 2.9                    | 39  | 0.28   | 0.39  | 0.67             | 0.63  |
| Приморский край  | 962   | 400   | 2.4                    | 177   | 0.24   | 2.55  | 2.80             | 2.91  |
| Республика Калмыкия  | 737   | 281   | 2.6                    | 84  | 0.14   | 0.85  | 0.99             | 1.34  |
| Удмуртская Республика  | 732   | 227   | 3.2                    | -25   | 0.15   | 0.00  | 0.15             | 0.21  |
| Пермский край  | 707   | 183   | 3.9                    | -41   | 0.40   | 0.00  | 0.40             | 0.56  |

| Регион                       | Объем производства по 8 культурам в 2017 году, тыс тонн эквив зернов единиц | Размер посевных площадей в 2017 (по сопоставимому набору культур), тыс га | Урожайность (т с 1 га) | Оценочно возможные изменения посевных площадей относительно 2011 г. | Эмиссии от возделывания почв, рисовых полей, и с учетом внесения удобрений, в т.ч. Органических, млн т CO <sub>2</sub> эквив | Эмиссии от роста посевных площадей, млн т CO <sub>2</sub> | Итого эмиссии ПГ | Оценка общих эмиссий на 1 тонну зернового эквив. (т CO <sub>2</sub> ) |
|------------------------------|---|---|------------------------|---|--|---|------------------|---|
| Кировская область            | 663   | 200   | 3.3                    | -16   | 0.28   | 0.00  | 0.28             | 0.43  |
| Калининградская область      | 598   | 150   | 4.0                    | 63  | 0.12   | 1.10  | 1.22             | 2.03  |
| Ленинградская область        | 387   | 46  | 8.4                    | 1   | 0.54   | 0.02  | 0.56             | 1.45  |
| Республика Дагестан          | 368   | 88  | 4.2                    | 9   | 0.17   | 0.11  | 0.28             | 0.75  |
| Вологодская область          | 334   | 87  | 3.8                    | -24   | 0.13   | 0.00  | 0.13             | 0.39  |
| Калужская область            | 325   | 61  | 5.3                    | -1  | 0.10   |   | 0.10             | 0.29  |
| Томская область              | 324   | 124   | 2.6                    | -70   | 0.85   | 0.00  | 0.85             | 2.63  |
| Смоленская область           | 322   | 79  | 4.1                    | 20  | 0.91   | 0.27  | 1.18             | 3.68  |
| Республика Марий Эл          | 307   | 91  | 3.4                    | -17   | 0.66   | 0.00  | 0.66             | 2.16  |
| Еврейская автономная область | 268   | 137   | 2.0                    | 48  | 0.03   | 0.68  | 0.72             | 2.68  |
| Тверская область             | 220   | 31  | 7.1                    | -2  | 0.14   | 0.00  | 0.14             | 0.64  |
| Забайкальский край           | 212   | 97  | 2.2                    | -19   | 0.17   | 0.04  | 0.20             | 0.96  |
| Ярославская область          | 210   | 33  | 6.3                    | -1  | 0.08   | 0.00  | 0.08             | 0.36  |
| Хабаровский край             | 189   | 49  | 3.9                    | 22  | 0.02   | 0.31  | 0.33             | 1.74  |
| Республика Бурятия           | 169   | 45  | 3.7                    | -36   | 0.09   | 0.00  | 0.09             | 0.53  |
| Новгородская область         | 163   | 19  | 8.6                    | -1  | 0.42   | 0.02  | 0.44             | 2.69  |
| Республика Хакасия           | 149   | 45  | 3.3                    | -18   | 0.05   | 0.00  | 0.05             | 0.34  |
| Костромская область          | 131   | 18  | 7.4                    | -10   | 0.04   | 0.00  | 0.04             | 0.32  |
| Псковская область            | 129   | 36  | 3.6                    | 17  | 0.08   | 0.25  | 0.33             | 2.57  |
| Ивановская область           | 125   | 36  | 3.5                    | -2  | 0.11   | 0.00  | 0.11             | 0.89  |
| Астраханская область         | 84  | 11  | 8.0                    | -5  | 0.04   | 0.00  | 0.04             | 0.47  |
| Архангельская область        | 65  | 4   | 14.5                   | -4  | 0.08   | 0.00  | 0.08             | 1.16  |
| Республика Тыва              | 28  | 11  | 2.6                    | 2   | 0.03   | 0.01  | 0.05             | 1.69  |
| Республика Алтай             | 24  | 2   | 13.3                   | -1  | 0.05   | 0.00  | 0.05             | 2.29  |

Источник: расчеты авторов по модели GLOBIOM. Оценивались производство и посевы по 8 культурам: пшеница, ячмень, кукуруза на зерно, рис, подсолнечник, рапс и соя. Коэффициент перевода в зерновые единицы рассчитан по Приказу Министерства сельского хозяйства России номер 330 от 6 июля 2017 года.

В таблице 7 представлены оценки эмиссий от растениеводства и расширения посевов за счет заброшенных земель за исторический период 2011-2017 гг. Регионы со значительным количеством возвращенных земель в оборот (200 тыс га и больше) в указанный период имели эмиссии ПГ в несколько раз выше среднего – так, в Амурской области за счет распашки земель эмиссии ПГ составили 2.27 т CO<sub>2</sub> с 1 тонны продукции. Т.е. ввод в оборот заброшенных сельскохозяйственных угодий не сопровождался адекватной интенсификацией и земли возделывались условно простым способом с низкоурожайными культурами, что с точки зрения эмиссий обесценивает такую распашку земель. За счет распашки земель «эмиссионность» произведенной продукции наиболее высока в Дальневосточных регионах, а также Псковской и Калининградской областях (более 2 т CO<sub>2</sub> с 1 тонны зернов. эквив.), затем в некоторых регионах Поволжья, как Саратовской области и Самарской области (1 тонна CO<sub>2</sub> с 1 т. зерн. эквив.).

Во многих регионах России интенсивность эмиссий ПГ в растениеводстве гораздо ниже, чем на Дальнем Востоке и в Поволжье. Так, в регионах Центрально-Черноземного района эмиссии оцениваются около 0.6-0.8 т CO<sub>2</sub> с 1 т продукции (Белгородская, Воронежская и Орловская области). Наиболее низкие показатели эмиссии в Сибирском регионе – 0.1-0.2 т CO<sub>2</sub> с 1 т продукции (Омская, Новосибирская области и Красноярский и Алтайский края) – для этих регионов урожайность колеблется в диапазоне 1-2 тонны зерновых единиц с гектара. Таким образом, можно сказать, что расширение посевных площадей за счет заброшенной пашни в сибирских регионах проходило с наименьшими рисками для роста эмиссий от возврата земель в оборот. Это необходимо учитывать если все же расширение сельскохозяйственных угодий, в т.ч. распашка залежи или другого вида заброшенных земель станет необходимостью.

Таким образом, расчеты показали, что сельскохозяйственное развитие России не всегда учитывает возможные последствия для окружающей среды, в т.ч. и без достаточного внимания оценке эмиссиям парниковых газов, что важно для адекватной оценки вклада России в Парижское соглашение по климату. Наши расчеты показали, что в регионах России интенсивность эмиссий ПГ (в пересчете на произведенную продукцию растениеводства) очень разная.

#### **4 Разработка рекомендаций для совершенствования Госпрограммы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения до 2030 года**

В январе 2020 года опубликован проект Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель с/х назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации (по сост. на 21 окт. – не принята).

Проект предполагает ряд целевых показателей:

-вовлечение в оборот земель с/х назначения на 12000 тыс. га к 2030 году (см также здесь <http://government.ru/news/40326/> от 2 сент 2020 г) ;

-предотвращение выбытия из сельскохозяйственного оборота 126 тыс. га мелиорированных земель;

-и защита 80 тыс. га земель от водной эрозии.

Нет обоснования понятия «эффективности вовлечения в оборот с/х земель». Каковы критерии эффективности и кто это будет проверять? Почему 12 млн га? Почему не 5 млн га или 20 млн га? Какие земли будут возвращены и на какие цели – пашня или пастбища?

Почему возврат земель с/х назначения связан с мелиоративным подкомплексом, когда это совсем другие земли, и там гораздо меньше размер земель - предотвращение выбытия из сельскохозяйственного оборота 126тыс. га мелиорированных земель; и защита 80 тыс. га земель от водной эрозии.

Возникает вопрос - зачем смешивать это в одну госпрограмму цели, которые связаны с распашкой почти 12 млн гектар заброшенных земель и восстановление и проведение мелиоративных работы на территории всего несколько тысяч гектар?

В проекте указаны средства на мелиоративный подкомплекс – конкретные суммы денег на конкретные проекты (183 проекта) с указанием мощностей и сроков ввода в оборот, но про 12 млн га новых (или вовлеченных) земель – ни слова. Так, за чей счет они будут возвращены?

В январе 2020 года Министерство сельского хозяйства разместило проект Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса на сайте проектов нормативно-правовых актов Российской Федерации

<https://regulation.gov.ru/projects#npa=98576>. Согласно этому документу до 2030 года в России предлагается провести ряд мероприятий и достичь целей:

- вовлечь около 12 млн гектар земель в сельскохозяйственный оборот,
- на уже освоенных землях улучшить продуктивность 3 млн гектар мелиорируемых земель.

Если последняя цель (по мелиорируемым землям) не требует обоснования, то первая является довольно спорной с экономической и экологической точки зрения.

Современные международные исследования в мире подтвердили гипотезу, что в настоящее время для роста производства в сельском хозяйстве дополнительное вовлечение земли имеет значительно меньшее значение, чем применение инноваций [23] на уже освоенных территориях. В этой связи ставка на дополнительные земли даст меньший эффект увеличения урожайности и дохода, чем интенсификация использования уже используемых земель за счет лучших сортов и технологий.

В январе 2020 года Министерство сельского хозяйства выпустило проект «Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса» на сайте проектов нормативно-правовых актов Российской Федерации <https://regulation.gov.ru/projects#npa=98576>. Согласно этому документу до 2030 года в России предлагается провести ряд мероприятий по вовлечению около 12 млн гектар земель в сельскохозяйственный оборот, а на уже освоенных землях улучшить продуктивность 3 млн гектар мелиорируемых земель. Если последняя задача (по мелиорируемым землям) нам кажется вполне очевидной и правильной, то первая цель является довольно спорной с экономической и экологической точки зрения. Остановимся на этих аспектах. В настоящей статье мы покажем, что за предыдущие 12 лет (период с 2007 по 2018 год) было введено в оборот сравнительно небольшое количество земель и оценить экономическую эффективность этого крайне проблематично, что создает препятствия для экономического обоснования эффективности будущего вовлечения в оборот 12 млн гектар новых земель. С экологической точки зрения распашка новых земель также кажется нам сомнительной, поскольку приведет к значительному выбросу парниковых газов, что негативно скажется на окружающей среде и помешает России выполнять обязательства по Парижскому соглашению по климату.



Экономическое обоснование. После 1990 года, когда начались экономические реформы, в России площади посевных площадей ежегодно уменьшалось. В 2007 году было достигнут предел, и размер всех посевных площадей в хозяйствах всех категорий России составил 74.7 млн га (по сравнению со 117.7 млн га в 1990 году разница составила 43 млн га – величина заброшенных посевов). В 2007 году начался так называемый мировой продовольственный кризис (ФАО, 2020) когда цены на мировых рынках на пшеницу, кукурузу и сою резко стали расти всего за несколько месяцев, и это создало стимулы для расширения посевов, в т.ч. и в России – в 2008 году все посевы в России выросли за 1 год на 2 млн гектар (Росстат, 2019) – небывалый случай для современной России. Далее такого всплеска роста посевов не повторялось, поскольку в 2008 году был рост урожая, что привело к снижению цен продукции растениеводства на 3 процента в годовом выражении (по сравнению с ростом в 37% в 2007 году). Уже тогда (10 лет назад) было видно, что аграрная политика России не справляется с высокими урожаями, и резкий рост производства приводит к снижению цен, а, следовательно, делает ввод дополнительных земель неэффективным. И таким образом в 2010 году из оборота было вновь выведено 2.6 млн гектар земель. За период 2010-2018 гг площадь посевов увеличилась на 4.7 млн гектар и составила 79.6 млн га в хозяйствах всех категорий в России.



Примечание

- 1 Источник: расчеты автора по данным Росстата.
- 2 По правой шкале обозначены млн гектар (от 72 до 82), а слева – млн рублей

Рисунок 9 - Сопоставление динамики посевных площадей и стоимости продукции растениеводства (в сопоставимых ценах 2018 г.).

На рисунке выше (см рисунок 9) показаны динамика посевных площадей в хозяйствах всех категорий России в период 2007-2018 гг и изменением выхода продукции растениеводства России (в стоимостном выражении в сопоставимых ценах 2018 года). Стоимость продукции растениеводства стала расти существенно только после 2014 года, когда произошел валютный кризис, т.е. это никак не связано с расширением посевных площадей. Мы также видим, что в 2016-2017 годах рост посевов не приводил к росту выхода продукции растениеводства, и его стоимость снижалась, что является индикатором перепроизводства, и что фактически государство не может предоставить адекватную ценовую политику в случае рекордных урожаев. В 2018 году посевы снизились, а производство в реальном ценовом выражении увеличилось. Таким образом, мы показали, что в предыдущие 10 лет расширение посевных площадей не приводило к существенному росту производства продукции растениеводства. Кроме того, в отдельных исследованиях показано более детально, что ввод в оборот новых сельскохозяйственных угодий (в том числе за счет ранее заброшенной пашни, что происходило в результате реформ 1990х годов), не является гарантией экономического благополучия и по сути неэффективно [24]. Перейдем к экологическим нюансам ввода в оборот новых сельскохозяйственных земель.

Российские исследования также уже доказали, что понуждение к использованию, в т.ч. через введение административных санкций за неиспользование земель, имеет ограниченный эффект. Основная часть неиспользуемых угодий находится на территориях с низким биоклиматическим потенциалом, а на заброшенных полях выращивались культуры для кормления КРС, темпы снижения поголовья которого совпадают с темпами сокращения кормовых культур для него. Площадь под всеми культурами, имеющими спрос на внутреннем и внешнем рынке, не сокращалась, а росла, исключая свёклу. По свёкле сокращение посевных площадей сопровождалось ростом урожайности, обеспечивающим резкий рост объемов производства. Так что неиспользуемые участки пашни смогут использоваться для сельского хозяйства в определенных условиях, когда производство определенных культур будет нужно на рынке по объему и конкурентно по цене. Пока такой ситуации нет, а в таком масштабе как запланировано, возможно и не будет. Именно это способствует сохранению обширных площадей пашни, которая была ранее в производстве, неиспользуе-

мой [24]. С позиции устойчивого развития стимулирование вовлечение в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель вызывает также серьезные вопросы.

По данным Национального кадастра антропогенных выбросов парниковых газов (Институт глобального климата и экологии им. Ю.А. Израэля, 2019) выбросы от сельского хозяйства можно разделить на две группы. Первая находится непосредственно в группе (разделе) по выбросам от сельского хозяйства, куда входят выбросы от животноводства, утилизации навоза, растениеводства, и возделывания рисовых полей – итого около 120-140 млн тонн эквивалента CO<sub>2</sub> ежегодно в среднем за последние 7 лет (период с 2010 по 2017 гг) – с трендом снижения эмиссий. Снижение эмиссии свидетельствует о переходе на новые технологии и реализации современных животноводческих и растениеводческих практик.

Вторая часть выбросов приходится на раздел «изменение землепользования» (в таблице 8 это пункты 2-4). Здесь выбросы от возделывания пахотных угодий за указанные 7 лет сократились с 187 до 100 млн тонн эквивалента CO<sub>2</sub>. Специфика такого сильного сокращения связана с тем, что в 2010 году, когда выбросы были 187 млн тонн эквив CO<sub>2</sub> – это было связано с засухой, что сильно способствовало эмиссии, а затем год от года урожайность сельскохозяйственных культур увеличивалась, способствуя накоплению пожнивных остатков при уборке урожая, что в конечном счете повлияло на уменьшение выбросов ПГ, и довело до значения показателя почти 100 млн тонн эквивалента CO<sub>2</sub> в 2017 году.

Таблица 8 - Эмиссии(поглощения) парниковых газов, связанные с сектором сельского хозяйства, а также сектор землепользования (только пашня и пастбища) России, млн тонн эквив CO<sub>2</sub>

| Показатель  | 2010 | 2011 | 2016 | 2017 |
|---|------|------|------|------|
| 1-Эмиссии от сельского хозяйства  | 140  | 135  | 134  | 128  |
| 2-Эмиссии от ежегодно возделываемых пахотных угодий                                 | 187  | 133  | 90   | 97   |
| 3-Эмиссии от вновь введенной в оборот пашни   | 0    | 28   | 35   | 29   |
| 4-Поглощения пастбищами   | -85  | -86  | -76  | -35  |
| Итого эмиссии от сектора сельского хозяйства (1) и изменения землепользования (2-4) | 243  | 208  | 184  | 218  |

Примечание

1 Источник: по данным Нацкадастра-2019 (Институт глобального климата и экологии им. Ю.А. Израэля)

2 знак «минус» означает, что данная территория является нетто-поглотителем парниковых газов.

Если говорить о той территории, с которой проходит оценка выбросов ПГ по сектору землепользования, то здесь оцениваются выбросы с территории 93 млн га – площадь пашни России (посевные площади плюс площадь чистых паров). По данным Нацкадастра впервые значительные выбросы от распашки земель были зафиксированы в 2011 году, когда распахали всего лишь около 0.8 млн га, что привело к выбросам около 30 млн тонн эмиссий эквивалента CO<sub>2</sub>. Таким образом, если от обычной пашни ежегодно выбросы составляют в среднем 1-2 тонн CO<sub>2</sub> эквив. в год, то от распашки заброшенных земель (пастбищ и/или луговых угодий – как правило сильно заросших) окисление почвенного углерода приводит к значительному всплеску эмиссий в размере 34 тонн эквив. CO<sub>2</sub> с 1 га пашни (т.е. более чем в 15 раз больше чем выбросы от обычной пашни). В таблице 1 показан баланс парниковых газов в сельском хозяйстве России, с учетом сектора землепользования (только по пашне и пастбищам, без лесов), и здесь видно, что эмиссии от вновь введенной в оборот пашни увеличиваются и скоро могут превысить объем поглощений современными пастбищами России.

По данным проекта Государственной программы по вовлечению в оборот земель сельскохозяйственного назначения в первый год реализации (2021 год) планируется ввести в оборот 700 тыс гектар новых сельхозземель. Если это будет пашня, то это приведет к выбросам около 24 млн тонн эквивалента CO<sub>2</sub> – независимо от того, насколько эта земля будет интенсивно возделываться. На наш взгляд - это довольно негативный сценарий развития событий. Это плохо, как для глобально климата, так и для локального развития сельских территорий. В частности, опыт Ставропольского края показывает, что распашка пастбищ происходит нелегально и приводит к увеличению эрозии (Скрипчинский, Антонов, 2019) [18], т.е. по сути возделывание новообразовавшейся пашни в принципе не эффективна.

Россия обладает огромными земельными угодьями, а сельское население ограничено в местах трудовой занятости. Земля – как ресурс – является достаточно доступной для организации сельскохозяйственной деятельности, с одной стороны, а с другой – доступ к ней связан с высокими транзакционными издержками для субъектов малого предпринимательства, как и доступ к кредитным ресурсам и субсидиям. В период централизованно-планируемой экономики постоянный продовольственный дефицит требовал введения все больших площадей в оборот без учета экономической эффективности, тем более - экологической экспертизы. Были распаханы ог-

ромные территории, большая часть которых в рыночной экономике и в современных условиях оказалась невостребованной. Очевидно, что эта ситуация требует переосмысления и выработки новых подходов: вместо штрафов – воссоздание лесных ферм, где должен выращиваться по технологиям товарный лес; введение рациональных процедур изменения вида использования – перевода в пастбища – по малопродуктивной пашне для ведения скотоводства; снижения издержек для формирования участков для увеличения участков для фермерских хозяйств (КФХ) на территориях, где на земли нет иного спроса.. Воссоздание элементов централизованно планируемой экономики без учета издержек, доходов и влияния на окружающую среду в отношении 12 млн гектар земель является небывалой, крайне амбициозной и малообоснованной целью в современной России. С экологической точки зрения расширение посевов крайне негативно, поскольку приводит к расширению площади эрозии в местах распашки пастбищ (или заброшенных земель), а с точки зрения глобального климата приводит к выбросу 34 тонн эквив СО<sub>2</sub> с 1 га (по сравнению с обычной пашей, где выбросы составляют 1-2 тонн СО<sub>2</sub> экв в среднем за год). С нашей точки зрения программа должны быть в большей степени ориентирована на восстановление плодородия используемых земель, поддержки технического оснащения орошаемых и осушаемых угодий, а также способствовать улучшению информации о земельных участках в России и их уровню плодородия. На данный момент с учетом текущих инструментов аграрной политики России нет никакой необходимости вводить в оборот дополнительные 12 млн гектар земель в виде пашни.

Таблица 9 показывает, что посевная площадь в хозяйствах всех категорий за период 2007-2017 гг изменилась на 5.3 млн га (или 107% к 2007 году). Наиболее значительное увеличение посевов в абсолютном выражении произошло у пшеницы – 3.5 млн га и у подсолнечника – 2.6 млн га. Отметим, что согласно выборочным данным за 2013-2015 гг по сельскохозяйственным организациям рентабельность подсолнечника почти в 2 раза выше других культур и составляет 68%. Это также взаимосвязано с адаптацией растениеводства к учащаемым засухам в южным регионах Европейской части РФ, к которым подсолнечник более устойчив, чем другие культуры. Отсюда можно объяснить экономическую привлекательность этой культуры.

Таблица 9 - Посевные площади отдельных культур и данные о рентабельности продаж указанных культур

| Показатель           | 2017 факт | Изменение площади посевов в 2017 году относительно 2007 года | Темп роста посевов к 2007, % | Рентабельность от реализации продукции средняя за 2013-2015 гг., % |
|----------------------|-----------|--|------------------------------|--|
| Вся посевная площадь | 80049     | 5351   | 107                          | 37.2   |
| в т.ч.               |           |  |                              |  |
| пшеница              | 27924     | 3539   | 115                          | 36.4   |
| ячмень               | 8010      | -1608  | 83                           | 26.0   |
| кукуруза             | 3019      | 1511   | 200                          | 31.5   |
| подсолнечник         | 7994      | 2668   | 150                          | 68.1   |
| соя                  | 2636      | 1858   | 339                          | 38.4   |
| рапс                 | 1005      | 347  | 153                          | 23.9   |
| картофель            | 1350      | -661   | 67                           | 34.1   |
| кормовые культуры    | 16342     | -3193  | 84                           | н/д  |

Примечание

1 Источник: расчеты авторов по данным Росстата и базы данных Минсельхоза РФ по сельскохозяйственным организациям (последний столбец)

2 данные по посевным площадям и их изменению рассчитаны по данным хозяйств всех категорий Росстата, а данные по рентабельности рассчитаны только по сельскохозяйственным организациям

Однако, расширение посевных площадей под подсолнечником имеет свои негативные последствия, поскольку эта культура в ходе своей вегетации забирает больше полезных веществ из почв, чем другие культуры, тем самым сильнее истощая почву. В этом случае возникают разные крайние сельскохозяйственные практики, когда, земли под подсолнечником быстро истощаются и выводятся из оборота, либо под эту культуру начинают вносить чрезмерное количество минеральных удобрений, что может привести к загрязнению почв. В отдельных регионах России, есть понимание этих процессов, и были введены специальные меры по ограничению роста посевов подсолнечника: в Краснодарском крае [25] нельзя выращивать подсолнечник больше, чем 1 раз в 8 лет на одном и том же поле – именно столько нужно времени, чтобы почвы восстановились после этой масличной культуры (т.е. нужно соблюдать севооборот и подбирать хорошего предшественника для подсолнечника); в Оренбургской области [26] обсуждаются меры по ограничению площадей подсолнечника в пашне до 20% от площади пашни хозяйства – предлагают хозяйства, превысивших этот показатель лишать субсидий; в Ростовской области [27] доля посевов подсолнечника в пашне ограничена 15%, в противном случае хозяйство штрафуют согласно Кодексу об Административных правонарушениях Российской Феде-

рации (ст 8.7 об обязательных мероприятиях по улучшению земель и охране почв). Таким образом, мы видим, что в России уже де-факто сложились интересные практики государственного регулирования структуры посевных площадей с целью защиты плодородия почв и адаптации к изменению климата. Такие практики в будущем могут способствовать не только локальным ситуациям, но и в глобальном плане – это уменьшит выбросы парниковых газов.

Подобные ситуации необходимо связать со спецификой региональной развития и региональной статистики. Приведем пример Ставропольского края, где широко обсуждается проблема адекватной оценки площадей пашни и пастбищ в случаях выявления нелегальной распашки пастбищ на пашню [18]. Эта проблема важна для местных властей [17], которые отмечают усиление эрозии почв в регионе на новой (ранее для этого не приспособленной) пашне.

В данном направлении Россия может выбрать несколько путей. Во-первых необходим учет как текущих используемых земель в сельском хозяйстве, так и тех 43 млн гектар, которые были заброшены. Необходима оценка (например, с помощью спутниковых снимков) о характере растительности на этих землях. И если там действительно находятся пастбища или многолетняя залежь или любой другой насыщенный травянистый или кустарниковый (или даже лесной) покров – то такие земли нецелесообразно внедрять в оборот до тех пор, пока другие методы интенсификации сельскохозяйственного производства не будут исчерпаны. В случае распашки может наблюдаться увеличение локальной эрозии почв, в региональном масштабе - может быть потеря разнообразия, а в глобальном масштабе, в том числе, приведет к значительному выбросу парниковых газов и усилению антропогенного воздействия на климат.

На финальном этапе мы оценили возможность реализации Госпрограммы по эффективному возврату сельскохозяйственных земель в оборот. Согласно целям программы к 2030 году планируется использовать дополнительно 12 млн гектар земель. По нашим оценкам (с использованием модели GLOBIOM) возврат и распашка такого количества земель приведет к дополнительной эмиссии около 120 млн тонн CO<sub>2</sub>, что превысит эмиссии на уже освоенной пашне (по данным Нацкадастра с 90 млн га происходит эмиссия около 82 млн тонн CO<sub>2</sub> – по данным за 2017 год). По нашим оценкам России можно увеличивать производство за счет интенсификации и увеличения урожайности на уже освоенных площадях. При росте урожайности на

30% (по сравнению с текущими уровнями) эмиссии ПГ вырастут незначительно. Таким образом, допустимый уровень интенсификации приводит к значительно меньшим выбросам, чем эмиссии от ввода в оборот дополнительных 12 млн гектар земель.

В таблице 10 (ниже) представлены сопоставление данных о производстве продукции и сопутствующих эмиссиях ПГ, с учетом прогноза до 2030 года, который предусматривает распашку заброшенных земель. В нашем прогнозе с помощью модели GLOBIOM нам не удалось полностью найти спрос на продукцию, и поэтому модель расширила посевы лишь на 11 млн гектар.



Таблица 10- Сопоставление данных о производстве продукции растениеводства и эмиссий парниковых газов

| Сценарий или источник данных                 | Показатели   | Производство продукции растен-ва и эмиссии ПГ в абсолютном выражении |               | Темпы роста | Оценка эмиссий ПГ на единицу произведенной продукции раст. (т CO2 с 1 т зерн эквив.) |      |
|--|--|--|---------------|-------------|--|------|
|  |  | 2017   | 2030 (оценка) |             | 2020   | 2030 |
| Росстат                                      | Производство продукции растениеводства, тыс тонн зерновых единиц                               | 190 000  | н.д.          | -           | -  | -    |
| Национальный кадастр эмиссии ПГ              | Эмиссии парниковых газов от растениеводства и пашни, млн тонн CO2 эквив.                       | 145.0  | н.д.          | -           | 0.76   | н.д. |
| Национальный кадастр эмиссии ПГ              | в т.ч. из сектора изменения землепользования (только по пахотным угодьям)                      | 83   | н.д.          | -           | -  | -    |
| Сценарий 1, с учетом роста посевов к 2030 г. | Производство продукции растениеводства, тыс тонн зерновых единиц                               | 154 923  | 248 973       | 1.61        | -  | -    |
| Сценарий 1, с учетом роста посевов к 2030 г. | Эмиссии парниковых газов от растениеводства и пашни, млн тонн CO2 эквив.                       | 70.5   | 159.3         | 2.26        | 0.46   | 0.64 |
| Сценарий 1, с учетом роста посевов к 2030 г. | в т.ч. и от распашки новых земель  | 46.7   | 121           | 2.59        | -  | -    |
| Сценарий 2                                   | Производство продукции растениеводства, тыс тонн зерновых единиц (по 6 сопоставимым культурам) | 166 689  | 216 594       | 1.30        | -  | -    |
| Сценарий 2                                   | Эмиссии парниковых газов от растениеводства и пашни, млн тонн CO2 эквив.                       | 53.3   | 79.1          | 1.48        | 0.32   | 0.36 |
| Сценарий 2                                   | в т.ч. и от распашки новых земель  | 6.9  | 0             | 0.00        | -  | -    |

Источник: расчеты авторов

На следующем этапе была оценена возможность реализации Госпрограммы по эффективному возврату сельскохозяйственных земель в оборот. Согласно целям программы к 2030 году планируется вовлечь в оборот дополнительно 12 млн гектар заброшенных земель. Для проведения сопоставимых оценок производства и эмиссий ПГ использовалась модель частичного равновесия GLOBIOM, которая адаптирована под условия России и воспроизводит динамику производства по сопоставимому набору 8 основных возделываемых культур – пшеница, ячмень, рис, кукуруза на зерно, картофель, подсолнечник, рапс, соя (совокупно около 160 млн тонн зерновых единиц\* в год, на уже освоенной посевной площади около 51 млн гектар).

По нашим оценкам возврат и распашка такого количества земель приведет к дополнительной эмиссии около 120 млн тонн CO<sub>2</sub>, что превысит эмиссии на уже освоенной пашне (по данным Нацкадастра с 90 млн га происходит эмиссия около 82 млн тонн CO<sub>2</sub> – по данным за 2017 год). Расчеты показали, что России можно увеличивать производство за счет интенсификации и увеличения урожайности на уже освоенных площадях за счет интенсификации производства шести основных культур (пшеница, ячмень, кукуруза на зерно, подсолнечник, рапс и соя) без расширения посевных площадей. При росте урожайности на 30% (по сравнению с текущими уровнями) эмиссии ПГ вырастут незначительно (см таблицу 1, в т.ч. сценарий 2). Таким образом, допустимый уровень интенсификации приводит к значительно меньшим выбросам (в сценарии 2 рост урожайности на 30%, а эмиссии растут на 48%), чем эмиссии от ввода в оборот дополнительных 12 млн гектар земель (в сценарии 1 рост производства на 60%, а эмиссии ПГ – рост в 2.3 раза).

Кроме того, подобные сельскохозяйственные практики негативно сказываются на локальном развитии. Так в Ставропольском крае региональное Министерство сельского хозяйства выявило нарушения в учете пастбищ и пашни, а также зафиксировала нелегальную распашку почти 100 тысяч гектар пастбищ, что привело к нарушениям в естественном ландшафте, нарушило систему выпаса скота, а также привела к росту эрозии почв и смыву почв в водоемы [17]. Следовательно, гармонизация систем земледелия на локальном (или региональном) уровне может служить основой для новой аграрной политики, которая была бы включена и в климатическую повестку.

---

\* Коэффициенты перевода валового сбора каждой культуры в эквивалент зерновых единиц взяты из приказа Министерства сельского хозяйства России 330 от 6 июля 2017 года.

В настоящем исследовании мы изучили, как развивалось сельское хозяйство России в последние 10 лет, как менялись объемы производства, и что происходило с эмиссиями парниковых газов. Так как в России в ближайшее время планируется развитие, как интенсивного производства сельхозпродукции, так и экстенсивного (по планам Стратегии устойчивого развития сельских территорий и по Проекту Госпрограммы эффективного введения в оборот земель сельскохозяйственного назначения), то необходимо было оценить, какие последствия могут быть для интенсивного развития и экстенсивного развития в плане выхода продукции и дополнительных эмиссий парниковых газов от сельского хозяйства и сектора ЗИЗЛХ.

Помимо выбора варианта развития сельскохозяйственного сектора с точки зрения увеличения продукции растениеводства и одновременного избегания дополнительных выбросов парниковых газов в атмосферу в свете присоединения России к Парижскому соглашению необходимо проводить мероприятия по сокращению имеющихся выбросов на землях пахотных угодий. При этом потери почвенного углерода пахотных земель должны быть сведены к нулю в результате оптимального внесения органических удобрений, реализации мер по сокращению эрозионных и дефляционных потерь. Потенциал сокращения ежегодных выбросов CO<sub>2</sub> в результате этих мероприятий в России составляет в среднем около 130 млн. тонн CO<sub>2</sub> в год. Сопутствующими выгодами в результате такой системы управления пахотными землями станет обеспечение продовольственной безопасности в стране, а также повышение адаптационного потенциала сельскохозяйственных земель к изменению климата.

Рекомендации для дальнейших исследований. Рекомендуем улучшение сбора статистических данных по использованию технологий no-till (беспашотной обработки почвы) и улучшение данных по переводу используемых земель из одной категории землепользования в другую.

Необходимо исследовать более широкие последствия от развития растениеводства (как экстенсивной формы, так и интенсивной). Так, в исследовании по районам Белгородской области показано, как в тех районах, где применяются меры устойчивого земледелия, не только снижается эрозия почв и растет урожайность, но и заболеваемость сельского населения меньше, чем в тех районах, которые не используют почвосберегающие практики [28]. В работе по

Оренбургской области показано, что почти 50 лет спустя после распашки целинных земель те районы области, где происходили эти процессы, они стали не только наименее продуктивными по уровню урожайности, но в этих районах было зафиксирована депопуляция и ухудшение других социально-экономических характеристик [29].

Необходимо изучать возможности снижения отклонений оценок в данных Нацкадастра. Поскольку отклонения между модельными данными и полевыми исследованиями в среднем достигают 20%, а по отдельным позициям 40, 90 и более. Так, например, оценки выбросов ПГ от органомных (торфяных) почв могут достигать до 90% отклонений модельных данных от наблюдений ввиду высокой изменчивости выбросов парниковых газов от этих категорий. Наилучший результат – оценки выбросов у внутренней ферментации: отклонение 1%. Это единственный источник, который публикуется в детализации региональных данных по животноводству в Нацкадастре. Необходимо исследовать возможность расчета и публикацию данных о выбросах ПГ от растениеводства и изменения землепользования (пашня и пастбища) по регионам России.

Улучшение отчетности по выбросам и увеличение финансирования проведения экспериментальных научных исследований по оценке выбросов от использования различных типов сельскохозяйственных земель с различными видами технологий, позволит получать более точные данные по выбросам ПГ, а также лучше разрабатывать рекомендации и меры государственной политики по снижению выбросов в сельском хозяйстве и поддержанию плодородия почв, которые являются взаимосвязанными процессами.

Рекомендации для Правительства Р.Ф. Современное нормативно-правовое регулирование в России отличается тем, что предусматривает штрафование, если производители не используют сельскохозяйственные земли, или используют их не по назначению (см Кодекс АП статья 8.8., пункт 2). В частности, Россельхознадзор может штрафовать сельхозпроизводителя, если пашня заброшена и не возделывается. На наш взгляд, эффективность данной меры в экономическом и экологическом отношении является сомнительной: поскольку, тем самым государство вмешивается в те решения фермера, который он принимает по экономическим соображениям и которые могут быть действенными мерами экологическом отношении. Отметим, что в зарубежных странах, например, как ЕС и

США, напротив, есть субсидируемые программы, стимулирующие отказ от распашки дополнительных площадей, что позволяет почвам накапливать углерод, сохраняет естественные экосистемы и биоразнообразие, сокращает деградированные земли, а также вносит вклад в противодействие климатическим изменениям. Согласно Национальному докладу «Глобальный климат и почвенный покров России» рекультивация и возвращение в сельскохозяйственное использование зарастающих сельхозземель является неоправданным. Одним из решений предлагается формирование на этих землях целевых лесных насаждений, которые могут иметь большое средообразующее и сырьевое значение, а также вносить вклад в поглощение углекислого газа из атмосферы и накопление углерода.

В настоящее время в Государственной Думе Российской Федерации разрабатывается пакет поправок к Федеральному закону от 16 июля 1998 года №101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения». Основные поправки направлены на необходимость обязать собственников земельных участков предоставлять государству (уполномоченным органам управления) данных об использовании участка, растительности, проведенных мелиоративных и иных мероприятиях по (ре)культивации и/или восстановлению плодородия почв на используемых землях. В настоящей статье мы представим критический анализ поправок и дадим рекомендации, о том, что действительно необходимо изменить в земельном законодательстве, чтобы общественность могла получать адекватные данные не только о продуктивности использования сельскохозяйственных земель, но и об агроэкологических последствиях использования, как плодородие почв, загрязнения почв и качества выходной продукции.

Авторы поправок предлагают обязать собственника земельного участка земель сельскохозяйственного назначения замерять уровень плодородия земель и передавать данные в уполномоченный орган. Такое предложение является неэффективным, поскольку не соответствует мировым практикам: так, в Бразилии (Brançalion et al 2016) и США (Hellerstein, 2017) собственник передает данные об участке, только в связи с необходимостью получить субсидию на развитие сельскохозяйственного производства на этом участке (или при консервации земель, т.е. вывода земель из оборота под субсидию); если же фермеру не нужна субсидия от государства, он и не обязан предоставлять данные об участке. Кроме того, в России настоящее время плодородие участков земель сельхозназначения (как правило пашни)

уже измеряется соответствующими уполномоченными службами – Агрохимслужбами, которые являются государственными и хранят информацию о плодородии земель (о всех проведенных циклах обследования почв с 1960х годов) в каждом отдельном взятом субъектах федерации по муниципальным районам, что уже регулируется законом и хорошо работает многие десятилетия. Т.е. нет никакой необходимости эту информацию дублировать и заставлять собственника участка проводить обследование плодородия самостоятельно.

В России сейчас гораздо важнее государству позаботиться об обеспечении открытости уже собранных данных о плодородии земель. Так чтобы и в дальнейшем данные были доступны общественности. Приведем пример. В настоящее время любой исследователь может получить в открытом доступе данные Росстата об урожайности сельскохозяйственных культур, и/или использовании минеральных и органических удобрений или с сайта [gks.ru](http://gks.ru) или [fedstat.ru](http://fedstat.ru). Но по агроэкологическим данным такого нет. Мы считаем, что в указанный закон 105-ФЗ нужно внести поправки о необходимости открыто выкладывать данные региональных Агрохимслужб о состоянии плодородия сельскохозяйственных земель в регионах России (в основном это показатели содержания гумуса, фосфора, калия и азота в почве, которые замеряются в каждом муниципалитете раз в пять лет, что составляет один цикл агрохимического обследования). В настоящее время эти данные можно найти только в специальной научной литературе (например монография С.В. Лукина по Белгородской области), что конечно, хорошо, но гораздо удобнее было бы исследователям (и другим лицам) возможность скачивать эту информацию с некоего сайта агрегатора как ЕМИСС ([fedstat.ru](http://fedstat.ru)). Механизм передачи данных мог бы быть следующим: Агрохимслужбы, как организации подчиненные Минсельхозу РФ, предоставляли бы свои данные в министерство, и оно, как главный агрегатор сельскохозяйственных данных, передавало бы эти данные о плодородии почв в Росстат, который бы выкладывал эти данные на сайте ЕМИСС в открытом доступе. Также можно предложить интегрировать данные почвенных обследований в Базу муниципальных образований Росстата, поскольку там ежегодно публикуются данные по муниципалитетам, в т.ч. и по сельскохозяйственным показателям. Так можно будет сравнить не только индикаторы развития производства (размеры и специализацию посевных площадей, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур), но и проследить, какой экологический след оставила после себя деятельность человека в виде показателей пло-

родия почв (содержание гумуса, фосфора, калия, азота, а также дополнить показателем эрозии, т.е. физического смыва или выветривания почв с площади пашни в пересчете на 1 га).

Кроме того, в рамках идеи дополнительной публикации (размещения) данных по муниципалитетам можно добавить и показатели по качеству зерна (как вид сельхозпродукции, который производится на полях более чем 1000 муниципалитетов по всей России), а также остаткам пестицидов и других средств защиты растений, который собирает другая федеральная организация ФГБУ Российский сельскохозяйственный центр (<https://rosselhocenter.com/>). Тем самым, агроэкологическая картина на уровне муниципалитета будет более полной и доступной широкому кругу общественности. Можно будет проследить на уровне одного муниципалитета не только сколько на его территории выращивается зерна, но сколько затрачивается удобрений, пестицидов, что из этого остается в почве (влияет на плодородие или уровень загрязнения), а также на качество выходной продукции (содержание клейковины в зерне).

Таким образом, если осуществить интеграцию производственных и экологических показателей, можно вернуться к рассмотрению и возврату в ФЗ статьи 12 о Национальном докладе о состоянии плодородия земель сельскохозяйственного назначения (так как обследования почв проводятся раз в пять лет, то и публикация такого Нац-доклада рекомендуется раз в пять лет). В 2005 году эта статья была исключена, но сейчас особенно актуально ее возврат. Это особенно важно сейчас, когда в отдельных регионах усиливается интенсификация земель, что связано как с необходимостью реализации государственной программы развития сельского хозяйства до 2030 г, так и отдельных ее положений, например, по увеличению экспорта продукции. Так, в Краснодарском крае, в последние годы стало резко расти количество остатков пестицидов в почве (см Доклад, 2019, стр. 181 о пестицидном загрязнении), как следствие интенсификации земледелия в этом регионе, что в отдельных районах нивелирует успехи региона в поддержке плодородия почв. Следовательно, дальнейшее развитие сельского хозяйства России может быть устойчивым только с учетом соответствующего информационного обеспечения.

Таким образом, корректировки в ФЗ о плодородии земель сельскохозяйственного назначения не должны создавать новую обязанность для собственника участка по организации собственной оценки плодородия земель, поскольку это приведет к

дублированию функций, которые уже есть у Агрохимслужб России. Наоборот, имеющаяся информация у Агрохимслужб о плодородии почв и ФГБУ Россельхозцентр о качестве произведенной сельхозпродукции и остатках пестицидов в почве должны быть интегрированы на одной платформе (например на ЕМИСС или База данных муниципальных образований Росстата), чтобы способствовать организации нового этапа мониторинга за сельскохозяйственным развитием России с учетом агроэкологических индикаторов, что будет способствовать информированности государства и общественности о путях сбалансированного устойчивого развития сельского хозяйства и окружающей среды не только на уровне регионов страны, но и муниципалитетов.

#### Рекомендации

Упорядочивание статистической системы сбора и публикации данных по балансу основных элементов (N, P, K) в почве (в т.ч. и сбор информации у Агрохимслужб), а также остатков и нитратов.

Поправки в 101-ФЗ о Плодородии земель с/х назн.(1998), об обязательной разработке и публикации Национального доклада о плодородии почв (вернуть статью 12): в т.ч. с данными о внесении удобрений, содержании в-тв, содержание остатков в почве, и выпуск продукции - содержание в-тв и качество продукции по регионам РФ.

Организация мониторинга и контроля за использованием пестицидов в с/х, почвах и близлежащих водоемах, в т.ч. и в разрезе регионов (поправки в 242-ФЗ об обрац. с пестицидами, а также Приказ 664 (2015 г) «О мониторинге земель с/х назнач.»)

Разработка методологии и статистического сбора по оценке эмиссий ПГ от растениеводства и животноводства на уровне субъектов Федерации. (для Росгидромета (Распоряж. Прав-ва 278-р от 2006), а также Распоряжение Прав-ва РФ 716-р от 22 апр. 2015 года).

### **5 Оценка перераспределения использования земельных ресурсов в региональном разрезе России и потенциальные последствия в выбросе парниковых газов**

По методологии ГЛОБИУМ выбросы ПГ от использования почв растут с ростом урожайности и производства продукции растениеводства – в нашем случае в



пересчете на кормовые единицы по каждой из культур, которая есть в модуле России ГЛОБИУМ: ячмень, рис, кукуруза, рапс, подсолнечник, соя, пшеница и картофель.

Отличия в результатах из-за разных методик: - у данных Росстата посевы выше, чем в GLOBIUM, поскольку больше набор культур.

Таблица 11 -Региональное распределение производства зерновых единиц (по 8 культурам) в 2020 и 2030 гг, а также оценка эмиссий ПГ, с учетом изменения землепользования (т.е. распашки земель)

| Регионы                                   | Посев2020,<br>тыс га | Посев<br>2030,<br>тыс га | Разница<br>в посе-<br>вах, тыс<br>га | Разница в<br>производстве | Ур-ть<br>2030,<br>т с 1<br>га | Темп<br>роста<br>урож<br>2030<br>к2020 | Произв2020,<br>тыс т зерн<br>эквив | Произв2030,<br>тыс т зерн<br>эквив | 2020<br>эмисс с<br>учетом<br>распашки,<br>млн т<br>CO2 | 2020 -<br>эмисс<br>на 1 т<br>прод (т<br>CO2 / т<br>зерна) | 2030<br>эмисс с<br>учетом<br>распашки,<br>млн т<br>CO2 | 2030 -<br>эмисс<br>на 1 т<br>прод (т<br>CO2 / т<br>зерна) |
|---|----------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--|------------------------------------|------------------------------------|--|---|--|---|
| Краснодарский край и Ады-<br>гея суммарно | 3 241                | 4 433                    | 1 192                                | 11 654                    | 6.8                           | 119                                    | 18 623                             | 30 277                             | 5.27   | 0.28  | 18.72  | 0.62  |
| Ростовская область                        | 4 100                | 5 191                    | 1 091                                | 8 003                     | 4.1                           | 127                                    | 13 272                             | 21 275                             | 5.45   | 0.41  | 14.15  | 0.66  |
| Ставропольский край                       | 2 640                | 3 251                    | 611                                  | 6 571                     | 5.8                           | 125                                    | 12 187                             | 18 758                             | 3.01   | 0.25  | 6.69   | 0.36  |
| Татарстан                                 | 1 429                | 2 701                    | 1 272                                | 7 714                     | 4.9                           | 126                                    | 5 615                              | 13 329                             | 0.85   | 0.14  | 14.09  | 1.06  |
| Воронежская область                       | 1 923                | 2 916                    | 994                                  | 4 835                     | 4.0                           | 113                                    | 6 772                              | 11 607                             | 4.20   | 0.61  | 15.00  | 1.29  |
| Омская область                            | 1 864                | 2 997                    | 1 133                                | 4 849                     | 3.1                           | 132                                    | 4 313                              | 9 162                              | 0.66   | 0.15  | 10.55  | 1.15  |
| Белгородская область                      | 1 121                | 1 731                    | 610                                  | 4 076                     | 4.9                           | 124                                    | 4 445                              | 8 521                              | 3.00   | 0.67  | 11.54  | 1.35  |
| Алтайский край                            | 3 097                | 3 939                    | 842                                  | 3 913                     | 2.1                           | 151                                    | 4 236                              | 8 149                              | 0.70   | 0.16  | 7.74   | 0.91  |
| Липецкая и Тульская облас-<br>ти суммарно | 1 617                | 1 617                    | 0                                    | 1 830                     | 4.5                           | 133                                    | 5 527                              | 7 358                              | 2.14   | 0.39  | 2.28   | 0.31  |
| Курганская область                        | 1 000                | 1 888                    | 887                                  | 4 436                     | 3.8                           | 139                                    | 2 735                              | 7 171                              | 0.36   | 0.13  | 8.55   | 1.19  |
| Красноярский край (без рес-<br>публик)    | 772                  | 1 628                    | 856                                  | 4 321                     | 4.3                           | 123                                    | 2 719                              | 7 040                              | 3.54   | 1.30  | 9.72   | 1.38  |
| Волгоградская область                     | 2 638                | 2 012                    | -625                                 | 995                       | 3.3                           | 154                                    | 5 700                              | 6 695                              | 0.83   | 0.14  | 1.29   | 0.18  |
| Оренбургская область                      | 3 178                | 3 010                    | -169                                 | 1 576                     | 2.1                           | 141                                    | 4 667                              | 6 244                              | 2.20   | 0.39  | 1.33   | 0.18  |
| Челябинская область                       | 1 325                | 1 820                    | 495                                  | 2 806                     | 3.2                           | 140                                    | 3 046                              | 5 852                              | 1.02   | 0.33  | 6.17   | 1.05  |
| Тюменская область (без рес-<br>публик)    | 577                  | 1 227                    | 649                                  | 3 562                     | 4.8                           | 121                                    | 2 280                              | 5 843                              | 0.32   | 0.14  | 6.50   | 1.11  |
| Мордовия                                  | 1 250                | 1 470                    | 220                                  | 2 202                     | 3.9                           | 138                                    | 3 535                              | 5 736                              | 0.43   | 0.11  | 1.47   | 0.26  |
| Новосибирская область                     | 1 189                | 1 995                    | 806                                  | 3 048                     | 2.8                           | 132                                    | 2 514                              | 5 562                              | 0.42   | 0.17  | 6.44   | 1.16  |
| Курская область                           | 1 118                | 1 118                    | 0                                    | 486                       | 4.8                           | 110                                    | 4 904                              | 5 390                              | 1.16   | 0.24  | 1.22   | 0.23  |
| Башкортостан                              | 1 501                | 1 461                    | -40                                  | 1 369                     | 3.6                           | 139                                    | 3 929                              | 5 299                              | 2.99   | 0.76  | 2.85   | 0.54  |
| Тамбовская область                        | 1 404                | 1 449                    | 45                                   | 665                       | 3.4                           | 112                                    | 4 311                              | 4 975                              | 2.56   | 0.59  | 3.28   | 0.66  |
| Нижегородская область                     | 507                  | 1 070                    | 563                                  | 2 661                     | 4.2                           | 115                                    | 1 869                              | 4 530                              | 0.42   | 0.22  | 7.17   | 1.58  |

| Регионы  | Посев2020,<br>тыс га | Посев<br>2030,<br>тыс га | Разница<br>в посе-<br>вах, тыс<br>га | Разница в<br>производстве | Ур-ть<br>2030,<br>т с 1<br>га | Темп<br>роста<br>урож<br>2030<br>к2020 | Произв2020,<br>тыс т зерн<br>эквив | Произв2030,<br>тыс т зерн<br>эквив | 2020<br>эмисс с<br>учетом<br>распашки,<br>млн т<br>CO2 | 2020 -<br>эмисс<br>на 1 т<br>прод (т<br>CO2 / т<br>зерна) | 2030<br>эмисс с<br>учетом<br>распашки,<br>млн т<br>CO2 | 2030 -<br>эмисс<br>на 1 т<br>прод (т<br>CO2 / т<br>зерна) |
|--|----------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--|------------------------------------|------------------------------------|--|---|--|---|
| Орловская область  | 905                  | 1 046                    | 140                                  | 1 408                     | 4.3                           | 126                                    | 3 055                              | 4 462                              | 2.52   | 0.82  | 4.39   | 0.98  |
| Северо-Кавказские респуб-<br>лики (Ингушетия, Чечня,<br>Алания, КБР и КЧР) | 690                  | 701                      | 11                                   | 495                       | 5.4                           | 113                                    | 3 260                              | 3 754                              | 1.43   | 0.44  | 1.62   | 0.43  |
| Пензенская область   | 1 004                | 1 242                    | 238                                  | 1 203                     | 2.9                           | 121                                    | 2 420                              | 3 623                              | 0.40   | 0.14  | 1.28   | 0.35  |
| Самарская область  | 1 596                | 1 123                    | -473                                 | -202                      | 3.0                           | 134                                    | 3 596                              | 3 395                              | 4.17   | 1.16  | 0.49   | 0.14  |
| Кемеровская область  | 487                  | 893                      | 406                                  | 1 733                     | 3.4                           | 125                                    | 1 346                              | 3 079                              | 0.24   | 0.18  | 3.84   | 1.25  |
| Амурская область   | 1 072                | 1 346                    | 274                                  | 928                       | 2.3                           | 115                                    | 2 106                              | 3 034                              | 4.77   | 2.27  | 8.46   | 2.79  |
| Владимирская и Рязанская<br>области суммарно                               | 709                  | 709                      | 0                                    | 707                       | 4.0                           | 133                                    | 2 152                              | 2 859                              | 1.46   | 0.68  | 1.49   | 0.52  |
| Саратовская область  | 3 109                | 1 375                    | -1 734                               | -2 121                    | 2.0                           | 127                                    | 4 840                              | 2 719                              | 4.59   | 0.95  | 0.44   | 0.14  |
| Чувашия  | 262                  | 458                      | 196                                  | 1 132                     | 5.0                           | 113                                    | 1 168                              | 2 300                              | 0.27   | 0.23  | 2.79   | 1.21  |
| Брянская область   | 248                  | 271                      | 23                                   | 669                       | 7.5                           | 137                                    | 1 354                              | 2 022                              | 1.23   | 0.91  | 1.54   | 0.76  |
| Свердловская область   | 306                  | 343                      | 37                                   | 598                       | 5.5                           | 131                                    | 1 283                              | 1 882                              | 0.25   | 0.20  | 0.60   | 0.32  |
| Иркутская область  | 369                  | 472                      | 103                                  | 685                       | 3.7                           | 129                                    | 1 057                              | 1 741                              | 0.67   | 0.64  | 2.38   | 1.37  |
| Московская область   | 165                  | 147                      | -18                                  | 475                       | 11.1                          | 158                                    | 1 156                              | 1 631                              | 0.73   | 0.63  | 0.51   | 0.31  |
| Кировская область  | 200                  | 412                      | 212                                  | 867                       | 3.7                           | 112                                    | 663                                | 1 530                              | 0.28   | 0.43  | 2.62   | 1.71  |
| Пермский край  | 183                  | 289                      | 106                                  | 504                       | 4.2                           | 108                                    | 707                                | 1 210                              | 0.24   | 0.34  | 1.03   | 0.85  |
| Калмыкия   | 281                  | 273                      | -7                                   | 338                       | 3.9                           | 150                                    | 737                                | 1 076                              | 0.99   | 1.34  | 0.72   | 0.67  |
| Приморский край  | 400                  | 366                      | -34                                  | -15                       | 2.6                           | 107                                    | 962                                | 947                                | 2.64   | 2.74  | 1.78   | 1.88  |
| Удмуртия   | 227                  | 207                      | -20                                  | 185                       | 4.4                           | 137                                    | 732                                | 916                                | 0.15   | 0.21  | 0.16   | 0.18  |
| Калининградская область  | 150                  | 166                      | 16                                   | 192                       | 4.8                           | 119                                    | 598                                | 790                                | 1.22   | 2.03  | 1.54   | 1.95  |
| Томская область  | 124                  | 258                      | 134                                  | 428                       | 2.9                           | 112                                    | 324                                | 752                                | 0.13   | 0.39  | 0.91   | 1.22  |
| Ленинградская область  | 46                   | 71                       | 26                                   | 246                       | 8.9                           | 105                                    | 387                                | 633                                | 0.09   | 0.22  | 0.41   | 0.65  |
| Дагестан   | 88                   | 107                      | 19                                   | 167                       | 5.0                           | 119                                    | 368                                | 534                                | 0.28   | 0.75  | 0.49   | 0.91  |
| Марий Эл   | 91                   | 128                      | 37                                   | 224                       | 4.1                           | 123                                    | 307                                | 530                                | 0.15   | 0.50  | 0.42   | 0.79  |
| Калужская область  | 61                   | 75                       | 14                                   | 173                       | 6.6                           | 125                                    | 325                                | 498                                | 0.10   | 0.29  | 0.28   | 0.57  |

| Регионы                           | Посев2020,<br>тыс га | Посев<br>2030,<br>тыс га | Разница<br>в посе-<br>вах, тыс<br>га | Разница в<br>производстве | Ур-ть<br>2030,<br>т с 1<br>га | Темп<br>роста<br>урож<br>2030<br>к2020 | Произв2020,<br>тыс т зерн<br>эквив | Произв2030,<br>тыс т зерн<br>эквив | 2020<br>эмисс с<br>учетом<br>распашки,<br>млн т<br>CO2 | 2020 -<br>эмисс<br>на 1 т<br>прод (т<br>CO2 / т<br>зерна) | 2030<br>эмисс с<br>учетом<br>распашки,<br>млн т<br>CO2 | 2030 -<br>эмисс<br>на 1 т<br>прод (т<br>CO2 / т<br>зерна) |
|-----------------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--|------------------------------------|------------------------------------|--|---|--|---|
| Смоленская область                | 79                   | 99                       | 20                                   | 165                       | 4.9                           | 121                                    | 322                                | 487                                | 0.37   | 1.15  | 0.67   | 1.37  |
| Бурятия                           | 45                   | 132                      | 86                                   | 284                       | 3.4                           | 92                                     | 169                                | 453                                | 0.47   | 2.79  | 0.61   | 1.35  |
| Хакасия                           | 45                   | 113                      | 68                                   | 248                       | 3.5                           | 106                                    | 149                                | 397                                | 0.05   | 0.34  | 0.60   | 1.51  |
| Еврейская автономная об-<br>ласть | 137                  | 172                      | 35                                   | 108                       | 2.2                           | 112                                    | 268                                | 375                                | 0.72   | 2.68  | 1.09   | 2.89  |
| Ярославская область               | 33                   | 56                       | 23                                   | 147                       | 6.3                           | 101                                    | 210                                | 357                                | 0.08   | 0.36  | 0.35   | 0.98  |
| Вологодская область               | 87                   | 51                       | -36                                  | 12                        | 6.7                           | 175                                    | 334                                | 346                                | 0.13   | 0.39  | 0.18   | 0.52  |
| Тверская область                  | 31                   | 49                       | 18                                   | 123                       | 7.0                           | 98                                     | 220                                | 343                                | 0.14   | 0.64  | 0.37   | 1.07  |
| Забайкальский край                | 97                   | 113                      | 16                                   | 84                        | 2.6                           | 120                                    | 212                                | 296                                | 0.20   | 0.96  | 0.17   | 0.58  |
| Костромская область               | 18                   | 45                       | 27                                   | 97                        | 5.1                           | 69                                     | 131                                | 228                                | 0.05   | 0.41  | 0.29   | 1.29  |
| Новгородская область              | 19                   | 23                       | 4                                    | 49                        | 9.1                           | 106                                    | 163                                | 212                                | 0.09   | 0.57  | 0.15   | 0.73  |
| Хабаровский край                  | 49                   | 38                       | -11                                  | 19                        | 5.5                           | 141                                    | 189                                | 208                                | 0.33   | 1.74  | 0.19   | 0.90  |
| Ивановская область                | 36                   | 44                       | 8                                    | 71                        | 4.4                           | 127                                    | 125                                | 197                                | 0.11   | 0.89  | 0.19   | 0.98  |
| Псковская область                 | 36                   | 26                       | -9                                   | 1                         | 4.9                           | 136                                    | 129                                | 130                                | 0.33   | 2.57  | 0.20   | 1.55  |
| Астраханская область              | 11                   | 12                       | 1                                    | 26                        | 9.6                           | 119                                    | 84                                 | 110                                | 0.04   | 0.46  | 0.05   | 0.46  |
| Архангельская область             | 4                    | 4                        | 0                                    | 9                         | 16.4                          | 113                                    | 65                                 | 73                                 | 0.08   | 1.16  | 0.08   | 1.03  |
| Тува                              | 11                   | 15                       | 4                                    | 16                        | 2.9                           | 112                                    | 28                                 | 44                                 | 0.05   | 1.69  | 0.09   | 2.04  |
| Республика Алтай                  | 2                    | 2                        | 0                                    | 3                         | 15.0                          | 113                                    | 24                                 | 27                                 | 0.05   | 2.27  | 0.05   | 2.01  |

Источник: Расчеты авторов по данным модели GLOBIOM

Оцениваем возможные изменения в региональном распределении продукции растениеводства в 2030 году. С учетом ввода в оборот программы Государственной программы по вводу в оборот 12 млн гектар земель. Наша модель показала расширение посевных площадей под 8 основными культурами на 11 млн гектар к 2030 году.

Анализ таблицы 11. Если Россия будет распахать дополнительно 11 млн гектар, то производство продукции вырастет на 60% до 250 млн тонн зерновых единиц (по 8 сопоставимым культурам). Но при этом эмиссии ПГ, с учетом эмиссий от почв, удобрений и распашки земель с 74 млн тонн CO<sub>2</sub> (на 2020 год, текущие эмиссии) до 202 млн тонн CO<sub>2</sub> за счет того, что будут распашаны дополнительно 11 млн гектар заброшенных земель. Таким образом, интенсивность производства (показатель эмиссий ПГ с ед продукции) вырастет с 0.47 т CO<sub>2</sub> на 1 т зернового эквивалента до 0.80 т CO<sub>2</sub> на 1 тонну зернового эквивалента к 2030 году.

В таблице 12 показано региональное распределение производства, посевов и эмиссий ПГ. Регионы ранжированы по размеру производства зерновых единиц в 2030 году. Видно, что в некоторых регионах расширение посевов на 1 млн гектар хоть и приводит к росту производства, но при этом эмиссии ПГ возрастают в 2-3 раза по сравнению с 2020 годом, и увеличиваются эмиссии в пересчете на единицу произведенной продукции. Т.е. модель фиксирует, что производители заходят на очень чувствительные с точки зрения экологии и углерода экосистемы.

Таблица 12 - Возможное перераспределение производства в 2030 году с учетом роста урожайности, но без увеличения посевов

| Регионы                              | Посев 2020, тыс га | ур-ть 2030 г (т с 1 га) | Производство 2030 (новое) по ур-ти 2030 и посевам 2020, тыс т | 2030 производ. По экстенс, тыс т |
|--------------------------------------|--------------------|-------------------------|---|----------------------------------|
| Краснодарский край и Адыгея суммарно | 3 241              | 6.83                    | 22 133  | 30 277                           |
| Ростовская область                   | 4 100              | 4.10                    | 16 803  | 21 275                           |
| Ставропольский край                  | 2 640              | 5.77                    | 15 232  | 18 758                           |
| Татарста                             | 1 429              | 4.93                    | 7 051   | 13 329                           |
| Воронежская область                  | 1 923              | 3.98                    | 7 652   | 11 607                           |
| Омская область                       | 1 864              | 3.06                    | 5 698   | 9 162                            |
| Белгородская область                 | 1 121              | 4.92                    | 5 517   | 8 521                            |
| Алтайский край                       | 3 097              | 2.07                    | 6 407   | 8 149                            |
| Липецкая и Тульская области суммарно | 1 617              | 4.55                    | 7 358   | 7 358                            |
| Курганская область                   | 1 000              | 3.80                    | 3 800   | 7 171                            |
| Красноярский край (без республик)    | 772                | 4.32                    | 3 338   | 7 040                            |
| Волгоградская область                | 2 638              | 3.33                    | 8 775   | 6 695                            |

| Регионы  | Посев 2020,<br>тыс га | ур-ть 2030 г<br>(т с 1 га) | Производство<br>2030 (новое) по<br>ур-ти 2030 и<br>посевам 2020,<br>тыс т | 2030 произ-<br>вод. По экс-<br>тенс, тыс т |
|--|-----------------------|----------------------------|---|--|
| Оренбургская область   | 3 178                 | 2.07                       | 6 594   | 6 244                                      |
| Челябинская область  | 1 325                 | 3.22                       | 4 260   | 5 852                                      |
| Тюменская область (без рес-<br>публик)                                   | 577                   | 4.76                       | 2 750   | 5 843                                      |
| Мордовия   | 1 250                 | 3.90                       | 4 878   | 5 736                                      |
| Новосибирская область  | 1 189                 | 2.79                       | 3 315   | 5 562                                      |
| Курская область  | 1 118                 | 4.82                       | 5 390   | 5 390                                      |
| Башкортостан   | 1 501                 | 3.63                       | 5 444   | 5 299                                      |
| Тамбовская область   | 1 404                 | 3.43                       | 4 819   | 4 975                                      |
| Нижегородская область  | 507                   | 4.23                       | 2 146   | 4 530                                      |
| Орловская область  | 905                   | 4.27                       | 3 864   | 4 462                                      |
| Северо-Кавказские республики<br>(Ингушетия, Чечня, Алания,<br>КБР и КЧР) | 690                   | 5.36                       | 3 694   | 3 754                                      |
| Пензенская область   | 1 004                 | 2.92                       | 2 928   | 3 623                                      |
| Самарская область  | 1 596                 | 3.02                       | 4 825   | 3 395                                      |
| Кемеровская область  | 487                   | 3.45                       | 1 679   | 3 079                                      |
| Амурская область   | 1 072                 | 2.25                       | 2 416   | 3 034                                      |
| Владимирская и Рязанская об-<br>ласти суммарно                           | 709                   | 4.03                       | 2 859   | 2 859                                      |
| Саратовская область  | 3 109                 | 1.98                       | 6 148   | 2 719                                      |
| Чувашия  | 262                   | 5.03                       | 1 316   | 2 300                                      |
| Брянская область   | 248                   | 7.46                       | 1 851   | 2 022                                      |
| Свердловская область   | 306                   | 5.48                       | 1 677   | 1 882                                      |
| Иркутская область  | 369                   | 3.69                       | 1 361   | 1 741                                      |
| Московская область   | 165                   | 11.07                      | 1 826   | 1 631                                      |
| Кировская область  | 200                   | 3.71                       | 744   | 1 530                                      |
| Пермский край  | 183                   | 4.18                       | 765   | 1 210                                      |
| Калмыкия   | 281                   | 3.94                       | 1 105   | 1 076                                      |
| Приморский край  | 400                   | 2.58                       | 1 034   | 947  |
| Удмуртия   | 227                   | 4.42                       | 1 005   | 916  |
| Калининградская область  | 150                   | 4.75                       | 714   | 790  |
| Томская область  | 124                   | 2.92                       | 362   | 752  |
| Ленинградская область  | 46                    | 8.87                       | 407   | 633  |
| Дагестан   | 88                    | 4.98                       | 439   | 534  |
| Марий Эл   | 91                    | 4.14                       | 376   | 530  |
| Калужская область  | 61                    | 6.64                       | 407   | 498  |
| Смоленская область   | 79                    | 4.89                       | 388   | 487  |
| Бурятия  | 45                    | 3.44                       | 156   | 453  |
| Хакасия  | 45                    | 3.51                       | 158   | 397  |
| Еврейская автономная область   | 137                   | 2.19                       | 299   | 375  |
| Ярославская область  | 33                    | 6.32                       | 212   | 357  |
| Вологодская область  | 87                    | 6.71                       | 585   | 346  |
| Тверская область   | 31                    | 7.03                       | 216   | 343  |
| Забайкальский край   | 97                    | 2.61                       | 253   | 296  |
| Костромская область  | 18                    | 5.11                       | 90  | 228  |
| Новгородская область   | 19                    | 9.12                       | 172   | 212  |

| Регионы               | Посев 2020, тыс га | ур-ть 2030 г (т с 1 га) | Производство 2030 (новое) по ур-ти 2030 и посевам 2020, тыс т | 2030 производ. По экстенс, тыс т |
|-----------------------|--------------------|-------------------------|---|----------------------------------|
| Хабаровский край      | 49                 | 5.47                    | 267   | 208                              |
| Ивановская область    | 36                 | 4.44                    | 159   | 197                              |
| Псковская область     | 36                 | 4.90                    | 176   | 130                              |
| Астраханская область  | 11                 | 9.55                    | 100   | 110                              |
| Архангельская область | 4                  | 16.42                   | 73  | 73                               |
| Тува                  | 11                 | 2.89                    | 31  | 44                               |
| Республика Алтай      | 2                  | 15.02                   | 27  | 27                               |
| Россия всего          | 51 001             | 305                     | 196 525   | 248 973                          |

Источник – расчеты авторов

Анализ таблицы 12. Таблица показывает, что возможен рост урожайности на уже освоенных землях. С ростом урожайности производство вырастет со 150 до 196 млн тонн зерновых единиц. И хотя это и меньше, чем в экстенсивном сценарии (при распашке земель – табл 52), но зато это избавит Россию от лишних 100 млн эмиссий CO<sub>2</sub>.

Ниже на рисунке 10 показаны эмиссии ПГ в 2020 году от производства продукции растениеводства и распашки земель.

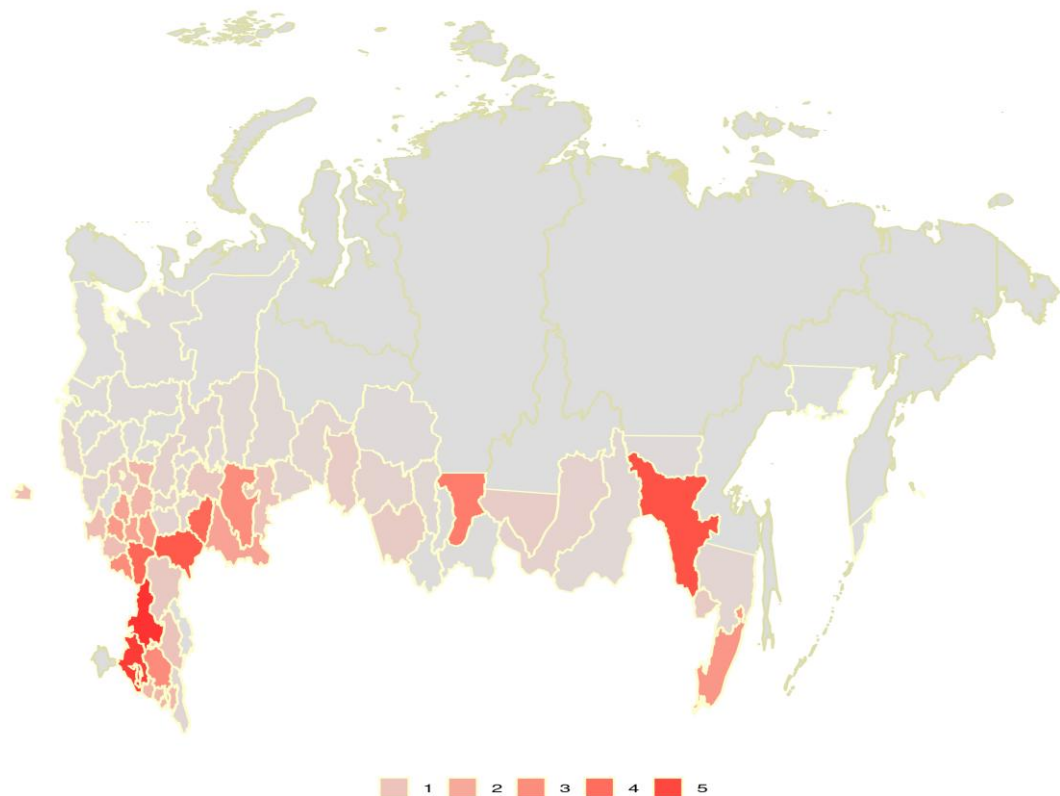


Рисунок 10 - Эмиссии ПГ – суммарно "LucGrsCrp\_CO2", "LucNatCrp\_CO2", "ManaplTot\_N2O", "ManprpTot\_N2O", "CropSoil\_N2O" в 2020, млн т эквив CO<sub>2</sub>

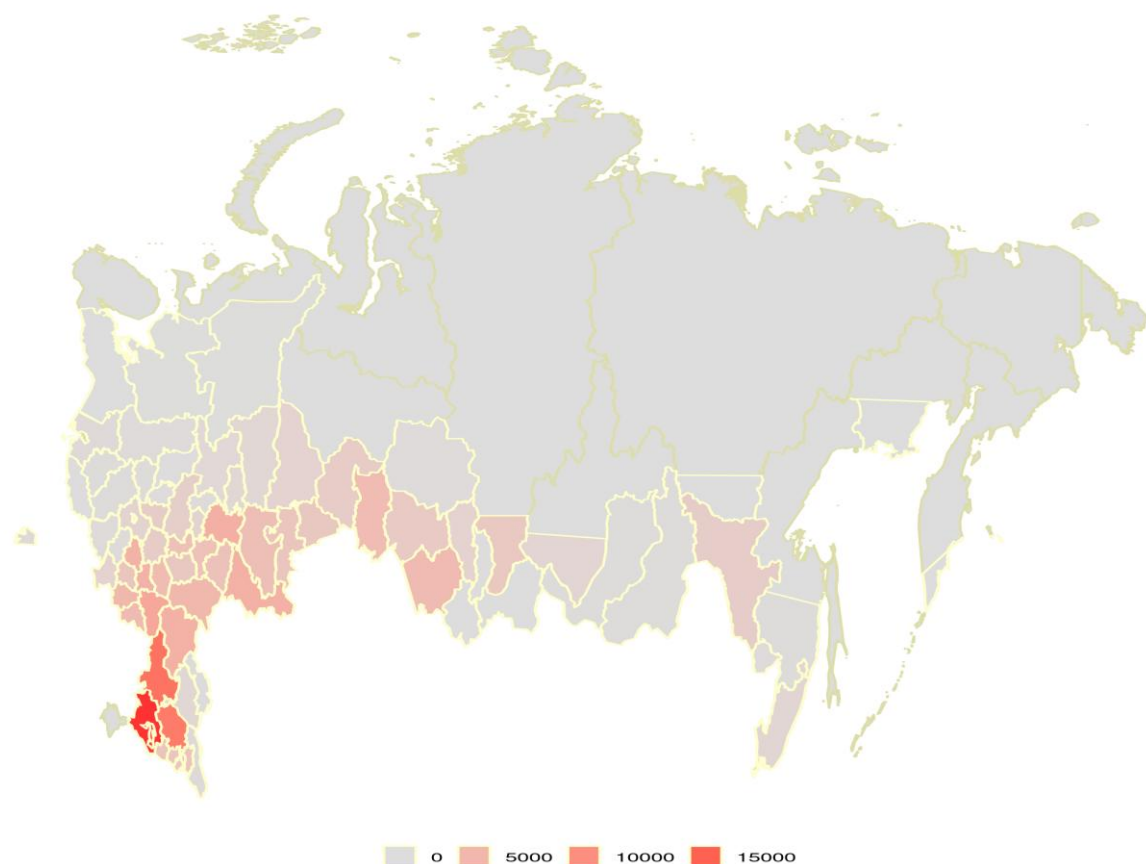


Рисунок 11- Валовое производство зернового эквивалента по 8 культурам, тыс т

Сопоставление рисунков 10 и 11 показывает, что не всегда высокие эмиссии бывают там, где высок уровень производства. Большие уровни производства есть на юге России – в Краснодарском крае, Ростовской области (более 10 млн тонн производства каждый регион), там же и большие эмиссии ПГ. Однако, значительные эмиссии ПГ есть и в дальневосточных регионах, где уровень производства и количество валовых сборов в разы меньше, чем в черноземье и черноморье. На рисунке 12 (ниже) показан показатель соотношения эмиссий к производству в 2020 году. Видно, что наиболее чувствительные территории – с высоким уровнем эмиссий на 1 тонну продукции (зернового эквивалента) – это как правило северные регионы страны, Калининградская область и Псковская область, Дальневосточные регионы страны, например, Амурская область.



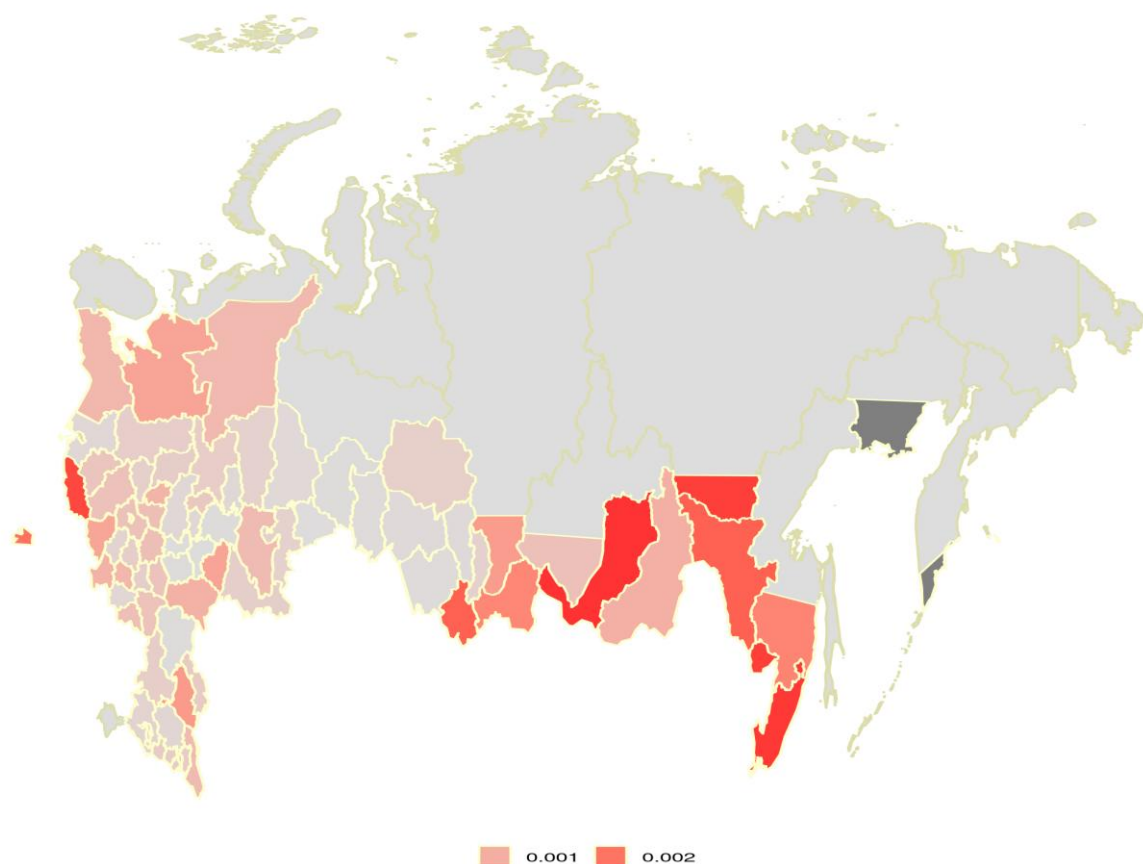


Рисунок 12 – Показатель соотношения эмиссий ПГ (включая эмиссии от распашки) на единицу произведенной продукции (т CO<sub>2</sub> на 1 кг зернового эквивалента) – за 2020 год.

Далее перейдем к краткому анализу изменения интенсивности эмиссий ПГ в результате возможной распашки 11 млн гектар в рамках госпрограммы эффективно-го вовлечения в оборот сельскохозяйственных земель.

На рисунках (13-15) ниже показано графическое и пространственное распределение по регионам России по показателям производства и эмиссий ПГ. Показано, как изменятся эмиссии ПГ при увеличении посевных площадей на 11 млн гектар в 2030 году.

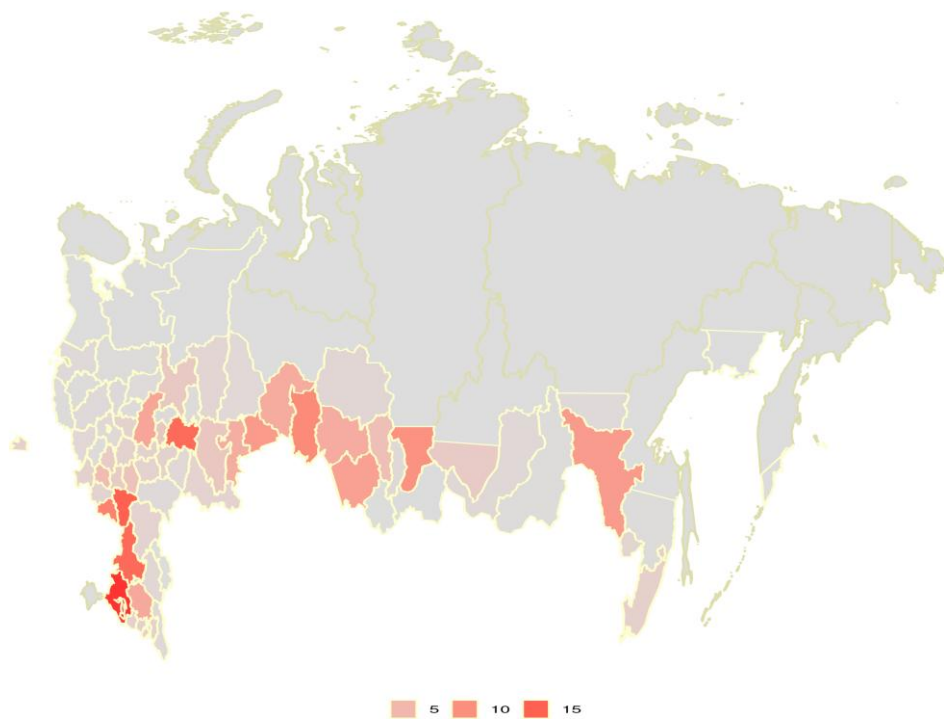


Рисунок 13 – эмиссии ПГ в растениеводстве, с учетом эмиссий от распашки 11 млн га в 2030 г., млн CO<sub>2</sub> эквив

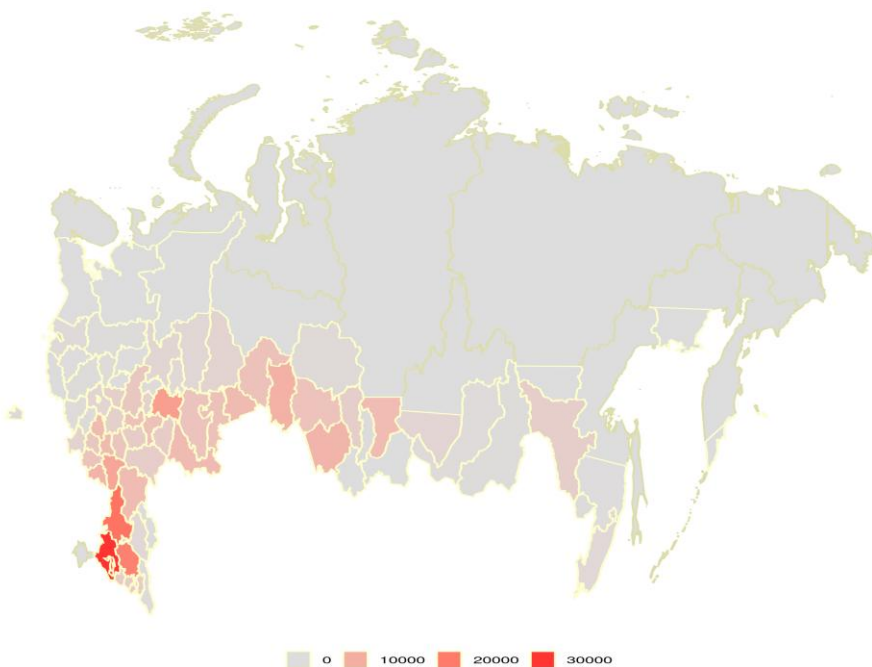


Рисунок 14 – производство зернового эквивалента по 8 культурам в 2030 г, тыс тонн

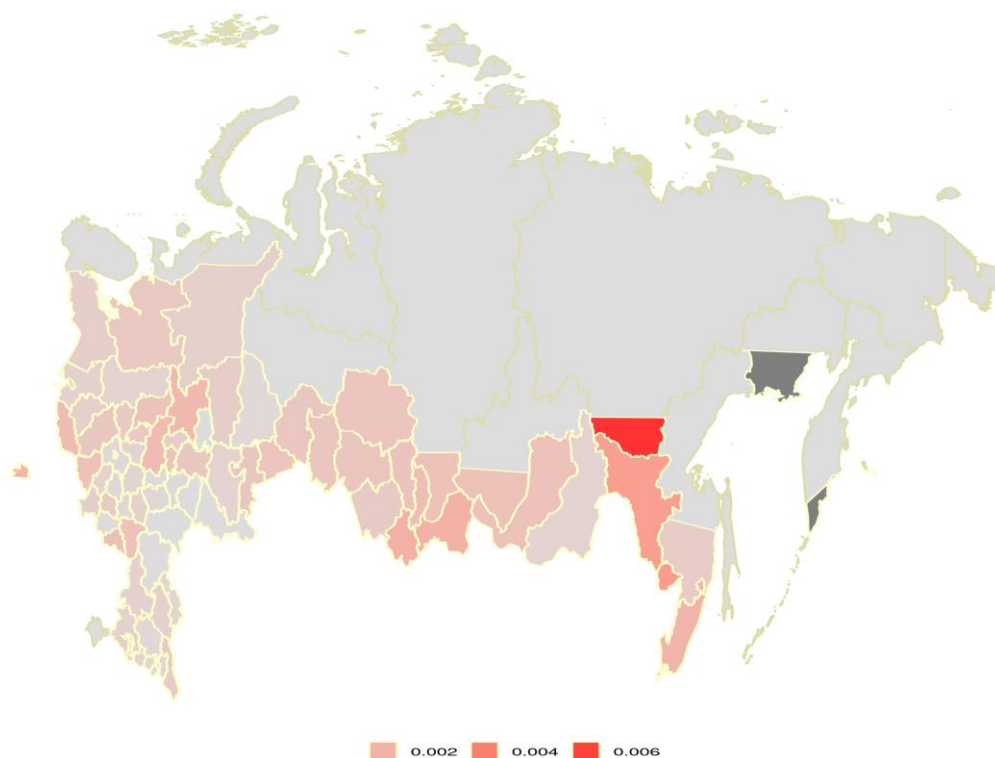


Рисунок 15 – коэффициент эмиссий ПГ на единицу произведенной продукции растениеводства в 2030 году

Таким образом, наше исследование показало, что специализация регионов сложилась в большинстве случаев равномерно. Однако, отдельные кейсы расширения посевных площадей в Псковской области, Калининградской области, а также некоторых областях Дальнего Востока де-факто не учитывали хрупкость экосистем и распаивались земли со значительными выбросами ПГ, при этом уровень производства и урожайность оставались низкими, как в Амурской области. В некоторых регионах России есть риск, что индикатор эмиссии ПГ на единицу произведенной продукции может вырасти в разы в случае распашки новых (заброшенных) земель в рамках государственной программы эффективного вовлечения в оборот сельскохозяйственных угодий.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Исследование 2020 года касается проблем оценки регионального распределения производства продукции растениеводства по регионам России и возможные последствия в виде наращивания эмиссий парниковых газов (ПГ) от растениеводства и ввода в оборот заброшенных земель. Поскольку в последние годы Россия стала наращивать размер ежегодно возделываемых пахотных угодий, в т.ч. за счет увеличения посевных площадей под основными культурами (справочно в

период 2007-2017 гг общий размер посевов в России вырос на 6 млн гектар до площади 80 млн га), необходимы научные разработки в целях оценки не только экономических последствий распашки заброшенных (или залежных) сельскохозяйственных угодий, но и оценка экологических экстерналий, которые мы оценивали в виде эмиссий парниковых газов. Тем самым наша тема вписывается, как в экономическую и аграрную повестку, так и в климатическую и экологическую.

В 2019 году Россия приняла Парижское соглашение по климату (ООН, 2015) и разрабатывает собственную стратегию низкоуглеродного развития. Однако, отдельные отраслевые программы экономики России не вполне соответствуют поставленным климатическим целям, поскольку в них завялены возможности роста производства и экспорта, но нет оценок потенциальных последствий для окружающей среды.

В настоящее время в России реализуется Стратегия развития сельскохозяйственного комплекса до 2030 года и обсуждается Государственная программа по эффективному возврату в оборот земель сельскохозяйственного назначения, в частности планируется вернуть в оборот 12 млн гектар заброшенных земель. В нашем исследовании сделана попытка оценить экономические и экологические последствия такого шага. Были проведены расчеты по анализу тенденций производства продукции растениеводства и сопутствующих эмиссий парниковых газов (ПГ) за период 2011-2017 гг (в т.ч. и в разрезе регионов России), а также дана прогнозная оценка производства и эмиссий ПГ, с учетом ввода в оборот земель, на 2030 год.

По нашим оценкам возврат и распашка такого количества земель приведет к дополнительной эмиссии около 120 млн тонн CO<sub>2</sub>, что превысит эмиссии на уже освоенной пашне (по данным Нацкадастра с 90 млн га происходит эмиссия около 82 млн тонн CO<sub>2</sub> – по данным за 2017 год). Расчеты показали, что России можно увеличивать производство за счет интенсификации и увеличения урожайности на уже освоенных площадях за счет интенсификации производства шести основных культур (пшеница, ячмень, кукуруза на зерно, подсолнечник, рапс и соя) без расширения посевных площадей. При росте урожайности на 30% (по сравнению с текущими уровнями) эмиссии ПГ вырастут незначительно (см таблицу 1, в т.ч. сценарий 2). Таким образом, допустимый уровень интенсификации приводит к значительно меньшим выбросам (в сценарии 2 рост урожайности на 30%, а эмиссии

растут на 48%), чем эмиссии от ввода в оборот дополнительных 12 млн гектар земель (в сценарии 1 рост производства на 60%, а эмиссии ПГ – рост в 2.3 раза).

Кроме того, подобные сельскохозяйственные практики негативно сказываются на локальном развитии. Так в Ставропольском крае региональное Министерство сельского хозяйства выявило нарушения в учете пастбищ и пашни, а также зафиксировала нелегальную распашку почти 100 тысяч гектар пастбищ, что привело к нарушениям в естественном ландшафте, нарушило систему выпаса скота, а также привела к росту эрозии почв и смыву почв в водоемы. Следовательно, гармонизация систем земледелия на локальном (или региональном) уровне может служить основой для новой аграрной политики, которая была бы включена и в климатическую повестку.

Более детальный анализ региональных данных показал, что расчет эмиссий парниковых газов в растениеводстве и от распашки новых земель имеет смысл рассчитывать на единицу произведенной продукции (например, на 1 тонну эквивалента зерновых единиц). Так как в Нацкадастре не представлено региональной статистики о распаханых землях и соответствующих эмиссиях, то нами были рассчитаны изменения динамики землепользования в регионах России с использованием модели GLOBIOM (по сопоставимому набору 8 культур, с учетом данных Росстата, о чем сказано выше). Модель показывает, что с ростом производства продукции растениеводства и размера распаханых земель увеличивается объем эмиссий ПГ. Так, в Краснодарском крае и Адыгее (суммарно) производится около 18 млн тонн зерновых единиц ежегодно, что привело к эмиссиям почти 5.3 млн тонн CO<sub>2</sub> эквивалента (с учетом части возвращенных земель в оборот). На втором месте по объемам производства Ростовская область – 13 млн тонн зерновых единиц производства при эмиссиях 5.45 млн тонн CO<sub>2</sub> – оценки по эмиссиям здесь выше, поскольку было введено больше земель в оборот за период 2011-2017 гг. По каждому региону был рассчитан коэффициент эмиссий на единицу произведенной продукции – так, по Краснодарскому краю и Ростовской области он составил 0.28 и 0.41 т CO<sub>2</sub> на 1 тонну зернового эквивалента. Во многих регионах России оценки интенсивности эмиссий ПГ по модели GLOBIOM находятся именно этом диапазоне и выше (средний по России показатель 0.45 т CO<sub>2</sub> с 1 тонны зернов. эквив.).

Регионы со значительным количеством возвращенных земель в оборот (200 тыс га и больше) в указанный период имели эмиссии ПГ в несколько раз выше среднего – так, в Амурской области за счет распашки земель эмиссии ПГ составили 2.27 т CO<sub>2</sub> с 1 тонны продукции. Т.е. ввод в оборот заброшенных сельскохозяйственных угодий не сопровождался адекватной интенсификацией и земли возделывались условно простым способом с низкоурожайными культурами, что с точки зрения эмиссий обесценивает такую распашку земель. За счет распашки земель «эмиссионность» произведенной продукции наиболее высока в Дальневосточных регионах, а также Псковской и Калининградской областях (более 2 т CO<sub>2</sub> с 1 тонны зернов. эквив.), затем в некоторых регионах Поволжья, как Саратовской области и Самарской области (1 тонна CO<sub>2</sub> с 1 т. зерн. эквив.).

Во многих регионах России интенсивность эмиссий ПГ в растениеводстве гораздо ниже, чем на Дальнем Востоке и в Поволжье. Так, в регионах Центрально-Черноземного района эмиссии оцениваются около 0.6-0.8 т CO<sub>2</sub> с 1 т продукции (Белгородская, Воронежская и Орловская области). Наиболее низкие показатели эмиссии в Сибирском регионе – 0.1-0.2 т CO<sub>2</sub> с 1 т продукции (Омская, Новосибирская области и Красноярский и Алтайский края) – для этих регионов урожайность колеблется в диапазоне 1-2 тонны зерновых единиц с гектара. Таким образом, можно сказать, что расширение посевных площадей за счет заброшенной пашни в сибирских регионах проходило с наименьшими рисками для роста эмиссий от возврата земель в оборот. Это необходимо учитывать если все же расширение сельскохозяйственных угодий, в т.ч. распашка залежи или другого вида заброшенных земель станет необходимостью.

Таким образом, заключительный отчет о проделанной научно-исследовательской работе в 2020 году по заявленной теме выполнен на 100% и полностью соответствует техническому заданию.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Проект Постановления Правительства РФ "Об утверждении государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации" (по состоянию на 09.01.2020) (подготовлен Минсельхозом России, ID проекта 04/12/01-20/00098576). URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=PNPA&n=54574#08250118234280575> .
2. Проект Стратегии долгосрочного развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года, URL: [https://www.economy.gov.ru/material/file/babacbb75d32d90e28d3298582d13a75/proekt\\_strategii.pdf](https://www.economy.gov.ru/material/file/babacbb75d32d90e28d3298582d13a75/proekt_strategii.pdf) .
3. Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года. Распоряжение Правительства РФ от 12 апреля 2020 года N-993-р. URL: <http://docs.cntd.ru/document/564654448> .
4. Smith P, Martino D, Cai Z, Gwary D, Janzen NH, Kumar P, McCarl B, Ogle S, O'Mara F, Rice C, et al. (2008). Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philos Trans R Soc.* 363:789–813
5. План Бразилии до 2030 года по сокращению эмиссий со всей экономики <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Brazil%20First/BRAZIL%20iNDC%20english%20FINAL.pdf>
6. Sparovek G. et al. (2010). Brazilian Agriculture and Environmental Legislation: Status and Future Challenges. *Environ. Sci. Technol.* 2010, 44, 16, 6046-6053. URL: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es1007824>.
7. Merten G.H., Minella J.P.G. (2013). The expansion of Brazilian agriculture: Soil erosion scenarios. *International Soil and Water Conservation Research*. Volume 1, Issue 3, December 2013, Pages 37-48. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095633915300290>.
8. Guerra A.J.T., Fullen M.A., Jorge M.C.O., Alexandre S.T. (2014). Soil Erosion and Conservation in Brazil: URL: [http://www.uvm.edu/~pbierman/classes/gradsem/2014/brazil\\_erosion\\_compiled.pdf](http://www.uvm.edu/~pbierman/classes/gradsem/2014/brazil_erosion_compiled.pdf)

9. Boucher D., Roquemore S., Fitzugh E. (2013). Brazil's Success in Reducing Deforestation. *Tropical Conservation Science*. Volume: 6 issue: 3, page(s): 426-445. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/194008291300600308>
10. INDC Евросоюза на сайте UNFCCC <https://unfccc.int/sites/default/files/adpeu.pdf>
11. План ЕС по борьбе с глобальным потеплением и сокращением эмиссии в секторе изменения землепользования [https://ec.europa.eu/clima/policies/forests\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/forests_en)
12. HJM van Grinsven et al. (2012). Management, regulation and environmental impacts of nitrogen fertilization in north-western Europe under the Nitrates Directive: a benchmark study. *BIOGEOSCIENCES*. 9(12). p.5143-5160.
13. INDC США <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/United%20States%20of%20America%20First/U.S.A.%20First%20NDC%20Submission.pdf>
14. Margulies J. (2012). No-Till Agriculture in the USA. from book *Sustainable Agriculture Reviews 11* (pp.11-30). DOI: 10.1007/978-94-007-4113-3\_2.
15. Ben Lilliston, 2019. URL: <https://www.iatp.org/blog/202002/minnesotas-fertilizer-law-cleaner-water-fewer-emissions>
16. Институт глобального климата и экологии им. Академика Израэля. Национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом., 2020. URL: <http://www.igce.ru/performance/publishing/reports/> .
17. Министерство Сельского хозяйства Ставропольского края (2016). «Распашка ставропольских пастбищ взята на особый контроль в региональном Минсельхозе» URL: <http://www.mshsk.ru/ministries/info/news/6901/> (доступ от 18 мая 2020 года)
18. Скрипчинский А.В., Антонов С.А. Космический мониторинг пастбищ восточных районов Ставропольского края // *Наука. Инновации. Технологии*. – номер 2, 2019. URL: <https://dspace.ncfu.ru/bitstream/20.500.12258/9362/1/125-136.pdf> (доступ от 18 мая 2020 года)
19. Перечень федеральных государственных бюджетных учреждений агрохимической службы МСХ РФ <https://vniia-pr.ru/fgbu.htm>



20. О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения от 16.07.1998 г. №101-ФЗ. URL: <https://base.garant.ru/12112328/>
21. Указ Президента РФ от 21.01.2020 N 20 "Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации". URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_343386/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343386/)
22. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use URL: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
23. Agricultural Research Investment and Policy Reform in High-Income Countries <https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=89113>
24. Шагайда Н.И. Понуждение к использованию сельскохозяйственных земель: выбор приоритета земельной политики и качество институтов. М. Международный сельскохозяйственный журнал, №5, 2014 г. – с18-26
25. Закон Краснодарского края от 7 июня 2004 номер 725-КЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/461607267> . (доступ 8 ноября 2019)
26. Портал Правительства Оренбургской области URL: [http://www.orenburg.gov.ru/news/official-chronics/denis-pasler-ochered-molodykh-semey-nuzhdayushchikhsya-v-zhilishchnoy-podderzhke-dolzhnasokrashchat/?sphrase\\_id=443428](http://www.orenburg.gov.ru/news/official-chronics/denis-pasler-ochered-molodykh-semey-nuzhdayushchikhsya-v-zhilishchnoy-podderzhke-dolzhnasokrashchat/?sphrase_id=443428) (доступ 8 ноября 2019 и 24 января 2020 года)
27. Управление Россельхознадзора по региону URL [https://rsn-rostov.ru/press-sluzhba/novosti/nesmotrya-na-ogranicheniya-posevnaya-ploshchad-pod-podsolnechnik-byla-zavyshena-\\_14-02-2011LXx3/?VOTE\\_ID=4&view\\_result=Y](https://rsn-rostov.ru/press-sluzhba/novosti/nesmotrya-na-ogranicheniya-posevnaya-ploshchad-pod-podsolnechnik-byla-zavyshena-_14-02-2011LXx3/?VOTE_ID=4&view_result=Y) (доступ от 24 января 2020 года)
28. Агроэкологическое обоснование эффективности ландшафтных систем земледелия в Центральном Черноземье: автореферат дис. ... доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.01 / Котлярова Екатерина Геннадьевна; [Место защиты: Всерос. науч.-исслед. ин-т земледелия и защиты почв от эрозии]. - Курск, 2011. - 42 с.
29. Социально-экономические и экологические последствия земледельческого освоения степной зоны в XX веке: на примере Оренбургской области: автореферат дис. ... кандидата географических наук: 25.00.24 / Семенов Евгений Александрович; [Место защиты: Алт. гос. ун-т]. - Барнаул, 2007. - 22 с