

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

Препринт (научный доклад)
по теме:

**ДИВЕРСИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ДОХОДОВ
СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И СОКРАЩЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ЭКСТЕРНАЛИЙ**

Строков А.С., в.н.с. Центра агропродовольственной политики, к.э.н.,
0000-0002-3784-4974, strokov-as@ranepa.ru

Поташников В.Ю., с.н.с. Международной лаборатории исследования проблем
устойчивого развития, 0000-0001-9237-3100, Potashnikov@ranepa.ru

Потапова А.А., н.с. Центра агропродовольственной политики,
0000-0001-6071-9787, potapova-aa@ranepa.ru

Шишкина Е.А., н.с. Центра агропродовольственной политики,
0000-0002-2553-5461, shishkina@ranepa.ru

Москва 2023

Аннотация

Актуальность исследования определяется необходимостью анализа последствий монокультур в растениеводстве регионов России не только с экономической точки зрения, но и с экологической. **Цель исследования** - разработка путей устойчивого развития сельского хозяйства России, с учетом возможностей развития диверсификации и возможностей снижения выбросов парниковых газов (ПГ). **Предметом** исследования являются производственные и экологические показатели растениеводства регионов России. В ходе работы применялись традиционные научные методы – описательный, аналитический, статистический и методы экономико-математического моделирования. Источниками информации явились российские и зарубежные научные публикации, официальные публикации нормативно-правовых документов и статистические данные органов государственной власти России, а также зарубежные базы данных по сельскохозяйственной статистике. Результаты исследования показали, что в период 2011-2019 гг наращивание производства растениеводческой продукции происходило в основном в Центрально-Черноземных и Юго-Западных регионах страны, где распашка заброшенных земель сопровождалась увеличением урожайности (интенсификации) в растениеводстве, что привело к сравнительно низкому углеродному следу на единицу произведенной продукции. Напротив, в регионах Дальнего Востока, где распашка залежи привела к росту посевов сои (как правило низкоурожайной), это повлияло на более высокий углеродный след, что не может считаться устойчивой характеристикой для дальнейшего развития. Таким образом, **научная новизна** исследования заключается в разработке научно-аналитических инструментов для правильной идентификации региональных и глобальных экологических рисков при оценке эффективности производства продукции растениеводства в регионах России. Так, в нашем исследовании региональные риски оценивались через концентрацию культур в регионе или же через индекс диверсификации (многообразия выращиваемых культур). Глобальные риски оценивались через индикатор эмиссии парниковых газов, что также позволило нам оценить так называемый совокупный «углеродный след» каждого региона в пересчете на зерновую единицу производимой растениеводческой продукции. По итогам исследования были разработаны **рекомендации** для совершенствования статистической отчетности по сельскохозяйственному секторе. Также рекомендуется продвижение знаний о новых и старых практиках внедрения диверсификации, в т.ч. и классический метод наращивания зернобобовых в посевах, который пока не все регионы успешно внедряют. Подготовлено в рамках государственного задания РАН-ХиГС в 2023 году.

Ключевые слова:

экстерналии, монокультура, диверсификация, эмиссии парниковых газов, углеродный след, аграрная политика.

Коды JEL Classification

Q15; Q53; C39

RUSSIAN PRESIDENTIAL ACADEMY OF NATIONAL ECONOMY AND PUBLIC
ADMINISTRATION (RANEPA)

PREPRINT
(SCIENTIFIC REPORT)

**DIVERSIFICATION OF AGRICULTURAL PRODUCTION AS A SOURCE OF
SUSTAINABILITY OF INCOMES OF AGRICULTURAL PRODUCERS AND AND A
PATHWAY TO DECREASE THE ECOLOGICAL EXTRENALITIES**

Strokov Anton S., lead researcher, Center of Agricultural and Food Policy, Cand. Sci. (Econ.),

ORCID 0000-0002-3784-4974, strokov-as@ranepa.ru

Potashnikov Vladimir Yu., senior researcher, Laboratory of Research for Sustainable De-

velopment, ORCID 0000-0001-9237-3100, Potashnikov@ranepa.ru

Potapova Alexandra A., researcher, Center of Agricultural and Food Policy,

ORCID 0000-0001-6071-9787, potapova-aa@ranepa.ru

Shishkina E.A., researcher, Center of Agricultural and Food Policy,

ORCID 0000-0002-2553-5461, shishkina@ranepa.ru

Moscow 2023

Abstract

The **relevance** of the study is determined by the need to analyze the consequences of monocultures in crop production in the regions of Russia, not only from an economic point of view, but also from an environmental one. The **objective** of the study is to develop ways for the sustainable development of agriculture in Russia, taking into account the possibilities for the development of diversification and the possibility of reducing greenhouse gas (GHG) emissions. The **subject** of the presented research is the production and environmental indicators of crop production in the regions of Russia. In the course of the work, traditional scientific **methods** were used - descriptive, analytical, statistical and methods of economic and mathematical modeling. The **sources of information** were Russian and foreign scientific publications, official publications of regulatory and legal documents and statistical data of Russian state authorities, as well as foreign databases on agricultural statistics. The **results of the study conclude** that in the period 2011-2019, the increase in crop production took place mainly in the Central Black Earth and South-Western regions of the country, where the plowing of abandoned lands was accompanied by an increase in crop yields (intensification), which led to a relatively low carbon track per unit of output. On the contrary, in the regions of the Far East, where the plowing of the fallow has led to an increase in soybean crops (usually low-yielding), this has affected a higher carbon footprint, which cannot be considered a sustainable characteristic for further development. Thus, **the scientific novelty** of the study lies in the development of scientific and analytical tools for the correct identification of regional and global environmental risks in assessing the efficiency of crop production in the regions of Russia. Thus, in our study, regional risks were assessed through the concentration of crops in the region or through the diversification index (variety of cultivated crops). Global risks were assessed through the indicator of greenhouse gas emissions, which also allowed us to estimate the so-called cumulative "carbon footprint" of each region in terms of grain unit of crop production. As a result of the study, **policy recommendations** were developed to improve statistical reporting on the agricultural sector. It is also recommended to promote knowledge about new and old practices for introducing diversification, incl. and the classic method of growing legumes in crops, which is not being successfully implemented by all regions so far. The paper is prepared under State research assignment of RANEPА in 2023.

Key words:

externalities, monoculture, diversification, greenhouse gas emissions, carbon footprint, agricultural policy.

JEL Classification Codes

Q15; Q53; C39

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Зарубежный опыт аграрной политики в сфере диверсификации сельскохозяйственного производства	7
2 Современные российские тренды по развитию монокультур.....	20
3 Особенности аграрной политики России по внедрению мер по диверсификации в растениеводстве.....	35
4 Сценарии устойчивого развития сельского хозяйства России с возможностью расширения диверсификации посевов	43
5 Оценка модели GLOBIOM по экономическим и экологическим последствиям от диверсификации производства.....	46
6 Разработка рекомендаций по ограничению возделывания монокультур и стимулирования диверсификации производства	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	55
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ	56

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Современные рыночные отношения вынуждают сельскохозяйственных производителей специализироваться на узком спектре производимых культур. Так, в России часто встречаются случаи сельхозпредприятий и ферм, где значительная часть посевных площадей сосредоточена под пшеницей и подсолнечником (в регионах бассейна Черного моря, на юге Поволжья и юге Сибири), соей (в регионах Дальнего Востока), что обусловлено высокими ценами и в среднем благоприятной экономической и внешнеэкономической конъюнктурой. Несмотря на, казалось бы, доступные технологии по выращиванию этих культур, специализация на монокультуре не всегда бывает выгодна в долгосрочном периоде. В нашем исследовании мы хотели оценить, насколько экономические эффекты от возделывания монокультур сбалансированы экологическими последствиями. Современная аграрная политика России сконцентрирована на выполнении краткосрочных целевых показателей производства, не исследуя долгосрочные последствия. Используя модель частичного равновесия GLOBIOM, мы хотели оценить экономические и биофизические последствия: как засоренность посевов в результате ежегодной культивации монокультуры может повлиять на прибыльность хозяйства в долгосрочном периоде и как это отразится на эмиссии парниковых газов.

Таким образом, цель исследований в 2022 году заключается в оценке экономических и экологических последствий от возделывания монокультур и от диверсификации сельскохозяйственного производства. В задачи исследования входят: изучение зарубежного опыта аграрной политики в сфере диверсификации сельскохозяйственного производства, анализ современных трендов по возделыванию монокультур в России (с учетом отдельных кейсов по некоторым выбранным регионам), исследование особенности аграрной политики России по внедрению мер по диверсификации в растениеводстве. Далее последуют разработка сценариев устойчивого развития сельского хозяйства России с возможностью расширения диверсификации посевов. Полученные сценарии будут использованы при проведении расчетов по модели GLOBIOM в целях расчета количественных показателей по экономическим и экологическим последствиям от диверсификации производства. Завершит работу раздел по разработке рекомендаций по ограничению возделывания монокультур и стимулирования диверсификации производства.

1 Зарубежный опыт аграрной политики в сфере диверсификации сельскохозяйственного производства

В первой главе нашего исследования мы исследуем международный опыт аграрной политики по развитию диверсификации сельскохозяйственного производства и борьбе с монокультурами. Главу можно условно разделить на две части: в первой речь пойдет о теоретических концепциях, тогда как во второй – об эмпирических фактах применения той или иной политики и оценке ее эффективности на примере некоторых зарубежных стран. В нашем исследовании основной акцент будет сделан на том, почему экономика сельского хозяйства нуждается в диверсификации с целью сокращения экологических экстерналий.

По мнению Smith and Young [1], разнообразие выращиваемых сельскохозяйственных культур может принести агрономические, экологические преимущества и преимущества в области управления рисками. Разнообразные системы выращивания сельскохозяйственных культур снижают давление вредителей и болезней и увеличивают круговорот питательных элементов (NPK) в почве, что повышает производительность труда и уменьшает угрозы для окружающей среды, связанные с применением химикатов.

Недостатком диверсификации в растениеводстве является потенциально повышенный производственный риск, связанный с освоением новых технологий. Кроме того, непонятно, как почва будет адаптироваться под биологию новых культур, которые тоже могут привлечь новых вредителей или иные болезни. Однако, как только технология будет освоена, перепады доходов могут снизиться из-за кумулятивного эффекта от диверсификации (например, за счет роста урожайности).

На отраслевом уровне разнообразие сельскохозяйственных культур может повысить способность реагировать на изменение спроса на продукцию и способствовать стабилизации доходов. На расширение или сужения диверсификации выращиваемых сельскохозяйственных культур может влиять национальная сельскохозяйственная политика, которая в идеале должна содействовать как росту сельскохозяйственного производства, так и снижению негативных экстерналий, связанных с потерей плодородия

почв или разного рода загрязнениями окружающей среды от сельскохозяйственной деятельности.

Учет экологических рисков является важным направлением в экономической науке во второй половине XX века. Так, Grossman и Krueger [2] отметили, что с развитием экономики и ростом доходов населения происходит загрязнение окружающей среды и ухудшение экологической ситуации. Но в какой-то момент времени, когда экологическая ситуация близка к критической, общество начинает больше тратить на восстановление природных ресурсов, и состояние окружающей среды улучшается, а, значит, экстерналий становится меньше. Такую зависимость они назвали экологической кривой Кузнеця (ЕКС). В сельском хозяйстве эмпирически ЕКС была продемонстрирована в недавней работе Zhang et al [3] через построения балансов использования азота в сельском хозяйстве на примере разных стран. Однако, напрямую в их модели проблемы монокультур и диверсификации не решались, поскольку они сосредоточились лишь на эффективности использования удобрений.

В теоретическом виде оптимальный набор севооборота может решаться через теорию общественных издержек (т.е. с учетом благосостояния не только основных игроков рынка, но и природных ресурсов). Наиболее просто к этому подошел Barrett [4], демонстрирующий, как фермер может снизить свой доход при выводе земель из оборота (или если оставляет ее под паром в рамках севооборота). Позже Goetz [5] предпринял попытку интеграции плодородия в экономической модели. Пытаясь обосновать необходимость ротации культурных растений на полях фермы, показал, что продуктивность угодий, выраженную через урожайность сельскохозяйственных культур, линейно зависит от затрат, и нелинейно от потерь почв (soil losses) и от глубины почвы (soil depth). Решение модели показывает возможное устойчивое состояние почв за определенный промежуток времени можно лишь выращивая некоторый набор культур. Таким образом, теоретические результаты показывают, что максимизация функции прибыли этого уравнения, с учетом того, что почва может быть возобновляемым ресурсом, это становится определяющим фактором и в конечном счете влияет на рост производства в сельском хозяйстве только при условии использования фермером чередования сельскохозяйственных культур в своем севообороте. В современных моделях общественные издержки выражены через учет эрозии почв [5] и общих потерь от деградации земель через потери экосистемных функций, но с возможностью

восстановления почв для будущих поколений на стратегическом промежутке в ближайшие 30 лет [6]. В нашем исследовании мы сделаем оценку для России по возможности и эффективности восстановления плодородия почв через систему стимулирования диверсификации в сельском хозяйстве. Наши оценки позволят показать экономическую эффективность подобных методов в регионах России. В качестве критерия потерь общественного благосостояния предлагается оценивать потери почвы, а также эмиссии парниковых газов. Однако сперва необходимо разобрать проблему диверсификации с точки зрения микроэкономики.

Porte & Prescott [7] предлагают определять диверсификацию сельскохозяйственного производства через размер фермы и другие социально-экономические характеристики. Кроме эмпирической составляющей их работа интересна теоретическим экскурсом в природу диверсификации и прямой связи с экономической теорией и математическим моделированием.

Теория достоверности (certainty theory) не дает четкого представления о прогнозируемых уровнях диверсификации производства (в смысле разнообразия продуктовой линейки), если не известны три факта: (а) природа кривой производственных возможностей, (б) природа ограничений на выбор деятельности фирмой и (в) ценой на закупаемые средства производства и ценами на продукцию фирмы. Однако хорошо известно, что увеличение отдачи от масштаба может способствовать специализации, уменьшая вогнутость поверхности преобразования (кривой производственных возможностей) или делая ее выпуклой [8]. Когда же в модель вводится неопределенность, то методика становится более сложной, и диверсификация обычно поощряется, если лицо, принимающее решения, не склонно к риску, а ковариация доходности предприятия равна нулю или отрицательна. Для более поздних ссылок мы кратко сформулируем результаты нескольких теорем, предполагающих стохастическую линейную технологию и неприятие риска.

Основная теорема здесь состоит в том, что если доходы от двух видов деятельности распределяются независимо и одинаково, то диверсификация производства в выбранной фирме оптимальна при равных пропорциях в каждом виде деятельности [9]. Спустя несколько лет, Хадар и Рассел [10] обобщили результаты Самуэльсона для ряда случаев. По их мнению, диверсификация производства (не обязательно в равных пропорциях) является оптимальной, когда доходность имеет равные средние значения, но ковариации отрицательны. Эти результаты показывают, что диверсификация,

вероятно, является оптимальной, если производитель пытается избежать риска (под риском здесь скорее всего подразумевается снижение цен на продукцию первого типа, т.е. риск недополучения дохода).

Однако большие положительные ковариации выпуска продукции, большие различия в средних доходах (например, эффект масштаба) или ограниченность ресурсов могут создавать стимулы для специализации. Например, предполагая независимость доходов, можно показать, что при неприятии риска оптимальные уровни производства растениеводческой деятельности определяются путем взвешивания предельного увеличения ожидаемой прибыли с предельным увеличением риска (дисперсия). Кроме того, по мере увеличения размера фермы все уровни деятельности увеличиваются, если существует достаточное увеличение предельной ожидаемой доходности по отношению к предельному увеличению дисперсии. (Поэтому, если бы диверсификацию измеряли количеством действующих предприятий, диверсификация увеличивалась бы с увеличением размера.) Эти результаты подчеркивают потенциально решающий характер компромисса между экономией на масштабе и выгодами от диверсификации.

Помимо размера фермы, на выбор диверсификацию может повлиять ряд потенциально интересных переменных. К ним относятся такие показатели, как размер собственного капитала фермера, опыт оператора фермы, форма собственности (например, семейная ферма или корпорация), а также фиктивные переменные, которые очерчивают набор вариантов деятельности (в основном переменные, указывающие на географическое положение фермы и степень орошения угодий). Чистый капитал, опыт фермера и организационная форма предприятия могут быть рационализированы, чтобы повлиять на диверсификацию в структуре предпочтения риска, а также на альтернативные модели поведения. Например, обучение на практике (акцент именно на обучении новым практикам!) может привести к стимулам для специализации. Наличие большого опыта ведения бизнеса также может изменить предпочтения в отношении риска. Кроме того, можно ожидать, что более богатые фермеры будут менее склонны к риску, если концепция снижения неприятия риска применяется в перечном смысле и, следовательно, возможно их предпочтения будут к снижению диверсификации производства [11].

Общество постоянно стоит перед вопросом интенсификации земель и сохранением их в естественном, или близком к этому состоянию. Иногда в сельском хозяйстве

используются такие практики, как внедрение чистых паров, которые предполагают, что как минимум один год возделываемое поле не засеивается с целью накопления органического вещества. В теоретическом виде наиболее просто к этому подошел Barrett [4]. В своей модели он показал, что фермер теряет в доходе, если консервирует землю или оставляет ее под паром. Графически это выглядит следующим образом (рисунок 1.1). Кривая на рисунке 1.1 начинает расти, потому что в первый год после открытия своего бизнеса сельхозпроизводитель хочет освоить все свои земли, которые есть у него в аренде или собственности, под выращивание сельскохозяйственных культур. Этот подход можно объяснить необходимостью максимизации прибыли и необходимостью аккумулировать максимально больше капитала для дальнейших инвестиций. Но после первого года агрономическая наука говорит о необходимости чередования культур, что, если фермер прислушивается к этим замечаниям, вынуждает его к иной тактике.

С учетом рекомендаций агрономов и с учетом максимума полученной прибыли в первый, во второй год производитель должен (может) оставить некоторую часть своего земельного клина под паром. Это необходимо, чтобы почва могла накопить полезные вещества, например, гумус (органическое вещество в почве), после того, как часть углерода потерялось после окисления или выноса основного вещества в первый год. Отсюда, продуктивность посевов на конкретном поле становится очевидна, и фермер наблюдает снижение объемов производства растениеводческой продукции. Далее необходимо опять разворот в сторону производства и на третий год этот участок подвергается обработке, происходит посев культур и сбор урожая, что позволяет сельхозпроизводителю вновь достигнуть необходимого уровня производства, сопоставимого (или даже больше), чем в первом году. Таким образом, данная модель показывает необходимость чередования в основном с агрономической точки зрения, поскольку фермер желательно смотрит в будущее ради сохранения не только высокой прибыли со своего участка (за счет высоких урожаев), но и за счет агрегированных свойств почвы освоенного участка, т.е. плодородия земли, которое обеспечивается за счет сохранения полезных элементов почвы, которое по факту возможно лишь при соблюдении севооборотов (например, чистого пара), чередования культур и правильных технологий возделывания почвы.

Модель Барретта предполагает, что фермер может согласиться пожертвовать текущей доходностью земли ради будущей доходности участка, которая в сельском

хозяйстве возможно только если мы даем почве возможность накопить полезные вещества и отдохнуть от ежегодной обработки (disturbance)* и распашки органического вещества. Динамика почвенного плодородия при идеальном типе земледелия с чередованием культур видна на рисунке 1.2. Там показано, что плодородие почв (Barrett использует для этого показатель soil depth – глубина почв) прямо пропорционально увеличивается с течением времени и ростом производства.

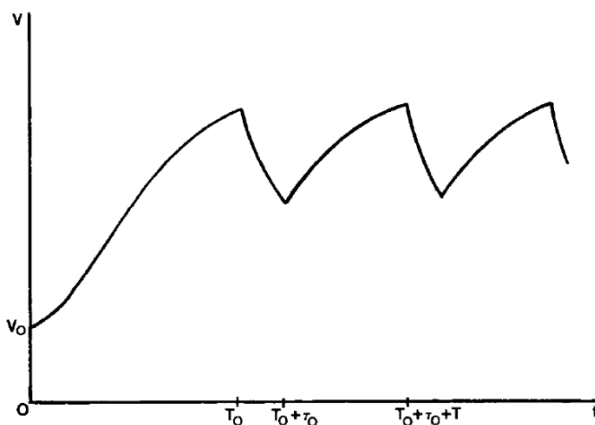


Рисунок 1.1. Кривая продуктивности фермера

Примечания

- 1 где V – объем реализации сельскохозяйственной продукции; t – время
2. Источник- Barrett (1991) [4]

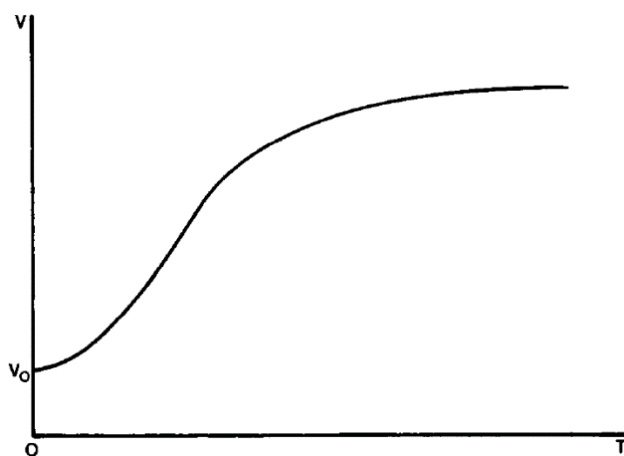


Рисунок 1.2. Идеальная кривая роста плодородия почв

Источник: Barrett (1991) [4]

* Так, Barrett [4] ссылается на работу Ruthenberg (1980) “Farming systems in the tropics”, в которой показано, что если земля находится под чистым паром, то ей удастся за 1 год накопить 75 кг азота на 1 гектар в зонах secondary rain forest, 45 кг азота в highland forest, 15 кг в саванне.

Возможность увеличения доз внесения минеральных удобрений в данной теоретической модели предусмотрено. Автор [4] считает, что внесение минеральных удобрений может лишь до некоторой степени увеличить производство сельхозпродукции, и все равно продуктивность потом будет снижаться – по биологическим причинам.

Необходимо отметить, что сельхозпроизводитель находится не в замкнутом мире с идеальным доступом к ресурсам. Если удобрения, например, будут дорожать, то это тоже будет фактором, который повлияет на севооборот фермера и на возможность поддержки плодородия почв. Следовательно, наклон кривой на рисунке 1.2 в долгосрочной перспективе вряд ли будет сильно увеличен, и глубина почв может не вырасти, но – и не упасть!

Кроме того, в своей статье Barrett [4] предлагает оценивать взаимосвязь между земельными ресурсами (или их качеством) и производством сельхозпродукции через производственную функцию Кобба-Дугласа (1.1):

$$Q = L^a * A^b * K^c \quad (1.1)$$

где Q – производство сельскохозяйственной продукции (в зависимости интерпретации модели также используются показатели выручки от реализации сельскохозяйственной продукции, рентабельность реализованной продукции, прибыль от сельскохозяйственной деятельности или темпы роста данных показателей),

L – труд (количество занятых, затраты на оплату труда или темпы роста данных показателей),

A – земля (наличие земельных ресурсов или показатель качества земельных ресурсов),

K – капитал (инвестиции в сельхозпроизводство, себестоимость сельскохозяйственной продукции за вычетом затрат на оплату труда и земельной ренты, темпы роста себестоимости),

a, b, c – соответствующие параметры, которые необходимо оценить при решении регрессионного уравнения.

В зависимости от целей исследования и наличия данных капитал в данном уравнении может быть дефрагментирован на составляющие, в частности на затраты

минеральные удобрения, затраты на органические удобрения, затраты на семена и другие средства производства или эти же показатели в натуральном выражении.

В частности, Kruseman and Bade [11] использовали такой подход для исследования влияния устойчивого земледелия на экономику сельского хозяйства Мали. Их результаты в какой-то степени подтверждают гипотезу Баррета [4], что с увеличением чистых паров в посевных площадях отдельных хозяйств на 20% в долгосрочном периоде дает увеличение продукции с этих площадей на 50% по сравнению с контрольным хозяйством, где не делали наращивания чистых паров.

Таким образом, одним из аспектов экономики деградации почв - понять, что вынуждает фермера использовать технологии, которые способствуют деградации почв или наоборот, что вынуждает его использовать почвосберегающие технологии. Необходимо понять мотивацию фермера (или любого другого производителя), его логику. Кроме того, нам надо понимать, и горизонт видения событий фермером. Это важно для принятия решений по продолжению и развитию сельхозпроизводства.

В другой теоретической модели, которая представляет интерес для нас, Goetz [12] показывает необходимость ротации сельскохозяйственных культур в севообороте (как раз универсальный кейс диверсификации). Для этого он предлагает использовать максимизирующую производственную функцию, которую в упрощенном виде можно записать следующим образом (1.2):

$$\max \int p f(z,u) - cu \quad (1.2)$$

Где $p f(z,u)$ – функция производства сельскохозяйственной продукции (доход от реализации),

z – почвенный фактор,

u – издержки в сельскохозяйственном производстве,

cu – функция затрат в сельскохозяйственном производстве.

Модель [12] предполагает, что урожайность сельскохозяйственных культур, также как и показатель потери почв (soil losses), находятся в нелинейной зависимости от глубины почвы (soil depth). Задача предлагается решать в рамках оптимизационной проблемы размещения культур на некоторой территории. В практическом смысле такую задачу можно решать с помощью метода линейного программирования с поиском оптимального решения, как предлагали классики экономической науки Данциг и Кан-

торович в конце 30х годов [13, 14]. Кроме того, отмечается интенсивность современного земледелия, которая оказывает серьезное влияние на состояние почвенных ресурсов. Решение модели без временных и ресурсных ограничений показывает, что даже если фермеры осознают влияние почвенных потерь на уменьшение урожайности продуктов растениеводства, это не обязательно влияет на их решение изменить севооборот из-за высоких цен на данную продукцию. Следовательно, производитель будет и дальше максимизировать свою прибыль на длительном промежутке времени, и их субъективная оптимальная стратегия размещения сельхозкультур в пространстве будет сводиться к выбору одной культуры, так как, вероятно, снижает издержки на единицу площади [12].

Вместе с тем Гётц пытается обосновать, что все же поддержка устойчивого состояния почв возможно только при осознанной и научно-обоснованной стратегии выращивания некоторого набора культур в определенном порядке. И в экономике, и в сельском хозяйстве это называется диверсификацией производства. Гётц фактически предлагает разделить фермеров на два типа по качеству и долготе их планирования: первые – способны к долгосрочному планированию своего севооборота и закладывают в максимизацию полезности не только монетарную прибыль, но и плодородие почв и возможность сохранения микроэлементов в почве для будущих поколений, а вторые – занимаются лишь максимизацией прибыли без специальных усилий для поддержки плодородия почв.

Итак, мы разобрали возможности экономической теории и экономического моделирования в анализе проблем, связанных с монокультурами или диверсификацией сельскохозяйственного производства, то ниже мы более подробно остановимся на методах аграрной политики, которые способствовали развитию диверсификации в США и Канаде.

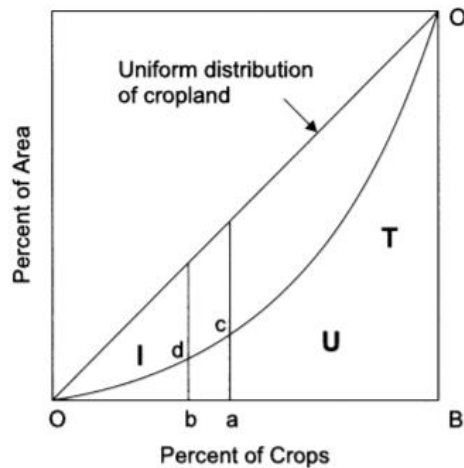
В одной из первых работ на эту тему Just and Schmitz [15] смоделировали эффекты государственных программ на диверсификацию. Джаст и Шмитц разработали национальную имитационную модель для прогнозирования воздействия различных сельскохозяйственных политик на состав сельскохозяйственных культур в США. Их модель предсказала, что программы сокращения посевных площадей увеличат диверсификацию за счет сокращения доминирующих культур в пользу разнообразия выращиваемых (новых) культур. В этом случае характер и качество диверсификации увеличивалось, но в целом эффективность такой аграрной политики была неоднозначной,

в т.ч. и из-за кратковременного эффекта. Их смоделированные результаты зависели от характера инструмента политики и от существующего сочетания сельскохозяйственных культур в регионе.

В исследовании Smith and Young (2003) [1] анализировалось развитие сельского хозяйства США и Канады в период 1975-1999 гг. Акцент был сделан на анализе диверсификации в растениеводстве путем измерения коэффициента Джинни по величине и доле посевов отдельных (наиболее распространенных культур) в этих двух странах. Также авторы проанализировали различные меры аграрной политики тех лет, которые прямо или косвенно способствовали (или мешали) расширению диверсификации (многообразию выращивания культур) в США и Канаде.

Обзор мер аграрной политики показал, что применение мер контроля за сокращением размера посевных площадей был основной сельскохозяйственной политикой в Соединенных Штатах в период 1980-1990х годов. Данная мера была создана для увеличения доходов фермерских хозяйств, что подразумевало невозможность расширения посевов, - фермер прямо получал на это отдельную субсидию. В Канаде, напротив, на диверсификацию могли повлиять политика стимулирования доходов, которая, как правило, не связана с обязательствами по выращиванию конкретных культур, что давало фермеру большую свободу выбора в своем хозяйственном плане. Предполагалось, что политика в отношении сдерживания роста распашки посевных площадей в Соединенных Штатах стала основным фактором в период 1980-1990х годов, определяющим разнообразие сельскохозяйственных культур. В Канаде же наоборот, поучилось так, что только рыночные цены оказывали решающее влияние на диверсификацию производства, выраженную в доле отдельных культур в севообороте.

Методы из статьи [1]. Разнообразие сельскохозяйственных культур вдоль канадско-американской границы измерялось с использованием коэффициента Джинни по посевам (далее GC). Шкала GC от 0 до 1 обычно используется для измерения концентрации доходов населения и концентрации отраслевого выпуска среди фирм. Чем равномернее распределение доходов или доли выпуска (т. е. больше разнообразие), тем ближе GC к нулю. В нашем случае, если GC ближе к 1, то это свидетельствует о наличии монокультуры, а если ближе к 0, то о диверсификации (см рисунок 1.3).



diversity) the closer the GC is to zero. The GC was selected over competing measures such as the concentration ratio, the Ogive index, the Herfindahl index, and entropy because of its frequent use in economics research and scope for comparison to other results.

Рисунок 1.3. Графическая интерпретация коэффициента Джинни для оценки диверсификации посевов [1]

В работе [1], делалось допущение, что соотношение цен между товарами (культуры в растениеводстве) не зависит напрямую от проводимой в стране политики. Однако, авторы признают, что меры и методы аграрной политики все равно являются следствием реальных сложившихся в регионах ценах на сельскохозяйственное сырье. Цены также рассматриваются как экзогенные, поскольку возделываемые площади в изучаемых областях составляют сравнительно небольшой процент от всех пахотных земель США и Канады.

В модель также заложен временной лаг, поскольку коэффициент соотношения цен между двумя культурами отстаёт на один период.

Соотношение цен, используемое в Канаде, представляло особенность диверсификации в растениеводстве в этой стране и включало такие коэффициенты цен производителей, как рапс-пшеница, ячмень-пшеница, чечевица-пшеница и горох-пшеница. Последнее отражало модную тенденцию по обогащению горохом почв азотными бактериями, что потенциально (по агрономической науке) способствует росту плодородия почв, - не зря горох является хорошим предшественником для пшеницы. Опыт Канады показал, что ячмень может заменить пшеницу и это тоже может отразиться на вычисляемых функциях и на выводах для политики. Кроме того, необходимо отметить, что уже в те времена в Канаде увеличивался удельный вес канолы

(разновидности рапса) в посевных площадях, и он рос на всем промежутке времени. Площади чечевицы и полевого гороха также увеличились в Канаде конце 1980-х и 1990-х годах.

Таким образом, аграрная политика США и Канады в отдельные периоды значительно воздействовала на стимулирование выращивания пшеницы (и в целом зерновых) в ущерб развитию диверсификации. Теперь приведем обзор литературы из работы Magrini et al [16] по анализу европейской политики 1960-2010 годах по диверсификации, монокультуре и отдельно по проблемам наращивания посевов гороха (зернобобовых) во Франции.

Зернобобовые растения фиксируют атмосферный азот в почве и поэтому не нуждаются в азотных удобрениях. Следовательно, зернобобовые потенциально могут уменьшить глобальное потепление, поскольку азотные удобрения являются причиной половины всех выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве. Кроме того, зернобобовые культуры обладают многими функциональными и питательными свойствами как в качестве корма, так и в качестве пищевых продуктов. Несмотря на то, что Европейский Союз предоставил значительные субсидии для содействия выращиванию зернобобовых культур, их производство продолжает падать, и нет удовлетворительного объяснения причин этого. Исследование Magrini et al (2016) [16] дает ответ, показывая, что ситуация технологической блокировки (специализация производителя на одной производственной схеме без возможности перехода на альтернативные) возникла в результате совместной эволюции систем растениеводства, основанной на агрохимической парадигме, государственной политике и динамике рынка, продиктованная чрезмерным выращиванием зерновых культур (пшеница, ячмень) ввиду значительных потребностей человечества в хлебе. Этот процесс начался с того, что европейские и французские государственные учреждения сделали исторический выбор в пользу отнесения зернобобовых культур к кормовым продуктам в условиях прямой конкуренции с импортируемой соей. Более того, взаимосвязанные факторы, такие как селекционная селекция, государственные субсидии и продовольственные системы, способствовали увеличению отдачи от внедрения зерновых в ущерб зернобобовым. Наконец, эволюционный экономический подход, используемый в обзоре литературы [23], определил несколько возможных будущих мер аграрной политики, которые должны быть реализованы вместе, такие как методы учета затрат в сельском хозяйстве, управление

азотом, институциональные инновации и рынки сбыта для продвижения зернобобовых культур и перехода к более устойчивому сельскому хозяйству [16].

Зерновые бобовые принадлежат к семейству Fabaceae и охватывают широкий спектр видов (например, горох, конские бобы, люпин, соя, чечевица и бобы). Их общими характеристиками являются фиксация атмосферного азота посредством симбиоза с почвенными бактериями для производства богатого белком зерна (в среднем от 22 до 38% белка в сухом веществе), собираемого для кормовых или продовольственных целей. Европейская терминология отличает богатые белком бобовые (включая богатые белком горох, люпин и конские бобы), исторически ориентированные на использование в качестве корма для животных после Второй мировой войны, от традиционных сухих бобовых, используемых в основном в пищу (чечевица, горох, фасоль, нут). Во всем мире зернобобовые, используемые в пищу, обычно называют бобовыми, в число которых не входят соевые бобы. Соевые бобы, классифицируемые как богатые белком бобовые и масличные культуры, составляют особую категорию из-за их двойного содержания масла и белка.

Бобовые имеют ряд преимуществ; прежде всего, они естественным образом фиксируют атмосферный азот в почве и поэтому не нуждаются в азотных удобрениях. Поэтому они способствуют снижению выбросов N₂O по сравнению с обычными культурами (пшеница, кукуруза, ячмень, рапс). Например, Jeuffroy et al. [17] продемонстрировали, что бобовые культуры выделяют примерно в пять-семь раз меньше парниковых газов на единицу площади по сравнению с другими культурами во Франции. Кроме того, зерна бобовых богаче белком, чем зерна зерновых культур, и обладают интересной питательной ценностью для кормления скота. Таким образом, бобовые корма снизят большую зависимость Европы от соевых бобов, импортируемых из Америки*. Питательные и другие технико-функциональные свойства зернобобовых также являются преимуществами для переработанных пищевых продуктов и, в более широком смысле, в фармацевтическом секторе и в химии. Тем не менее, несмотря на эти преимущества и интересные потребительские свойства, зернобобовые почти не выращиваются во Франции или Европе и не выращиваются в больших масштабах во всем

* Это может положительно сказаться на экологических проектах, связанных с реализацией Парижского соглашения по климату, поскольку в настоящее время в Южной Америке (особенно в Бразилии) до сих пор происходит значительная вырубка лесов под сельскохозяйственные нужды, что приводит как к локальной эрозии почв и потере биоразнообразия, так и к дополнительным значительным эмиссиям парниковых газов.

мире. Что касается глобального землепользования, то в исследовании Jahn et al. [18] сообщается, что в 2012 году под зернобобовыми культурами было занято менее 1 миллиона квадратных километров, тогда как под зерновыми – 7 миллионов, а под масличными культурами – около 3 миллионов. Эти авторы также отметили, что если бы сельскохозяйственные угодья были более диверсифицированы, это принесло бы значительные экологические выгоды.

Во Франции посевная площадь зернобобовых культур сокращается в течение нескольких десятилетий и составляет менее 3% посевных площадей Франции, что намного меньше, чем в Северной Америке и Азии. Например, в США посевные площади под соей составляют почти 33% посевных площадей, а под зернобобовыми — около 1%. Посевы бобовых культур во Франции составляют около 0,2%, тогда как на сухой горох, конские бобы и люпин (три основные зернобобовые культуры во Франции) приходится 1,8%, а на соевые бобы — 0,6%. С началом 2000х годов Европа предоставила значительные субсидии для увеличения выращивания бобовых, особенно для тех разновидностей бобовых, которые богаты белком. Столкнувшись с продолжающимся спадом и провалом своей предыдущей политики, Европейский союз начал исследовать причины этого провала для разработки более взвешенной политики в сторону диверсификации растениеводства и расширения посевов зернобобовых культур [19].

В ходе первой главы мы выявили, что диверсификация является важным способом разнообразия получения доходов фермеров. Кроме того, этот тип производства имеет ряд преимуществ в плане сохранения почвенного плодородия и сокращения использования химикатов в сельскохозяйственном производстве.

В следующей главе мы проанализируем проблемы монокультуры в отдельных регионах России.

2 Современные российские тренды по развитию монокультур

Современное развитие сельского хозяйства Российской Федерации характеризуется увеличением производства зерна и подсолнечника – как для внутренних целей, так и на экспорт. Однако, в отдельных регионах чрезмерное концентрация пшеницы и подсолнечника в посевах привела к сокращению органического вещества в почве, что указывает на потери плодородия почв и может

быть риском для дальнейшего развития растениеводства в России. Соответственно, необходимы экономические и законодательные стимулы по расширению диверсификации посевов (большее разнообразие выращиваемых культур), что позволит сохранить и доходы сельхозпроизводителей, и плодородие возделываемых почв.

С 2022 г. в России начинает действовать Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации [20], которая с одной стороны рассчитывает вернуть в оборот около 13 млн гектар сельскохозяйственных земель, а с другой – предполагает ряд мер государственной политики по восстановлению орошаемых и осушаемых пахотных угодий в России до 2031 года, с целью противодействия климатическим изменениям и поддержки высоких урожаев основных культур. Ранее была принята Стратегия развития агропромышленного комплекса России [21], которая кроме наращивания производственного и экспортного потенциала страны обосновывает стратегическую необходимость «сохранение благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала, особенно в части сохранения и повышения плодородия почв».

Несмотря на важность обеих программ, ряд актуальных вопросов плодородия почв и технологий возделывания уже освоенных посевных площадей в России (а их 80 млн га по данным Росстата), остались не учтены. Одним из таких вопросов является проблема концентрации пропашных культур посевных площадях в отдельных регионах России, так называемая проблема «монокультур», которая ведет к рискам истощения почв. И соответственно необходимо изучить возможность обратного процесса – «диверсификации», - когда сельхозпроизводители меняют структуру посевов и выращивают (увеличивают) распаханые земли под такими культурами, как зернобобовые культуры (например, горох), а также под однолетними и многолетними травами, являющимися важным признаком правильного содержания севооборотов, которые необходимо соблюдать для сохранения высоких урожаев в будущем.

Проблема «монокультур» в растениеводстве связана с преобладанием одной культуры в посевах, что ведет к риску возникновения болезни растений. В современной России в абсолютном смысле (когда действительно только одна культура) это встречается довольно редко, но из-за того, что в регионах стали больше выращивать

зерна и подсолнечника взамен другим культурам – это привело к значительному истощению почв за счет того, что подсолнечник и зерно значительно выносят полезные элементы из почвы [22]. Расширение посевов под зерновыми культурами и сменами подсолнечника в последние 10 лет (2010-2020 гг.) было связано, как с необходимостью обеспечения собственной продовольственной безопасности страны, так и с экспортной ориентацией российского агропродовольственного рынка, что поддерживало высокий уровень рентабельности на эти культуры.

Таблица 2.1

Рентабельность* сельскохозяйственных предприятий по специализации в 2018-2020 гг., %

Специализация	2018	2019	2020
Выращивание зерновых	21	23	42
Выращивание зернобобовых культур	29	26	39
Выращивание семян масличных культур	25	23	39
Выращивание овощей, бахчевых, корнеплодных и клубнеплодных культур, грибов и трюфелей	19	14	24
Выращивание однолетних кормовых культур	2	4	18

Источник: Росстат

В таблице 2.1 показано, что выращивание зерна и масличных культур в 2020 году в 2 раза выше, чем производство овощей и бахчей или однолетних кормовых культур. Однако, до «ковидной» эпидемии рентабельность зерна и подсолнечника была выше лишь на несколько процентных пунктов. Также отметим высокую рентабельность при выращивании зернобобовых культур, например, гороха, который является также «защитной» культурой, поскольку аккумулирует азот в почве, что способствует сохранению плодородия пахотных угодий. Ниже в таблице 3 мы попытались найти данные по посевам основных культур по сопоставимому списку продукции.

В таблице 2.2 (ниже) показано, что зернобобовые культуры занимают не более 2% всех посевов в России – 2 млн гектар (округленно). В период 2000-2020 гг. посевы зерна (в основном пшеницы и ячменя) агрегировано выросли с 42 до 46 млн гектар, достигши 57% в структуре посевных площадей. Значительно (на 4 млн гектар) увеличились посевные площади под масличными культурами – до 13 млн гектар в 2020 году, что увеличило и их долю в структуре до 16%. Доля корнеплодов, овощей и продовольственных бахчей (агрегировано) сократилась до 3% посевов в 2020 году.

* Рентабельность (для данной таблицы) – это соотношение прибыли к себестоимости проданных товаров и услуг.

Удельный вес однолетних и многолетних трав (на корм скоту) снизился с 21 до 16% за отчетный период.

Таблица 2.2

Дифференциация посевов и структура посевных площадей в России в период 2000-2020 гг.

Вид продукции	млн. га (округленно)			структура, %		
	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Зерновые	42	45	46	56	57	57
Зернобобовые (горох)	1	2	2	2	2	2
Масличные	9	10	13	12	13	16
Корнеплоды, овощи и продовольственные бахчи	4	3	3	5	4	3
Однолетние и многолетние травы на корм скоту	15	15	12	21	18	16

Источник: расчеты авторов по данным Росстата

Далее перейдем к более детальному анализу взаимосвязи проблемы концентрации посевов с плодородием почв. Основная гипотеза исследования заключалась в том, что рост концентрации зерна и подсолнечника в посевах (для данного кейса это оценивалось, как характеристика «монокультур»), ведет к сокращению плодородия почв, например, через показатель органического вещества и через показатель продуктивности посевов (урожайность).

Плодородие почв измеряется различными характеристиками содержания органического вещества в почвах возделываемых угодий, а также иными показателями, как содержание обменного калия, подвижного фосфора, микроэлементов, или уровня кислотности почв. Согласно статье 16 главы IV Федерального закона «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» [23] «Государственный мониторинг земель сельскохозяйственного назначения ... представляет собой систему наблюдений, оценки и прогнозирования, направленных на получение достоверной информации о состоянии и об использовании земель сельскохозяйственного назначения.» Несмотря на это до сих пор в России очень мало агрохимических служб, которые публикуют данные о проведенных агрохимических обследования в открытых ресурсах, что делает анализ влияния сельскохозяйственной деятельности на плодородие почв всех регионов России затрудненным. Поэтому для целей настоящего исследования мы пошли другим путем.

Для данного исследования мы нашли в открытых источниках информацию только о показателе содержания *органического вещества* (гумуса) в пахотных землях

только 11 регионов России: Белгородская, Липецкая, Тамбовская, Воронежская, Ростовская, Волгоградская, Пензенская, Ульяновская, Саратовская, Самарская и Оренбургская областей – итого территория в почти 28 млн гектар посевов (больше трети всех посевных площадей Российской Федерации). Этот макро-регион представляет собой важную часть возделываемых сельскохозяйственных угодий России и затрагивает, начиная с западных границ Российской Федерации, Центрально-Черноземный район, часть побережья Азовского и Черного морей, двигаясь на восток через Юг Поволжья в оренбургские степи – т.е. достаточно протяженную неразрывную территорию, состоящую из почти 350 муниципальных образований. В нашем распоряжении были полные данные о 280 муниципалитетах этих регионов, включая данные местных агрохимических службы о доле органического вещества в почвах*, а также данные Министерства сельского хозяйства России за 2013-2016 гг. о посевных площадях, урожайности (продуктивности посевов), структуре посевов и рентабельности деятельности сельскохозяйственных организаций в этих субъектах федерации. Таким образом, это позволило нам выстроить и изучить основные закономерности влияния концентрации зерновых и подсолнечника на рентабельность предприятий, а также на плодородие почв и продуктивность посевов.

Корреляционная матрица в таблице 2.3 (ниже) показывает, что распространение гумуса (органического вещества) положительно связано с продуктивностью посевов (0.40), и напротив рост концентрации зерна и подсолнечника отрицательно связан с органическим веществом (-0.21) и с продуктивностью посевов (-0.36). Увеличение рентабельность в сельском хозяйстве положительно связано концентрацией посевов зерна и подсолнечника (0.15), что свидетельствует о том, что рост зерна и подсолнечника является важным фактором в увеличении финансовой эффективности сельхозорганизаций в данных регионах.

* Поскольку каждая региональная агрохимслужба работает независимо от соседних служб, то здесь представлен довольно широкий временной промежуток сбора данных с 2014 по 2020 гг.

Таблица 2.3

Корреляционная матрица основных показателей по выбранным районам

ПОКАЗАТЕЛИ	Гумус	Рентаб. в с\х	Доля зерна и подсолн. в посевах	Продуктивность посевов
Гумус	1	-	-	-
Рентаб. в сельском хозяйстве	0.15	1	-	-
Доля зерна и подсолн. в посевах	-0.21	0.15	1	-
Продуктивность посевов (урожайность)	0.40	0.36	-0.36	1

Источник: расчеты авторов по данным 280 муниципалитетов из агрегированной базы данных, составленной авторами по данным МСХ РФ и региональных агрохимслужб

Далее рассмотрим территориальное распределение этих показателей более детально с помощью карт.

На рисунке 2.1 (ниже) показано пространственное распределение органического вещества в возделываемых почвах пахотных угодий муниципалитетов этого макро-региона. На рисунке 10 «черным» цветом указаны районы, где содержание органического вещества очень низкое – менее 2.5%, что мешает получать высокие урожаи. Рисунок 2.1 демонстрирует, что наиболее сильная деградация сельскохозяйственных угодий заметна на юге Ростовской области, юго-востоке Волгоградской области, а также в некоторых степных районах Оренбургской области. Отметим, что в Ростовской области, Волгоградской области, на севере Саратовской области и на юго-востоке Оренбургской области много районов «коричневого» цвета, что также характеризуют низкие уровни содержания гумуса – от 2.5% до 3.5%.

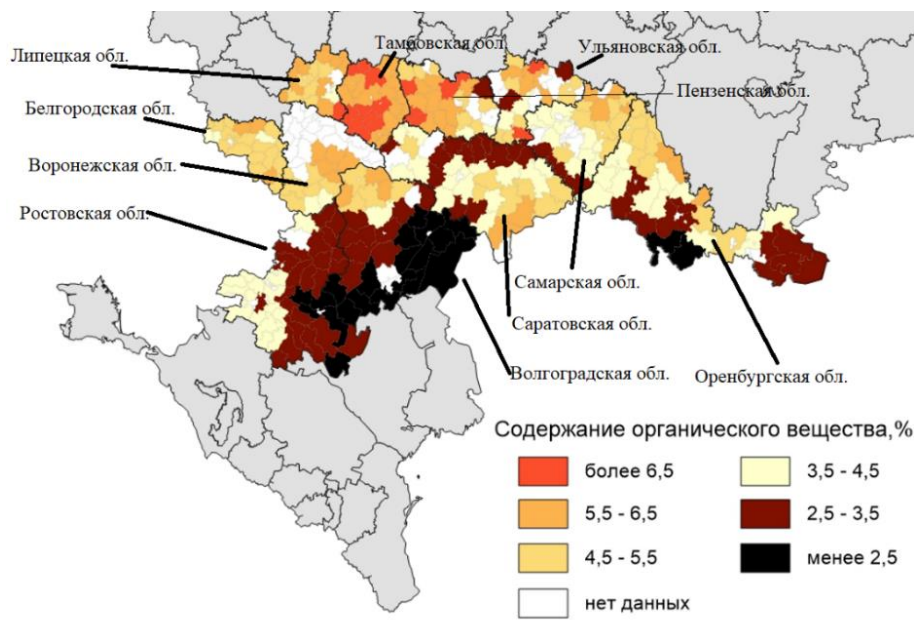


Рисунок 2.1. Содержание органического вещества (гумуса) в почвах возделываемых пахотных угодий в выбранных регионах России, %

Источник: составлено авторами по данным региональных агрохимслужб

Напротив, наиболее плодородные и недеградированные почвы, как правило, черноземы, расположены в Тамбовской и Пензенской областях – там больше всего районов с содержанием гумуса от 5.5 до 6.5 и выше 6.5%, что характеризуется высоким уровнем земледелия.

Согласно рисунку 2.2 продуктивность посевов в выбранном макро-регионе смещается с запада, с Центрально-Черноземного района (Белгородская, Липецкая и Тамбовская области) на юг в сторону юго-востока Волгоградской области и далее в степи Оренбургской области. Таким образом если в Центрально-Черноземных областях как правило и гумус выше (5.5-6.5% и выше) и урожайность в среднем 3.5-4.5 т зерн. ед/ га и выше, то на юге Поволжья и в степных регионах гумус снижается до 2.5% (и ниже) и урожайность 1-1.5 т зерн ед/ га и ниже 1 т зерн. ед./га.

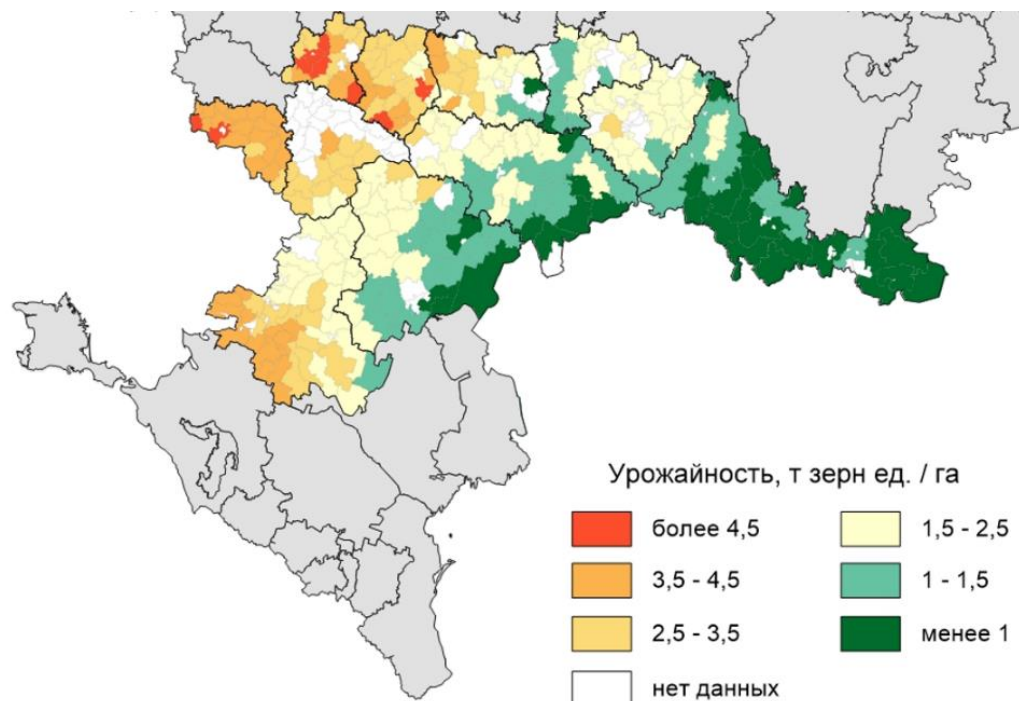


Рисунок 2.2. Продуктивность посевов * в выбранных регионах в среднем за 2013-2016 гг., т зерн. ед. / га

Источник: расчеты авторов по данным Минсельхоза РФ

Теперь перейдем к показателю, с которого мы начинали наше исследование, а именно показатель концентрации зерна и подсолнечника в посевах, как основной индикатор «монокультур» в данном макро-регионе России.

На рисунке 2.3 (ниже) показано, что наибольшее количество районов с очень высоким уровнем концентрации зерна и подсолнечника в посевах (более 90%) сосредоточено в Саратовской и Волгоградской областях. Также в этих регионах, а также во многих муниципалитетах Ростовской и Тамбовской областей находится значительное количество районов с преобладанием зерна и подсолнечника в посевах в размере 80-90%. Наиболее диверсифицированные районы (с точки зрения сокращения доли посевов зерна и подсолнечника), где доля зерна и подсолнечника в посевах не превышают 50% находятся в Белгородской области и некоторые – в Пензенской области. Далее перейдем к анализу карты с показателем содержания органического вещества

* Продуктивность посевов рассчитывалась по данным о валовом производстве и посевных площадях шести основных культур (по другим видам продукции не было полных данных): зерно (без кукурузы), подсолнечник, соя, сахарная свекла, картофель, овощи открытого грунта. Показатель валового сбора переводили в сопоставимый эквивалент зерновых единиц (зерн. ед.) и делили на сумму посевных площадей. Переводные коэффициенты в сопоставимый эквивалент зерновых единиц взяты из Приказа МСХ РФ N 330 от 6 июля 2017 года. [24]

(гумуса) в почвах исследуемых районов. Далее перейдем к анализу показателя рентабельности.

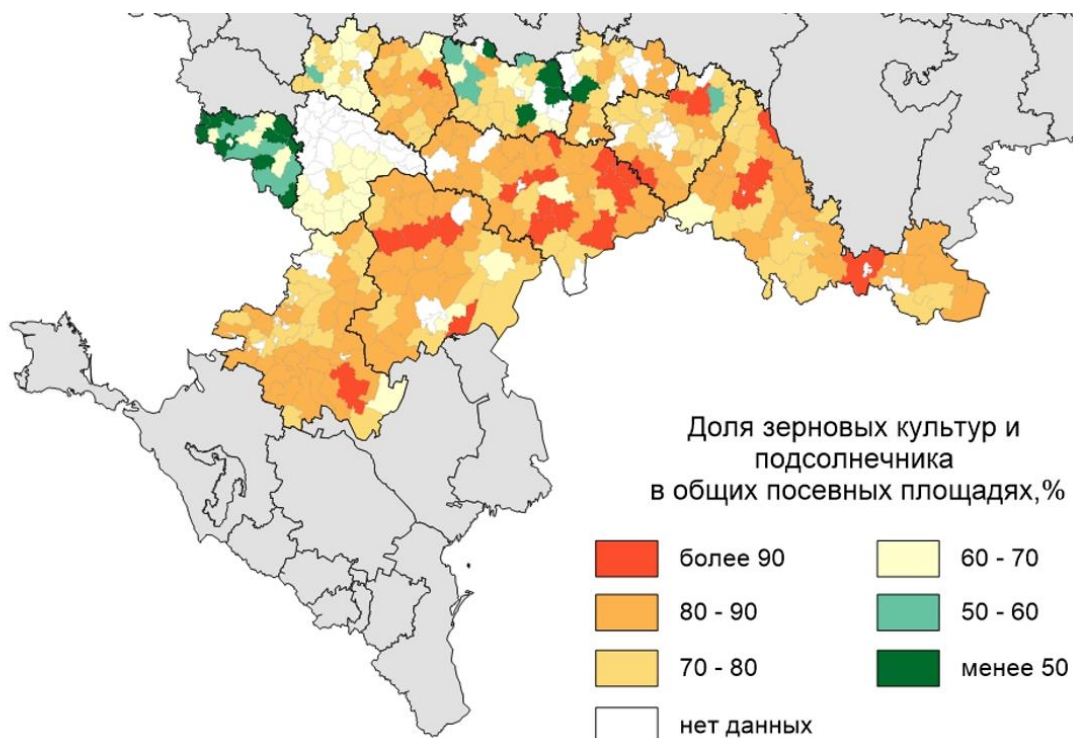


Рисунок 2.3. Концентрация зерна и подсолнечника в посевах сельскохозяйственных организаций, %

Источник: расчеты авторов по данным базы данных Минсельхоза РФ по сельхозорганизациям в среднем за 2013-2016 гг.

На рисунке 2.4 (ниже) показана рентабельность сельскохозяйственного производства в исследуемых районах. Так как период 2013-2016 гг. характеризовался в том числе и девальвацией рубля, это в целом принесло сельхозпроизводителям высокий рост цен на их продукцию и соответствующую рентабельность, как правило выше 100% и даже 190% и выше, что сделало их деятельность (во всяком случае в этот период) высокопроизводительной и эффективной с финансовой точки зрения.

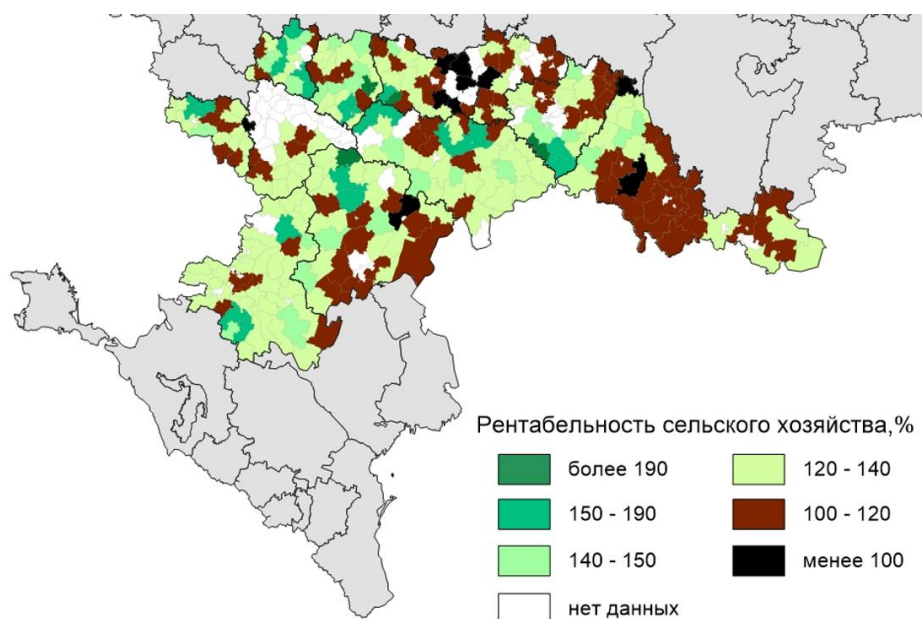


Рисунок 2.4. Рентабельность (соотношение выручки к себестоимости) сельскохозяйственного производства, %

Источник: расчеты авторов по данным базы данных Минсельхоза РФ по сельхозорганизациям в среднем за 2013-2016 гг.

Применительно к нашей теме, мы отметим, что ряд районов Волгоградской и Оренбургской области здесь имеют низкую рентабельность относительно других районов (100-120%) и тесно коррелируют с теми районами, где наиболее низкое плодородие почв (содержание органического вещества) – см рисунок 2.1(выше).

Значительная часть территории Ростовской и Саратовской области характеризуется рентабельностью 120-140%. Несмотря на то что это, конечно, хороший финансовый результат, большинство этих районов расположены в местах низким уровнем гумуса (2.5-3.5%) и высокой долей посевов зерна и подсолнечника (80-90% или 90%), что так или иначе свидетельствует о том, что рост зерна и подсолнечника более 80% в посевах влияет на сокращение органического вещества и в целом на рентабельность в сельском хозяйстве.

Наиболее высокая рентабельность в сельском хозяйстве (150-190 и выше 190%) сложилась в районах Липецкой и Тамбовской областях, в которых наиболее высокий уровень гумуса в почвах (6.5% и более). Кроме того, в Липецкой области довольно низкая (по сравнению с другими регионами) концентрация посевов зерна и подсолнечника, что позволяет положительно оценивать уровень диверсификации

производства за счет расширения посевов сахарной свеклы, а также картофеля и овощей открытого грунта.

Таким образом, на примере районной статистики мы продемонстрировали, что проблема концентрации посевов зерна и подсолнечника может трактоваться как проблема существования феномена «монокультур», поскольку влияет на сокращения органического вещества в почвах отдельных районов. Далее перейдем к анализу отдельного кейса, связанного с концентрацией подсолнечника в посевах.

Современное развитие сельского хозяйства Российской Федерации характеризуется увеличением производства подсолнечника – как для внутренних целей, так и на экспорт. Однако, в отдельных регионах чрезмерное концентрация подсолнечника в посевах приводит к потере плодородия почв, что выражается в низких уровнях урожайности основных культур и может быть риском для дальнейшего развития растениеводства в России. Соответственно, необходимы экономические и законодательные стимулы по расширению диверсификации посевов (большее разнообразие выращиваемых культур), что позволит сохранить и доходы сельхозпроизводителей, и плодородие возделываемых почв.

Далее перейдем к более детальному анализу взаимосвязи проблемы концентрации посевов с плодородием почв. Основная гипотеза исследования заключалась в том, что рост концентрации подсолнечника в посевах (для данного кейса это оценивалось, как характеристика «монокультур»), ведет к сокращению плодородия почв, например, через показатель продуктивности (урожайности) посевов.

В настоящем исследовании анализировалось 11 ведущих регионов России по производству подсолнечника: Белгородская, Липецкая, Тамбовская, Воронежская, Ростовская, Волгоградская, Пензенская, Ульяновская, Саратовская, Самарская и Оренбургская областей – итого территория в почти 28 млн гектар посевов (больше трети всех посевных площадей Российской Федерации). Этот макро-регион представляет собой важную часть возделываемых сельскохозяйственных угодий России и затрагивает, начиная с западных границ Российской Федерации, Центрально-Черноземный район, часть побережья Азовского и Черного морей, двигаясь на восток через Юг Поволжья в оренбургские степи – т.е. достаточно протяженную неразрывную территорию, состоящую из почти 350 муниципальных образований (в нашем случае это являлось основной единицей наблюдения). На рисунке 2.5 (ниже) представлен показатель доли подсолнечника в посевах сельскохозяйственных организаций выбранных

областей. Красным и коричневым цветом показано, что наибольший вес подсолнечника в посевах приходится на районы Саратовской области, а также отдельных районов Волгоградской области, Самарской и Оренбургской областях.

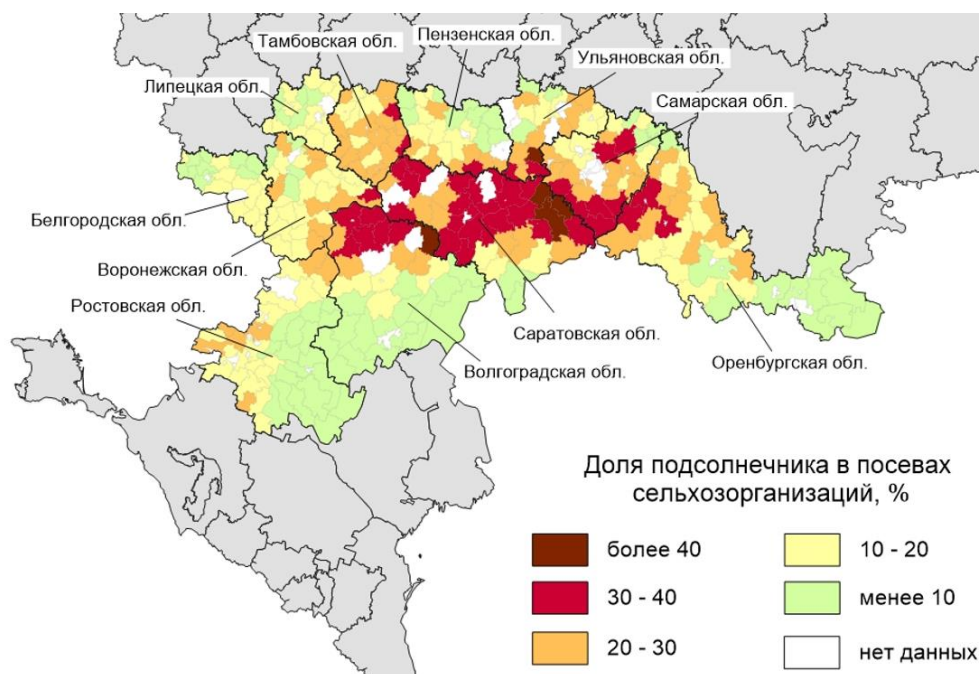


Рисунок 2.5. Доля подсолнечника в посевах сельскохозяйственных организаций, в среднем за 2013-2016 гг.

Источник: расчеты авторов по данным Минсельхоза РФ (только по сельхозорганизациям)

Мы предполагаем, что доля подсолнечника может быть одним из факторов, влияющим на продуктивность посевов, или агрегированную урожайность культур. В нашем распоряжении были данные по 275 муниципалитетам этих регионов, включая данные местных агрохимических службы о доле органического вещества в почвах^{*}, а также данные Министерства сельского хозяйства России за 2013-2016 гг. о посевных площадях, урожайности (продуктивности посевов), структуре посевов, уровне затрат в растениеводстве и рентабельности деятельности сельскохозяйственных организаций в этих районах перечисленных субъектов федерации. Кроме того, использовались данные метеорологических станций о выпавших в районах осадках (средний уровень за 2012-2020 гг. [25]). В качестве показателя эрозии почв был взят средний уровень

^{*} Поскольку каждая региональная агрохимслужба работает независимо от соседних служб, то здесь представлен довольно широкий временной промежуток сбора данных с 2007 по 2020 гг. Полный список источников по данным о содержании органического вещества в данных областях можно получить по обращению к Антону Строкову strokov-as@ganepa.ru.

эрозии в 2012 году (выражен в тоннах с 1 гектара) из Европейской базы данных об уровне эрозии почв [26]. Таким образом, это позволило нам выстроить и изучить основные факторы, влияющие на пространственную изменчивость урожайности.

В исследовании оценивалось влияние ряда природно-климатических и хозяйственных факторов на урожайность. К *природно-климатическим* мы относим количество среднегодовых выпавших осадков (мм в год), средний уровень эрозии почв в районе (т/га), содержание органического вещества в пахотных угодьях почв района (%). К *хозяйственным* относим: долю подсолнечника в посевах (%), а также по отдельности уровень использования минеральных и органических удобрений (руб/ га). С помощью линейно-логарифмической уравнения (2.1) оценивались эластичности, для определения вклада факторов в изменчивость урожайности (продуктивности) пашни.

$$\ln(\text{YIELD}) = \text{const} + a_1 * \ln(\text{precip}) + a_2 * (\text{eros_mean}) + a_3 * (\text{humus}) + a_4 * (\text{share_sunf}) + a_5 * (\text{mincost_ha}) + a_6 * (\text{orgcost_ha}) \quad (2.1)$$

где YIELD – это агрегированная урожайность шести основных культур, выраженная в зерновых единицах, т/га

const – независимая переменная

precip – среднегодовой уровень выпавших в районе осадков, мм

eros_mean – среднегодовой уровень эрозии почв, т/га

humus – доля органического вещества в пахотных почвах района, %

share_sunf – доля подсолнечника в посевах сельхозорганизаций района, %

mincost_ha – среднегодовые затраты на минеральные (химические) удобрения в хозяйствах района, руб/га

orgcost_ha – среднегодовые затраты на органические удобрения в хозяйствах района, руб/га

$a_1 \dots a_6$ – оцениваемые параметры уравнения (2.1).

Таблица 2.4

Оценка параметров уравнения (2.1)* для определения вклада факторов в изменчивость урожайности в исследуемых районах

Факторы	Оценки параметров (const, a ₁ ... a ₆)	Стд. отклон. (округл.)	t	P> t
const	-5.18	0.68	-7.58	0.000
precip	0.77	0.12	6.44	0.000
eros_mean	0.13	0.02	5.79	0.000
humus	0.16	0.06	2.77	0.006
share_sunf	-0.05	0.02	-2.86	0.005
mincost_ha	0.16	0.01	14.22	0.000
orgcost_ha	0.005	0.004	1.15	0.250

Источник: расчеты авторов по уравнению (1.1)

Оцениваемые факторы составляют 76% изменчивости зависимой переменной (урожайности).

Результаты расчетов (см табл. 2.4) показывают, что наибольший вклад среди природно-климатических факторов в рост урожайности – это рост выпавших осадков ($a_1 = 0.77$). Среди анализируемых хозяйственных факторов наибольший вклад – у химических удобрений ($a_5 = 0.16$) Доля подсолнечника влияет на снижение урожайности ($a_4 = -0.05$), что подтверждает гипотезу. Остальные факторы положительно влияют на урожайность посевов. Все факторы статистически значимы, кроме фактора использования органических удобрений. Последнее может отражать недостаточный уровень внесения навоза в сельскохозяйственных организациях.

Таким образом, можно считать, что увеличение доли подсолнечника является фактором, влияющим на снижение урожайности (общей продуктивности) пахотных угодий.

Увеличение концентрации подсолнечника в посевах (30% и выше) сельхозорганизаций влияет на общее уменьшение продуктивности посевов в пространственном разрезе. Особенно это характерно для районов Саратовской области (а также некоторых районов Волгоградской, Самарской и Оренбургской областей), нуждающихся в дополнительных стимулах по диверсификации и расширению многообразия выращиваемых культур.

В отдельных районах Центрально-Черноземья (Липецкая и Тамбовская области) сложился сравнительно низкий уровень концентрации подсолнечника, что

* Справочно другие результаты регрессии: Количество наблюдений (N) = 275, F = 143.12, R² = 0.7621.

позволяет развивать диверсифицированное производство других культур и повышать общее плодородие пахотных угодий.

Рекомендации: Необходимы меры по стимулированию диверсификации как отдельных зерновых культур, так и овощных культур и однолетних и многолетних трав. Это могут быть субсидии на диверсификацию посевов и ограничения по выращиванию подсолнечника. Также необходимо распространение научно-популярных знаний и подходов, которые бы способствовали изменению специализации хозяйств в сторону большей диверсификации.

В качестве мер борьбы с чрезмерной концентрацией посевов подсолнечника можно использовать опыт Краснодарского края, где введены ограничения на выращивание подсолнечника более 1 раза в течение 8 лет [27], или Оренбургской области, где с 2020 года производители подсолнечника ограничены в получении субсидий, если засеивают более 20% [28] своих угодий подсолнечником. Ранее (с 2009 по 2012 гг.) ограничения на выращивание подсолнечника на более чем 15% посевных площадей действовали в Ростовской области [29]. Таким образом, региональные власти располагают множеством вариантов мер и методов борьбы с монокультурой, что создает возможности использования опыта других регионов и в совокупности с другими мерами поддержки может стимулировать переход к более диверсифицированным типам севооборотов, которые бы поддерживали более высокий уровень производства и эффективности сельскохозяйственных организаций. Таким образом, наше исследование показало, что увеличение концентрации подсолнечника в посевах (30% и выше) сельхозорганизаций имеет следствием снижение продуктивности посевов в пространственном разрезе (на примере сельскохозяйственных организаций Самарской области). Кроме того, фактор доли подсолнечника в посевах снижает показатель технической эффективности хозяйств за счет дополнительных затрат. В модели стохастической границы производственных возможностей это выражено положительным значением параметра при доле подсолнечника в функции неэффективности.

Для поддержки плодородия посевов при высокой концентрации подсолнечника целесообразно повысить внимание к таким хозяйствам через введение требования увеличения частоты участия в государственном мониторинге плодородия почв с целью стимулирования применения комплекса мер, обеспечивающих сохранения плодородия земель.

Требуется развитие службы сельского консультирования для распространения знаний адаптивного (ресурсосберегающего) сельского хозяйства с возможностями ухода от монокультур.

3 Особенности аграрной политики России по внедрению мер по диверсификации в растениеводстве

Для разработки сценариев необходимо выявить современные тренды развития диверсификации и монокультур в России на примере отдельных регионов.

Современное развитие сельского хозяйства России характеризуется наращиванием производства сельскохозяйственной продукции – особенно в секторах производства зерна, подсолнечника, мяса птицы и свинины, - а также нисходящим трендом субсидирования сельского хозяйства со стороны государства. С 2013 года, когда Россия вступила во Всемирную торговую организацию (ВТО), начался процесс реструктуризации поддержки сельского хозяйства, поскольку, согласно, взятым на себя обязательствам ВТО Россия должна была сократить прямую поддержку фермеров, которая оказывала искажающее влияние на рынок и цены, и увеличить косвенную поддержку. На рисунке 3.1 (ниже) видно, что за период 2013-2020 гг. производство сельскохозяйственной продукции в стоимостном выражении выросло с 4447 до 6468 млрд рублей (в сопоставимых ценах 2020 года), при том что объем государственных субсидий, выделяемых сельскохозяйственным товаропроизводителем в реальном выражении снизился с 238 до 150 млрд рублей (в сопоставимых ценах 2020 года). Таким образом, удельный вес субсидий в стоимости сельскохозяйственной продукции сократился с 5 до 2 процентов.



Рисунок 3.1. Стоимость продукции сельского хозяйства и государственная поддержка сельскохозяйственных производителей (в сопоставимых ценах 2020 г.)*

Источник: расчеты авторов по данным Росстата и Министерства сельского хозяйства России

Однако, существует и другой подход к оценке государственного вмешательства в производство сельскохозяйственной продукции – это методология ОЭСР по оценке прямой и косвенной государственной поддержке сельскохозяйственного производства. Прямая поддержка называется PSE (producer support estimate) и характеризуется собой оценку прямых выплат производителям продукции[†], а также поддержку цен (как правило за счет внешнеторговых мер). Косвенная поддержка – это GSSE (general services support estimate), т.е. финансирование государством различных инфраструктурных проектов, обеспечивающих общую деятельность (функционирование) агропромышленного комплекса, например, затраты на маркетинг, на ветеринарию и иного рода инспекцию, на науку и образование в сфере сельского хозяйства и т.п. В нашем распоряжении были данные ОЭСР [30] за период 2013-2017 гг., где видно, что в фактических ценах оценка государственной поддержки PSE более, чем в два раза выше, чем прямые субсидии сельского хозяйства, о которых мы говорили в рисунке 3.1 (и в абзаце выше).

* Индекс дефлятор был рассчитан исходя из индекса цен сельскохозяйственных организаций на продукцию сельского хозяйства и охота по показателю декабрь к декабрю предыдущего года.

[†] Справочно отметим, что фактически государственные субсидии входят в прямую поддержку по методике ОЭСР.

Таблица 3.1

Оценка прямой и косвенной государственной поддержки в сельском хозяйстве России (по методике ОЭСР), млн руб (фактические цены)

Расшифровка показателя	Показатель (название на английском языке)	2013	2014	2015	2016	2017
Прямая поддержка сельскохозяйственных производителей, всего	III.1 Producer Support Estimate (PSE)	431 258	483 476	580 596	703 499	575 299
в т.ч. Поддержка, основанная на выпуске продукции	A. Support based on commodity outputs	207 150	298 192	358 084	497 451	404 864
в т.ч. поддержка рыночных цен	A1. Market Price Support	165 799	274 768	336 793	473 920	388 253
выплаты по выпуску продукции	A2. Payments based on output	41 351	23 423	21 291	23 531	16 611
Поддержка приобретения средств производства	B. Payments based on input use	174 778	143 027	172 632	149 843	138 124
в т.ч. на отдельные виды затрат (оборотных средств)	B1. Variable input use	49 836	35 982	61 311	30 728	25 573
на основные средства	B2. Fixed capital formation	121 303	103 137	107 327	115 677	108 417
на обеспечение услуг на ферме	B3. On-farm services	3 640	3 909	3 994	3 439	4 134
Поддержка текущих объемов производства или средств производства	C. Payments based on current A/An/R/I, production required	39 274	31 982	40 940	34 206	16 841
Прочие виды прямой поддержки	G. Miscellaneous payments	10 057	10 276	8 941	22 000	15 470
Косвенная поддержка сельского хозяйства за счет финансирования общих мер	IV. General Services Support Estimate (GSSE)	115 952	78 213	98 789	79 956	79 273
в т.ч. Расходы на науку, образование и инновации	H. Agricultural knowledge and innovation system	33 612	26 248	34 080	26 249	27 078
на инспекцию и контроль за предприятиями сельского хозяйства	I. Inspection and control	19 732	23 567	22 910	11 151	11 029
на развитие и поддержку инфраструктуры на селе	J. Development and maintenance of infrastructure	12 810	9 299	15 182	18 163	19 475
на маркетинг и продвижение продукции	K. Marketing and promotion	2 266	527	814	1 379	1 285
на государственные запасы	L. Cost of public stockholding	3 214	1 951	3 923	3 500	3 711
на иные цели (прочие общие расходы)	M. Miscellaneous	44 319	16 621	21 879	19 514	16 694

Источник: ОЭСР

В таблице 3.1 показана оценка государственной поддержки сельского хозяйства России по методике ОЭСР за период 2013-2017 гг. В ходе анализа таблицы 1 выявлено, что за исследуемый период показатель прямой поддержки вырос с 341 млрд рублей (в 2013 г.) до 703 млрд рублей (в 2016 г.) и потом сократился до 575 млрд рублей (в 2017 г.). Напротив, показатель поддержки общих мер сократился со 115 до 79 млрд рублей в 2017 году. Т.е. вместо того, чтобы наращивать общие меры (косвенная поддержка) Россия увеличивала поддержку прямую, что было связано противостоянием Правительства России против экономических санкций, которые ввели против России некоторые страны, как США, Евросоюз, а также Канада и Австралия.

В таблице видно, что в группе прямой поддержки производителей (PSE) наиболее значительную поддержку получили производители сельскохозяйственной продукции за счет поддержки рыночных цен (A1), которая выросла с 165 до 388 млрд рублей в период 2013-2017 гг, т.е. более чем в два раза! Субсидии на выпуск продукции (A2) сократились с 40 до 16 млрд рублей за анализируемый промежуток времени. Наиболее стабильным выглядит показатель субсидий на поддержку основных фондов (B2) – почти все годы на уровне 100 млрд. рублей. Субсидии, выделяемые на закупку оборотных средств (группа B1), имели тенденцию к снижению и по факту уменьшились с 50 до 25 млрд рублей (т.е. в 2 раза) к 2017 году.

Кроме того, существенно сократились субсидии, направленные на поддержку текущих объемов производства или средств производства (группа C) – они сократились в отчетном периоде в 2 раза и к 2017 году составили лишь около 17 млрд рублей. Эта группа интересна тем, что здесь большая часть субсидий проходила по графе погектарных субсидий производителям продукции растениеводства, которые стали получать эту субсидию с 2013 года в размере 37 млрд рублей. Но в 2017 году на эту меру поддержки государство выделило лишь 15 млрд рублей.

В группе общих мер поддержки (GSSE) затраты на науку и образование снизились с 33 до 27 млрд рублей; на инспекцию и контроль с 19 до 11 млрд рублей; а расходы на инфраструктуру, напротив, увеличились с 12 до 19 млрд рублей к 2017 г. Также значительно сократились «прочие общие расходы» (группа M), что связано со значительным сокращением прямых трансфертов Россельхозбанку со стороны государства (с 30 до 5 млрд рублей).

Далее необходимо выявить, как государственная поддержка сельского хозяйства России влияла на процессы диверсификации – разнообразия выращиваемых

культур. Отдельной меры по субсидированию диверсификации в России нет. Но можно выявить некоторые косвенные меры, которые так или иначе могли бы способствовать наращиванию диверсификации в производстве продукции растениеводства.

Наибольшая часть государственной поддержки в стоимостном выражении приходится на меру по поддержке цен. Однако, здесь усилия государства неравномерно распределены на рынке, и если поддержка цен производителей мяса и молока идет с положительным знаком – суммарно 1594 млрд рублей за 2013-2017 гг., то поддержка производства продукции растениеводства идет с отрицательным знаком минус 400 млрд рублей за указанные пять лет. В данном случае положительный знак означает, что действия государства (как правило за счет внешнеторговых пошлин и квот) повышают цену на рынке – в нашем случае для производителей продукции животноводства, а отрицательный знак, что действия Правительства уменьшают цены на рынке, что видно на примерах подсолнечника, пшеницы, ячменя и других зерновых культур. Исключения здесь сахар, производители которого получили положительную поддержку цены в размере 127 млрд рублей (совокупно за период 2013-2017 гг.) и производители картофеля, которые получили положительную поддержку цены один раз в 2014 году в размере почти 35 млрд рублей. Кроме того, положительную поддержку получили производители «прочих видов продукции» - совокупно 290 млрд рублей, что могло повлиять на рост производства отдельных маргинальных культур в различных регионах России.

В разделе В1, куда входят меры по субсидиям на закупку оборотных средств есть много различных направлений. Все прочие меры, которые так или иначе могли бы способствовать диверсификации в разделе В1 – это, например, субсидии на элитные семена, которая выдается каждый год и суммарно выдали почти 14 млрд рублей за период 2013-2017 гг. На страхование посевов выделили почти 20 млрд рублей суммарно за анализируемый период.

Среди программы поддержки приобретения основных фондов (В2) наиболее значительные выплаты, которые касались возможности диверсификации посевов, были сделаны в рамках программы «Мелиорации» - суммарно 16 млрд рублей за анализируемый период. Также способствовали диверсификации гранты на строительство теплиц закрытого грунта – суммарно 16.6 млрд рублей в период 2014-2017 гг. Также наращиваются субсидии в поддержку посадок (закладки и уход) многолетних насаждений – 8.6 млрд рублей суммарно в период 2013-2017 гг.

В группе С, куда входили меры поддержки текущих объемов производства (или использования текущих факторов производства, например, посевных площадей), наиболее значительные выплаты были по погектарной поддержке, на которую суммарно выделили 149 млрд рублей всего за 2013-2017 гг. Кроме того, 4 млрд рублей получили производители плодов и ягод за сохранение своих садов, и 2.5 млрд рублей было выделено в поддержку производства кормовых культур на территориях Крайнего Севера в рамках мероприятий по поддержке малопродуктивных земель.

Под диверсификацией мы подразумеваем многообразие выращиваемых культур в сельском хозяйстве. Для комплексной оценки диверсификации будем использовать индекс Тея [31]. Ранее подобный подход для оценки диверсификации и концентрации посевов использовался в работе Финке и Свансон [32] по фермам в штате Иллинойс период 1938-1970 гг. Формула (3.1) показывает, как рассчитывать индекс диверсификации для посевов различных n видов сельскохозяйственных культур.

$$D = -\sum p_i \ln(p_i) \quad (3.1),$$

Где D – расчетный индекс диверсификации (от 0 до 2);

p_i – доля определенной культуры (или группы культур) в посевной площади хозяйства или района.

Согласно Финке и Свансон [32] индекс диверсификации D рассчитывается на уровне хозяйства или региона и характеризует степень концентрации посевов в случае, если одна или две культуры преобладают в посевной площади – показатель приближается к нулю (0), или характеризует диверсификацию (многообразие) выращиваемых культур, если показатель больше 1 и движется к значению 2. Приведем пример расчета этого показателя в трех различных вариантах для посевных площадей в России в период 2013-2021 гг по хозяйствам всех категорий.

В первом варианте был рассчитан индекс диверсификации на основании 14 различных групп (d_{14}) сельскохозяйственных культур, покрывающих всю площадь посевов в России в 80 млн гектар. Группы следующие: 1 пшеница и ячмень, 2 кукуруза на зерно, 3 прочие зерновые, 4 зернобобовые, 5 масличные, 6 лен долгунец, 7 сахарная свекла и кормовые корнеплоды, 8 картофель, 9 овощи открытого грунта, 10 бахчи продовольственные, 11 однолетние травы, 12 многолетние травы, 13 кукуруза на си-

лос (кукуруза на корм), 14 прочие культуры. В этой структуре наибольший вес занимают пшеница и ячмень – их совокупная доля в 2013 году составляла 44 процента всех посевов в России. К 2021 году их доля в посевах достигла 46%. Другая крупная группа – это масличные культуры, куда входят подсолнечник, рапс и соя, а также горчица. Эта группа больше всего наращивала свой удельный вес в посевах – в период 2013-2021 гг их доля увеличилась с 14 до 21% в общей посевной площади в России. За этот же период площадь прочих зерновых снизилась с 9 до 6 процентов, а площадь под кормовыми многолетними травами уменьшилась с 14 до 12 процентов. Доля кукурузы на зерно выросла с 3 до 4 процентов, а зернобобовых – осталась на уровне 3 процентов (округленно). Доля картофеля снизилась с 2 до 1 процента, а доля овощей открытого грунта – осталась на уровне 1 процента (округленно). Доля группы сахарной свеклы и кормовых корнеплодов также держалась на уровне 1 процента (округленно) от всех посевов в России. Таким образом, индекс диверсификации, рассчитанный по группам d14 показывает значительное разнообразие выращиваемых культур, но с очень сильным дисбалансом по концентрации, когда фактически только две культуры (пшеница и ячмень) покрывают почти половину всех площадей в России (для сравнения в конце советской эры на них приходилось чуть более 30% посевной площади РФ), а группа масличных (внутри которой почти 70% это подсолнечник) забирает на себя 21% в 2021 году. Прочие же культуры занимают меньшую долю. На рисунке 17 ниже видно, что если мы рассчитываем индекс d14 по формуле (4), то в 2013 году он был близок к 2 – фактически 1.8, а затем снизился до уровня 1.69 в 2021 году. Т.е. по этому индексу получается высокий уровень диверсификации, но имеет тенденцию к снижению со временем, поскольку значительная часть посевов концентрируется вокруг двух больших групп, как мы указали выше.

Расчет двух других группировок был необходим для оценки чувствительности рассчитанного индекса (3.1).

В индексе d7 мы взяли 7 больших групп. 1 группа это зерновые культуры (включая кукурузу на зерно), 2 это только зернобобовые, 3 сахарная свекла, 4 масличные, 5 агрегированно картофель, овощи и продовольственные бахчи, 6 кормовые и 7 прочие культуры, не вошедшие в вышеназванные группировки. На рисунке 17 видно, что здесь показатель D гораздо ниже, чем в группе d14 и лежит в диапазоне 1.18-1.24. Это тоже довольно высокий уровень диверсификации, поскольку значение d7 больше единицы. В период 2013-2018 гг значение показателя d7 увеличилось до уровня 1.24,

а затем вновь снизилось до 1.20 в 2021 г. Скорее всего, это связано, как с наращиванием концентрации масличных, так и со снижением доли кормовых культур до 17% от всех посевов в 2021 г.

Наконец, третий вариант индекса d4 рассчитан только для четырех видов культур: где 1 это зерновые и зернобобовые, 2 технические культуры (масличные, сахарная свекла и прочие), 3 агрегированно картофель, овощи открытого грунта (без высадков) и продовольственные бахчевые культуры, и 4 агрегированно все кормовые культуры. В этом случае индекс диверсификации немного вырос в период 2013-2018 гг – с 1.04 до 1.05, а затем сократился до 1.03 к 2021 году. Последнее свидетельствует о наращивании концентрации и специализации в структуре посевов. Это связано, как с сохранением высокой доли зерновых и зернобобовых в посевной площади – на уровне 58%, наращиванием концентрации технических культур – с 16 до 22% за период 2013-2021 гг (стабильно восходящий тренд). При этом группа картофеля, овощей и бахчей снизила свою долю с 3 до 2 (округленно) процентов. А доля кормовых культур сократилась с 22 до 17 процентов.

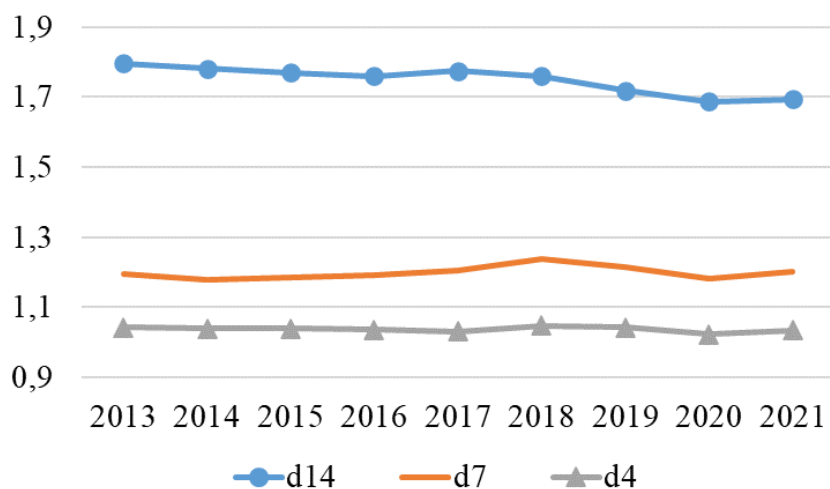


Рисунок 3.2. Три различных варианта индекса диверсификации по посевным площадям в Российской Федерации в период 2013-2021 гг.

Примечания

1 d14 – 14 продовольственных культур, d7 – 7 групп продовольственных культур, d4 – 4 группы продовольственных культур

2 Источник: расчеты авторов по данным Росстата

Таким образом, анализ влияния государственной поддержки на уровень диверсификации в растениеводстве является незначительным, поскольку во-первых, уровень государственной поддержки в современной России довольно незначителен (не превышает 14% по методике ОЭСР*), во-вторых размер прямых субсидий (в реальном выражении) имеет тенденцию к снижению и за период 2013-2020 гг снизился с 238 до 150 млрд рублей (в сопоставимых ценах), в третьих, большая часть субсидий и ценовой поддержки идет на поддержку животноводства, в четвертых ценовая поддержка большинства культур в растениеводстве является отрицательной (по методике ОЭСР), что вынуждает производителей выращивать только те, культуры, которые рентабельны и легко сбыть (как подсолнечник, пшеница и ячмень), в пятых программы Минсельхоза РФ, которые в той или иной степени способствуют диверсификации и увеличения разнообразия выращиваемых культур (например программа мелиорации, или выращивания кормовых культур на Крайнем Севере, или поддержка посадок многолетних насаждений) довольно незначительны по своей стоимости, как относительно всего объема прямых субсидий, так и относительно ценовой поддержки в животноводстве.

Таким образом, в третьей главе были проанализированы основные программные документы Правительства Российской Федерации, направленные на развитие сельского хозяйства России в период 2013-2020 и дана оценка косвенного влияния на показатель диверсификации в растениеводстве. В следующей главе мы оценим возможность моделирования производства сельского хозяйства с помощью модели частичного равновесия GLOBIOM.

4 Сценарии устойчивого развития сельского хозяйства России с возможностью расширения диверсификации посевов

В 2022 году после начала специальной военной операции (СВО) экономика Россия оказалась в условиях международных санкций, что повлекло за собой, прежде всего, сокращение экспорта зерна в зарубежные страны, а также различные экономических и технологических рисков, которые могут в дальнейшем повлиять на темпы

* 14% рассчитано путем суммирования PSE и GSSE (т.е. прямых и общих мер поддержки) в 2017 году и деленное на общую стоимость сельскохозяйственной продукции, которая в 2017 г. достигала почти 4.5 трлн рублей.

роста развития сельского хозяйства. Тем не менее, Правительством России были приняты различные нормативные документы, в т.ч. «Стратегий» развития, которые предусматривают особенности стратегического (т.е. долгосрочного) развития отдельных отраслей экономики России до 2030 года и даже до 2050 года. Рассмотрим основные документы периода 2015-2022 гг, которые нам необходимо учитывать при разработке сценариев развития сельского хозяйства и подготовке соответствующих прогнозных расчетов, которые будут представлены ниже в разделе 5:

- Доктрина Продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента РФ № 20 от 21 января 2020 года) [33];

- Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года (утверждена Правительством РФ Распоряжением 151-р от 2 февраля 2015 года, с последними изменениям от 13 января 2017 года) [34];

- Стратегия социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (Распоряжение Правительства России 3052-р от 29 октября 2021 г.) [35];

- Программа государственного управления в области ограничения выбросов парниковых газов (Постановление Правительства РФ N 310 от 9 марта 2022 г.) [36];

- Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов до 2030 года (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 года №2567-р) [37];

- Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации (Постановление Правительства РФ №731 от 14 мая 2021, с учетом поправок от 16 марта 2022 года) [21].

Чтобы не пересказывать полное содержание текстов упомянутых «Стратегий», «Программ» и «Указов», дадим краткие выдержки основных пунктов этих документов, которые были учтены в последующих практических сценариях и прогнозных расчетах. В нашем исследовании мы использовали два сценария – экстенсивный и интенсивный. Экстенсивный характеризуется в большей степени наращиванием производства за счет ввода в оборот дополнительной пашни, а интенсивный – за счет роста урожайности основных культур при неизменном (на уровне 2019 г.) уровне пахотных площадей под каждой из конкретных культур.

С учетом пункта 7 Стратегии устойчивого развития сельских территории до 2030 года мы разработали два сценария развития сельского хозяйства России. Первый – отражает тенденции последних лет и сокращение посевных площадей, а второй – наоборот, предлагает расширять посевы, что частично коррелирует и с мероприятиями Госпрограммы по вовлечению земель в оборот. Ниже (в разделе 5 отчета) мы покажем к каким различным экологическим последствиям (в виде эмиссий парниковых газов) это приведет.

Согласно пункту 8 Стратегии устойчивого развития сельских территорий до 2030 года предлагается «использовать набор универсальных мер, направленных на развитие сельской экономики...», в т.ч. «диверсификация сельской экономики, поддержка всех видов бизнеса в сельской местности, создающих рабочие места, малого бизнеса и всех форм самозанятости, особенно сельского туризма и ремесел». В наших расчетах это выражено в разнообразии различных видов посевов различных культур, а также в расширении производства различных видов мяса и молока, которые также влияют на диверсификацию и отчасти на ландшафт сельской местности.

В Стратегии низкоуглеродного развития экономики России до 2050 года заложены инерционный и целевой сценарии, которые предлагают различные целевые показатели эмиссий парниковых газов как в целом по экономике, так и отдельно по некоторым отраслям. На данный момент мы не можем полностью сопоставить эти данные с нашими расчетами, поскольку в своих прогнозах мы ориентировались лишь на ближайший срок – 2030 год. Однако, наши сценарии различаются по размеру введенных в оборот сельскохозяйственных земель (в нашем случае только пахотных угодий), что определило и различный уровень эмиссий, поскольку при распашке залежи (или заброшенных земель) эмиссий парниковых газов получается больше, что совпадает и с официальными оценками в Национальном кадастре эмиссий и поглощений парниковых газов в России.

Согласно Постановлению Правительства РФ 310 (от 9 марта 2022 г.) в ряд законов устанавливаются поправки, которые касаются измерения и моделирования эмиссий парниковых газов, а также оценок поглощений парниковых газов (ПГ). Наше исследование укладывается в эти мероприятия, поскольку методика (модель частичного равновесия) GLOBIOM позволяет не только оценивать прогноз изменения сельскохозяйственного производства в отдельных субъектах федерации России, но и оценивать сопутствующие эмиссии парниковых газов и некоторых видов поглощений. В

настоящем отчете мы указывали и анализировали лишь эмиссии в сельском хозяйстве и эмиссии ПГ от распашки земель (залежи, пастбищ или заброшенных сельскохозяйственных земель) для целей производства продукции растениеводства. Последний компонент был в большей степени реализован в «экстенсивном» сценарии.

Согласно новоутвержденной Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплекса России до 2030 года важным условием развития сельского хозяйства станет наращивание урожайности основных культур. Этот компонент был реализован в «интенсивном» сценарии.

В следующем разделе мы представим результаты сценарных расчетов развития сельского хозяйства России до 2030 года по двум сценариям.

5 Оценка модели GLOBIOM по экономическим и экологическим последствиям от диверсификации производства

Исследование 2022 года направлено на оценку экстерналий в сфере сельского хозяйства. Мы хотели выявить, как специализация на одном-двух продуктах может влиять на экологические последствия. В этом разделе мы сфокусировались на оценке эмиссий от развития растениеводства, в т.ч. и с учетом диверсификации производства растениеводческой продукции. Ниже будет представлена новая версия модели GLOBIOM, которая лучше моделирует развитие растениеводства в регионах России в период 2011-2019.

Для того, чтобы продемонстрировать точность новой версии модели GLOBIOM мы покажем несколько таблиц, где показаны результаты модели, данные Росстата и отклонения результатов оценки модели от статистики Росстата. Настоящим напоминаем, что здесь оценки за 2010 год калибровались по данным Росстата за 2011 год, а оценки за 2020 год калибровались по данным 2019 года, поскольку в 2011 и 2019 годах в большинстве регионов России были зафиксированы максимальные исторические урожаи в новейшей истории России.

Учтено производство, посевы и урожайность 12 основных культур в России: пшеница (wheat), ячмень (barley), подсолнечник (sunflower), соя (soy), рапс (rape), кукуруза на зерно (corn), просо (millet), сорго (sorghum), рис (rice), зернобобовые (Dbeans), картофель (potato) и сахарная свёкла (sugar beet).

Для перевода в сопоставимый эквивалент использовались данные Приказа Министерства сельского хозяйства N330 от 6 июля 2017 года, где производство каждого вида продукции растениеводства в зерновом эквиваленте: пшеница, ячмень, сорго – 1, горох – 0.99, просо – 0.81, рис – 0.81, подсолнечник – 1.47, рапс – 1.36, соя – 1.17, кукуруза на зерно – 1.14, сахарная свекла – 0.26, картофель – 0.25.

Модель GLOBIOM, созданная Институтом системного анализа ИАСА (Лаксенбург, Австрия) детально моделирует продукцию животноводства и растениеводства. Минимальной единицей является ячейка земли 2 градуса на 2 градуса в пространстве страны, в рамках которой есть различные виды площади – животноводства, растениеводства, и лесов. Недостатком такого подхода является несоответствие границы ячейки границам региона. Это не позволяет моделировать небольшие регионы такие, например, как Северная Осетия или Ингушетия. Много ячеек являются частью двух и более регионов. Для решения этой проблемы в этом году была произведена балансировка модели. Все ячейки были распределены между регионами, так чтобы бы площадь была распределена равномерно, насколько это возможно. Так уже, упомянутая Северная Осетия имеет всего одну ячейку в то время, как в прошлом году из-за малости регионов, Северная Осетия, Ингушетия и Кабардино-Балкария были объединены в одну ячейку. На рисунке 5.1 показано итоговое распределение ячеек по всей территории России.

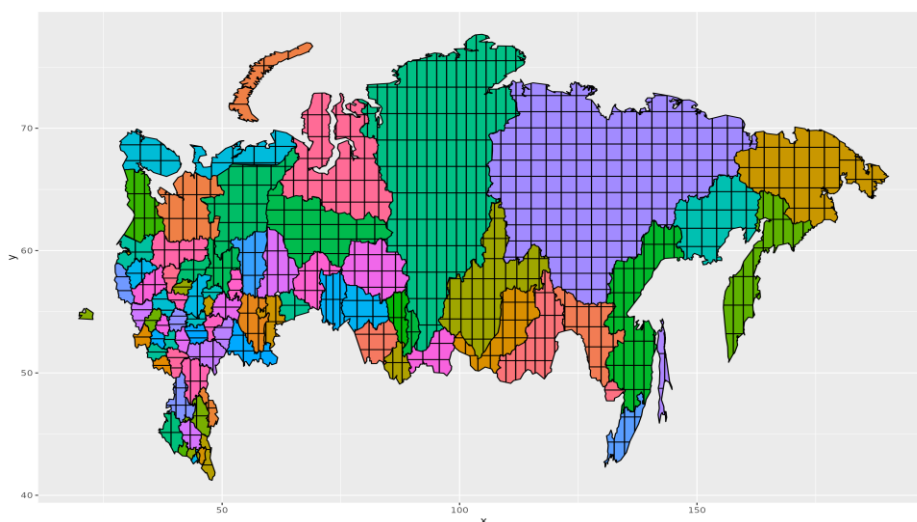


Рисунок 5.1. Итоговое разбиение России по ячейкам

Это позволило лучше соотнести статистику Росстата по продукции животноводства и растениеводства (подробнее см. таблицу 5.1 и рисунок 5.2) с ячейками модели. Характеристики эмиссии и удобрений брались из первоначальной модели

GLOBIOM с учётом разной урожайности для разных регионов. Посевная площадь также бралась из статистики Росстата, так же как статистика по животноводству и лугам. Остальные виды площади были распределены по соответствующим ячейкам с учётом площади ячеек и географической удаленности, и откалиброванный методом RAS.

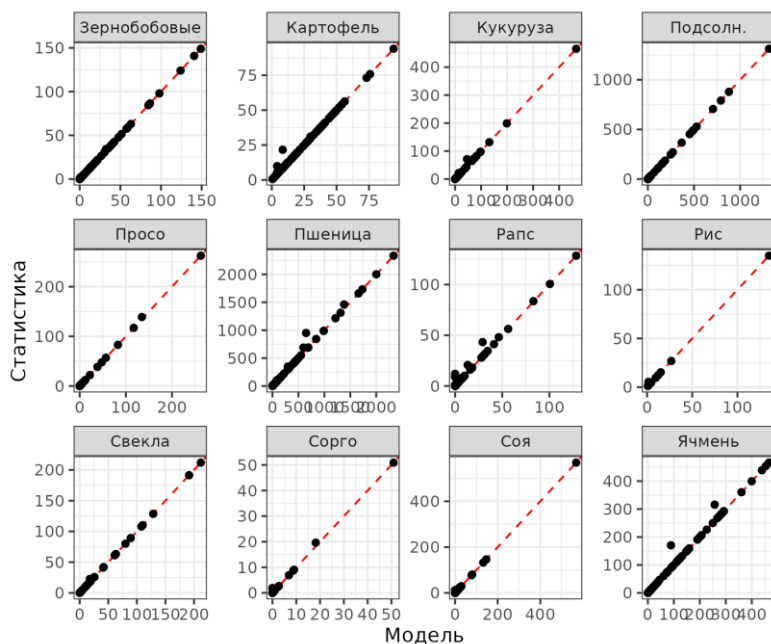


Рисунок 5.2. График сравнения результатов калибровки модели по посевам 12 культур в 2010 году. Все регионы России

Источник: расчеты авторов по данным Росстата и новой версии модели GLOBIOM

Таблица 5.1

Сопоставление данных агрегированных посевов 12 культур за 2010 год. Топ-20 регионов России.

Регион	РОССТАТ, тыс га	GLOBIOM, тыс га	Ошибка, %
Ростовская обл.	3885.5	3869.1	-0.4
Алтайский край	3401.5	3401.5	0.0
Оренбургская обл.	3097.6	3090.2	-0.2
Краснодарский край	3028.6	3026.7	-0.1
Саратовская обл.	2999.7	2999.7	0.0
Ставропольский край	2586.1	2572.9	-0.5
Волгоградская обл.	2302.6	2302.6	0.0
Воронежская обл.	1987.6	1987.6	0.0
Омская обл.	1971.6	1888.4	-4.4
Респ. Татарстан	1632.5	1607.1	-1.6
Респ. Башкортостан	1451.9	1359.1	-6.8
Тамбовская обл.	1383.7	1376.0	-0.6
Самарская обл.	1261.6	1261.6	0.0

Регион	РОССТАТ, тыс га	GLOBIOM, тыс га	Ошибка, %
Курская обл.	1219.8	1219.9	0.0
Белгородская обл.	1102.1	1102.1	0.0
Липецкая обл.	1058.5	1058.5	0.0
Орловская обл.	819.5	817.1	-0.3
Пензенская обл.	755.6	752.4	-0.4
Тульская обл.	558.8	557.7	-0.2
Рязанская обл.	555.6	555.6	0.0

Источник: расчеты авторов по данным Росстата и новой версии модели GLOBIOM

Издержки были откалиброваны как теневые цены на соответствующие ячейки с учётом продукции животноводства и растениеводства. Конечно, спрос на продукцию животноводства и растениеводства было калиброванное таким образом, чтобы издержки или первоначально теневые цены соответствовали экономической интуиции и реальным издержкам. Так как модель было добавлено новая культура сахарная свёкла и с учётом сложившейся международной обстановки и соответствующим влиянием на международную торговлю Российская Федерация была вырезана из глобальной модели GLOBIOM. А драйверы на международную торговлю задавались экзогенно.

Переходим к прогнозам. В модели рассмотрено два сценария «экстенсивный», с развитием за счет расширения обрабатываемых земель, и «интенсивный» за счет повышение более современных технологий.

На рисунке 5.3 показана карта России по агрегированному углеродному следу (эмиссия от почв плюс эмиссии парниковых газов от распашки земель LUC) в 2030 году по экстенсивному сценарию. В таблице 5.2 показан индекса диверсификации, урожайности агрегированной и углеродного следа в 2030 году в экстенсивном сценарии. Уровень диверсификации увеличился, практически во всех регионах, так же как и урожайность.

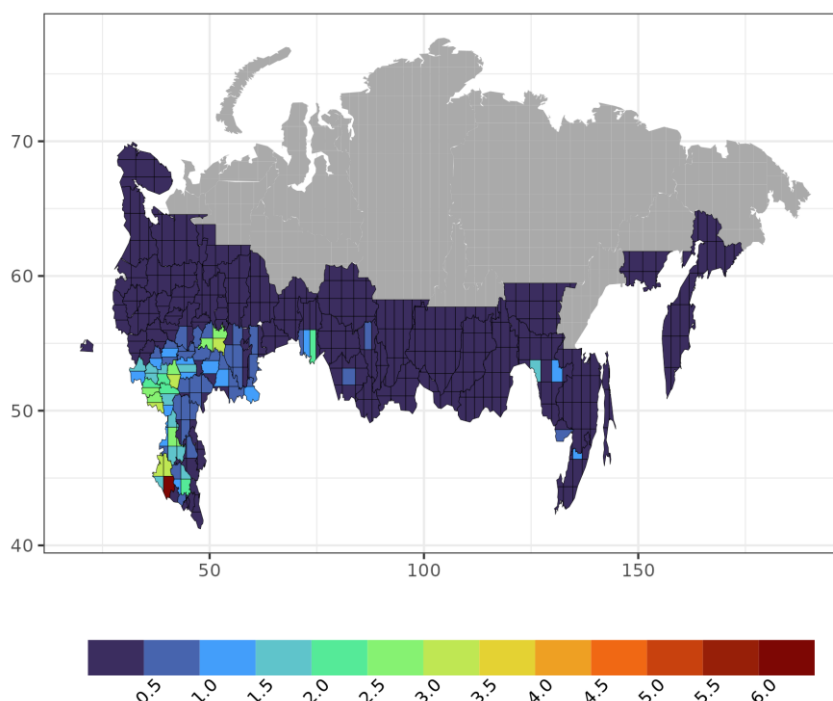


Рисунок 5.3. Карта России по агрегированному углеродному следу (эмиссия от почв плюс эмиссии парниковых газов от распашки земель LUC) в 2030 году по экстенсивному сценарию, т CO₂эквив / т зерн ед.

Источник: расчеты авторов по данным Росстата и новой версии модели GLOBIOM

Далее рассмотрим интенсивный сценарий, в котором общая площадь посевов не увеличилась, однако урожай в зерновых единицах практически не изменился. В таблице 5.3 показано изменение посевных площадей по основным регионам в 2030 году в интенсивном сценарии. Основным эффектом, является рост посевов в Омской области, при небольшом снижении площади в некоторых других регионах.

Таблица 5.3

Изменение посевных площадей по основным регионам в 2030 году в интенсивном сценарии. Сравнение с 2020 годом. Топ-20 регионов.

Регион	2020	2030, инт.	Рост, %
Ростовская обл.	4388.8	4367.8	-0.5
Алтайский край	3459.5	3286.5	-5.0
Краснодарский край	3335.5	3168.7	-5.0
Оренбургская обл.	3097.6	3871.9	25.0
Саратовская обл.	2999.7	3023.1	0.8
Ставропольский край	2586.1	2586.1	0.0
Волгоградская обл.	2536.4	2535.5	0.0
Воронежская обл.	2233.0	2121.4	-5.0
Омская обл.	1995.5	2406.0	20.6

Регион	2020	2030, инт.	Рост, %
Респ. Татарстан	1745.7	1658.4	-5.0
Тамбовская обл.	1712.3	1626.7	-5.0
Респ. Башкортостан	1633.1	1551.4	-5.0
Курская обл.	1501.3	1426.2	-5.0
Самарская обл.	1451.5	1378.9	-5.0
Липецкая обл.	1254.8	1192.1	-5.0
Белгородская обл.	1206.0	1145.7	-5.0
Пензенская обл.	1070.3	1016.8	-5.0
Орловская обл.	1068.0	1014.6	-5.0
Рязанская обл.	769.6	731.2	-5.0
Тульская обл.	727.0	690.6	-5.0

Источник: расчеты авторов по данным Росстата и новой версии модели GLOBIOM

На рисунке 5.4 показана карта России по агрегированному углеродному следу (эмиссия от почв плюс эмиссии парниковых газов от распашки земель LUC) в 2030 году в интенсивном сценарии.

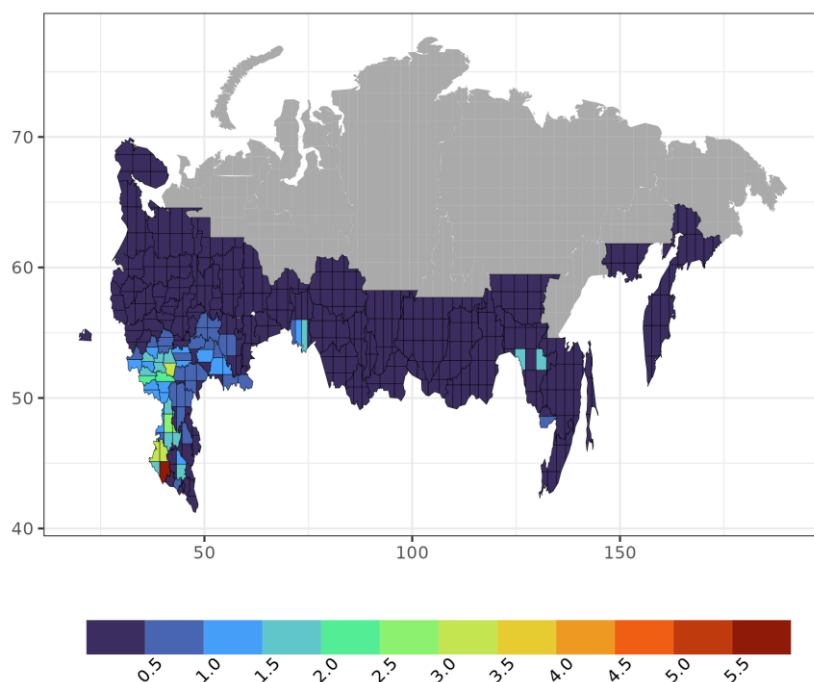


Рисунок 5.4. Карта России по агрегированному углеродному следу (эмиссия от почв плюс эмиссии парниковых газов от распашки земель LUC) в 2030 году в интенсивном сценарии, т CO₂эквив / т зерн ед.

Источник: расчеты авторов по данным Росстата и новой версии модели GLOBIOM

Таким образом, наши расчеты показали, что в большинстве случаев рост эмиссий парниковых газов связан не только с ростом производства продукции растениеводства, а с ростом углеродного следа на единицу произведенной продукции, который обычно увеличивается в случае распашки заброшенных земель. Сравнение интенсивного и экстенсивного сценариев с учетом диверсификации показало, что при сокращении посевных площадей и роста урожайности во многих регионах есть возможность снижения показателя углеродного следа на единицу произведенной растениеводческой продукции.

6 Разработка рекомендаций по ограничению возделывания монокультур и стимулирования диверсификации производства

Настоящие рекомендации разработаны для Правительства России. Они позволят расширить возможности для диверсификации сельскохозяйственного производства в основных регионах страны, а также выйти на низкоуглеродные пути развития.

1. Улучшение статистических данных. Текущая российская сельскохозяйственная статистика больше ориентирована на производственную сторону. Существует много подробной пространственной информации о растениеводстве и животноводстве, а также о некоторых используемых ими ресурсах, но не хватает официальных данных об эрозии почвы, концентрации навоза и потерях навоза, остатках питательных веществ в почве, применении и остатки пестицидов, а также выбросы ПГ в результате сельскохозяйственных операций. Все это важно для демонстрации воздействия на окружающую среду. Без официального сбора данных мы можем использовать только сложные модели, которые иногда имеют высокую степень неопределенности. Этого вряд ли будет достаточно в будущем, когда устойчивые пути потребуют надежного научного обоснования.

2. Из-за отсутствия региональных данных мы использовали модель частичного равновесия для оценки надлежащей концентрации производства в регионах России и соответствующих выбросов ПГ от основной сельскохозяйственной деятельности, расширения земель и животноводства. Наши результаты показали, что изменение землепользования (преобразование заброшенных земель в пахотные земли) приводит к большим всплескам выбросов и к недостаточному увеличению углеродного следа,

особенно для производства растительного белка. Мы предлагаем России рассмотреть стратегии, предполагающие снижение экспансии, особенно в дальневосточных регионах (Амурская область, Еврейская АО, Приморье) — этот регион, вероятно, перейдет к политике более высокой интенсификации. Этого можно достичь путем стимулирования и субсидирования использования дополнительных технологических ресурсов вместо расширения пахотных земель. Это поможет отобразить углеродный след со знаком минус и поддержать связывание углерода на пахотных землях.

3. Пути развития дополнительной интенсификации в растениеводстве ключевых регионов должны быть сбалансированы с соответствующими законами по контролю применения питательных веществ и пестицидов и возможных остатков в почве и сельских водоемах. Таким образом, вероятно, будут установлены нормативные пороги использования вводимых ресурсов в регионах России. Примеры этого можно увидеть в США. Например, в Айове фермеру разрешено использовать только определенное количество азота для достижения определенного порога производительности (урожайности). Если он превышает этот лимит азота, он получает штраф (плату). См. Административный кодекс Айовы Комиссии по охране окружающей среды (гл. 65, стр. 203) для получения информации об ограничениях на применение азота при выращивании сельскохозяйственных культур <https://www.legis.iowa.gov/docs/iac/chapter/11-23-2016.567.65.pdf>.

В последние 10 лет в России наблюдался рост сельского хозяйства, сопровождавшийся региональной концентрацией растениеводства и животноводства. В этой статье мы попытались проанализировать экологические последствия такой концентрации, используя различные типы данных и индикаторы локальных и глобальных рисков. Локальные риски были представлены переменными концентрации отходов и концентрации азота, взятыми из официальных публикаций Росприроднадзора, Росстата и Национальной инвентаризации парниковых газов. Глобальные риски были оценены путем оценки выбросов ПГ от растениеводства и животноводства с использованием модели частичного равновесия GLOBIOM, которая в своем модуле ПГ основана на рекомендациях МГЭИК по оценке выбросов N₂O, CH₄ и CO₂ в результате основных сельскохозяйственных операций, включая преобразование земель в землю. сектор изменения использования (в нашем случае мы анализировали только перевод заброшенных земель в пахотные земли).

Наш основной вклад в совершенствование GLOBIOM заключался в калибровке модели по официальным данным Росстата о растениеводстве и животноводстве в регионах России в 2011 и 2019 гг., в частности, по показателям производства урожая, яиц, мяса и молока и значениям площади пашни. Результаты показали, что модель GLOBIOM имеет более низкие оценки из данных Российской национальной инвентаризации парниковых газов из-за отсутствия данных по некоторым видам сельскохозяйственных культур и почв. Официальные российские данные показывают, что выбросы от сельскохозяйственной деятельности в 2019 году составили примерно 113 млн т CO₂-экв., в то время как модели GLOBIOM для России показывают только 76,1 млн т CO₂-экв. Это связано с тем, что официальные кадастры включают данные о выбросах ПГ от органогенных сельскохозяйственных угодий, которые охватывают почти половину выбросов сельскохозяйственных культур в кадастрах. Что касается изменений в землепользовании (ИЗЗ), то на сельскохозяйственные угодья приходится 83 млн тонн выбросов CO₂-эквивалента в кадастрах и только 21 млн тонн в GLOBIOM. Последнее связано с разными оценками углерода почвы и биомассы, которые необходимо корректировать отдельно из-за отсутствия исследований в этой области.

В настоящей НИР мы использовали интенсивность выбросов (или углеродный след) из новой версии базы данных ФАО (ФАО, 2019 г.), которая измеряется с помощью показателя выбросов-производства (MTCO_{2e} на метрическую тонну продукта). Подводя итог результатам, полученным с помощью GLOBIOM, можно сказать, что в большинстве случаев для регионов с крупным сельскохозяйственным производством модель генерирует относительно низкий углеродный след производимого белка. Особенно это касается растениеводства в Южном и Черноморском регионах России. Но для тех регионов, которые превращают много заброшенных земель в пахотные земли, углеродный след намного выше — например, Амурская и Брянская области (Амур производит много сои на экспорт, а Брянская область специализируется на разведении крупного рогатого скота, что требует много корма). Что касается животноводства, то его след варьируется в зависимости от специализации животноводства: регионы, где животные не подвергаются кишечной ферментации, имеют более низкий углеродный след (птицеводство), в то время как крупный рогатый скот с кишечной ферментацией имеет более высокий углеродный след.

Сторона проблемы выбросов парниковых газов показывает не только высокий углеродный след производства мяса (особенно баранины), нежели растениеводческой

продукции, но и открывает возможности для более интенсивного выращивания сельскохозяйственных культур. В настоящее время многие российские регионы продолжают расширять пахотные земли и меньше инвестировать в повышение урожайности, что приводит к высоким выбросам парниковых газов в результате изменения землепользования и большим экологическим компромиссам при расширении пахотных площадей на уязвимые территории. При планировании будущего развития сельского хозяйства российские политики должны собирать более разнообразные региональные данные об экономических и экологических компромиссах, чтобы сбалансировать частное благосостояние с социальным благосостоянием сельских жителей и будущих поколений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование 2022 года по теме Государственного задания РАНХиГС заканчивается разработкой рекомендаций с целью сокращения монокультур и развитием диверсификации в сельском хозяйстве России. Проведенные расчеты и анализ в шести разделах отчета показали проблемы диверсификации производства продукции растениеводства по регионам России, а также проблемы с высоким углеродным следом в отдельных регионах, специализирующихся на производстве продукции животноводства. Кроме того, оценивались возможные экологические экстерналии, как эрозия почв, потеря плодородия почв и эмиссия парниковых газов от интенсификации в растениеводстве и распашке заброшенных земель.

Исследование 2022 года показывает проблемы с монокультурой и концентрации сельскохозяйственного производства в российских регионах и ее последствия в виде нескольких экологических показателей, таких как выбросы парниковых газов в результате всех видов сельскохозяйственной деятельности, включая изменения в землепользовании (конкретно при распашке заброшенных земель). С другой стороны, были выявлены отдельные регионы, которые хорошо развивают диверсифицированное производство, в т.ч. за счет развития растениеводства и молочно-мясного животноводства. В ходе исследования выявлено, что в отдельных регионах с чрезмерной концентрацией производства может наблюдаться значительные эмиссии парниковых газов и/или высокий (выше среднего по России) углеродный след производимого растительного или животного протеина.

Это видно по кейсу Амурской области, где за счет распашки значительного количества земель под сою, уровень углеродного следа в 7 раз выше среднего по России. Напротив, в регионах, где сбалансировано развитие животноводства и растениеводства, как в Краснодарском крае и Ставропольском крае, уровень эмиссий парниковых газов и углеродный след производимой продукции сравнительно невысок и сопоставим со средним уровнем по России. Среди рекомендаций органам управления можно выделить необходимость внесения поправок в Государственную программу эффективного вовлечения в оборот земель и развития мелиорации до 2030 года и сделать там перечень объектов, которые будут вводиться за счет федерального и региональных бюджетов с целью возможности аккуратного анализа использования бюджетных средств и оценки прозрачности освоения сельхозпроизводителями бюджетных ассигнований.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Smith E.G., Young D.L. (2003). Cropping Diversity along the U.S.-Canada Border. *Review of Agricultural Economics*, Vol. 25, No. 1 (Spring - Summer, 2003), pp. 154-167 Published by: Oxford University Press on behalf of Agricultural & Applied Economics Association Stable. - URL: <https://www.jstor.org/stable/1349869>.
2. Grossman G., Krueger A. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. NBER Working paper, No.3914.
3. Zhang Y. et al (2015). Managing nitrogen for sustainable development. *Nature*, No. 528, pp. 51–59.
4. Barrett S. (1991). Optimal soil conservation and the reform of agricultural pricing policies. *Journal of Development Economics* 36 p: 167-187.
5. Goetz R. (1997). Diversification in agricultural production: a dynamic model of optimal cropping to manage soil erosion. *American Journal of Agricultural Economics*, No. 79, pp. 341-356.
6. Nkonya, E., Mirzabaev, A., & von Braun, J. (2016). Economics of land degradation and improvement—A global assessment for sustainable development. Springer International Publishing. doi, 10(1007), 978-3. - URL: <http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-19168-3>.
7. Pope R., Prescott R. (1980). Diversification in Relation to Farm Size and Other Socioeconomic Characteristics. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 62, No.

3, pp. 554-559 Published by: Oxford University Press on behalf of the Agricultural & Applied Economics Association Stable. - URL: <https://www.jstor.org/stable/1240214>

8. White, T., and G. Irwin. "Farm Size and Specialization." *Size, Structure and Future of Farms*, eds. G. Ball and E. Heady. Ames: Iowa State University Press.

9. Samuelson, P. (1967). A General Proof That Diversification Pays. *Journal of Financial Quantitative Analysis* 2: 1.

10. Hadar, J., and W. Russell. (1974). Diversification of Interdependent Prospects. *Journal of Economic Theory* 7: 231-40.

11. Kruseman G., Bade J. (1998). Agrarian policies for sustainable land use: bio-economic modelling to assess the effectiveness of policy instruments. *Agricultural Systems* Vol. 58, №3 p: 465-481.

12. Goetz R. (1997). Diversification in agricultural production: a dynamic model of optimal cropping to manage soil erosion. *American Journal of Agricultural Economics* 79 p: 341-356.

13. Dantzig, G.B., 1948. Linear Programming, in *Problems for the Numerical Analysis of the Future*, Proceedings of Symposium on Modern Calculating Machinery and Numerical Methods, UCLA, July 29-31. In *Appl. Math.*, Series 15, National Bureau of Standards, June 1951, pp. 18-21.

14. Kantorovich, L.V., 1939. *Mathematical Methods in the Organization and Planning of Production*, Publication House of the Leningrad State University, 68 pp. Translated in *Management Science*, Vol. 6, 1960, pp. 366-422.

15. Just, R.E., and A. Schmitz. "The Effect of U.S. Farm Programs on Diversification." *Free Trade and Agricultural Diversification*. A. Schmitz, ed., pp. 303-28. Boulder, CO: Westview Press, 1989.

16. Magrini M.-B. et al. (2016). Why are grain-legumes rarely present in cropping systems despite their environmental and nutritional benefits? Analyzing lock-in in the French agrifood system. *Ecological Economics*. 126, pp: 152-162.

17. Jeuffroy, M.-H., Baranger, E., Carrouée, B., de Chezelles, E., Gosme, M., Hé-nault, C., Schneider, A., Cellier, P., 2013. Nitrous oxide emissions from crop rotations including wheat, rapeseed and dry peas. *Biogeosciences* 10 (3), 1787–1797.

18. Jahn, J.L., Stampfer, M.J., Willett, W.C., 2015. Food, health & the environment: A global Grand challenge & some solutions. *Daedalus* 144 (4), 31–44.

19. Schreuder, R., de Visser, Ch., 2014. Report EIP-AGRI focus group protein crops. Fi-nal report . - URL:http://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/fg2_protein_crops_final_report_2014_en.pdf

20. Распоряжение Правительства РФ №993-р от 12 апреля 2020 г. «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» - URL:<https://docs.cntd.ru/document/603604725#65A0IQ> (доступ от 17 октября 2022 г.)

21. Постановление Правительства РФ N731 от 14 мая 2021 г "О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации". - URL:<https://docs.cntd.ru/document/564654448> (доступ от 17 октября 2022 г.)

22. Сычёв В. Г., Есаулко А. Н., Агеев В. В., Подколзин А. И., Сигада М. С. Особенности применения систем удобрений под сельскохозяйственные культуры в Ставропольском крае // Вестник АПК Ставрополя. — 2015. — № 2. — С. 53–67.

23. Федерального закона «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» . - URL:<https://docs.cntd.ru/document/901712929> (доступ от 17 октября 2022 г.)

24. Приказа МСХ РФ N 330 от 6 июля 2017 года "Об утверждении коэффициентов перевода в зерновые единицы сельскохозяйственных культур". - URL: <https://docs.cntd.ru/document/456080031> (дата обращения 21.04.2022)

25. Летопись погоды [сайт]. - URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history.php?id=ru®ion=34> . (дата обращения 15.07.2022)

26. Global Soil Erosion database: . - URL:<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/global-soil-erosion> (доступ от 17 октября 2022 г.)

27. Закон Краснодарского края «Об обеспечении плодородия земель...» (от 7 июня 2004 года N 725-КЗ, с поправками на 22 июля 2021 г.). - URL: <https://docs.cntd.ru/document/461607267> . (дата обращения 21.04.2022)

28. Агроинвестор [сайт]. - URL: <https://www.agroinvestor.ru/regions/news/32660-agrariyv-orenburzhya-lishat-gospodderzhki/>. (дата обращения 21.04.2022)

29. Постановление Администрации Ростовской области от 16 апреля 2009 г. N182 (утратило силу с 3 октября 2012 года) "Об утверждении Правил рационального использования земель сельскохозяйственного назначения в Ростовской области". - URL: <https://docs.cntd.ru/document/816100094#8MQN79>(дата обращения 21.04.2022)
30. ОЭСР. Государственная поддержка сельского хозяйства (последнее обновление базы данных от июля 2018 г.) . - URL:<https://www.oecd.org/switzerland/producerandconsumerssupportestimatesdatabase.htm> (дата обращения 10 июня 2022 года)
31. Thiel H. Economics and Information Theory. Amsterdam: North- Holland Publishing Co. 1967.
32. Finke J., Swanson E. Diversification in Illinois Crop Production: 1938-1970. Illinois Ag-ricultural Economics, Jan., 1973, Vol. 13, No. 1, pp. 8-11.
33. Указ Президента РФ №20 от 21 января 2020 года "Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации". - URL:<https://docs.cntd.ru/document/564161398> (доступ от 17 октября 2022 г.)
34. Распоряжением Правительства РФ N 151-р от 02.02.2015 , ред. от 13.01.2017 "Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года". - URL:<https://docs.cntd.ru/document/420251273> (доступ от 17 октября 2022 г.)
35. Распоряжение Правительства Российской Федерации №3052-р от 29 октября 2021 года "Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года". - URL:<http://government.ru/docs/43708/> (доступ от 17 октября 2022 г.)
36. Постановление Правительства РФ №310 от 9 марта 2022 г."О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации в части определения федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих полномочия в области ограничения выбросов парниковых газов". - URL:<http://government.ru/docs/44788/>(доступ от 17 октября 2022 г.)
37. Распоряжение Правительства Российской Федерации №2567-р от 8 сентября 2022 года"Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года". - URL:<http://government.ru/docs/46497/>(доступ от 17 октября 2022 г.)