



**НАУЧНЫЕ ТРУДЫ**

**Всероссийский Институт Аграрных  
Проблем и Информатики  
им. А.А. Никонова-филиал**

**ФГБНУ ФНЦ ВНИЭСХ**

**им. А.А. Никонова**

---

---

**2020**

**Выпуск 55**

**МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ  
РИСКОВ УТРАТЫ  
ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ  
ФАКТОРОВ НЕСТАЦИОНАРНОЙ  
КЛИМАТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ  
Том 1**

**Москва – 2020**

***Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ  
в рамках научного проекта № 20-010-00455А***

УДК 338.43:005.33

Ром–69

**Рецензенты:**

д-р. экон. наук, профессор **С.Б. Огнивцев**

к.физ.-мат.наук **С.Г. Сальников**

Под редакцией **С.О. Сиптица**

**Коллектив авторов:**

**Романенко И.А., Сиптиц С.О., Евдокимова Н.Е.**

**Методология оценки рисков утраты продовольственной безопасности Российской Федерации под воздействием факторов нестационарной климатической динамики: Научные труды ВИАПИ им. А.А.Никонова. Выпуск 55. Том 1.— Москва : ООО «Типография Ай-колорит», 2020. — 123 с.**

ISBN 978-5-6045406-8-8

В книге рассматривается проблема выявления климатических рисков утраты продовольственной безопасности России в долгосрочной перспективе. Представлена методология сценарного анализа влияния климатических изменений на продовольственную независимость региональных агропродовольственных систем. Предложена динамическая модель агропродовольственной системы региона для сценарного прогнозирования и проектирования регуляторов, позволяющих минимизировать риски потери продовольственной безопасности за счет применения адаптивных к климатическим изменениям мер. Методология может быть использована органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации при разработке региональных стратегий социально-экономического развития с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года.

УДК 338.43:005.33

ISBN 978-5-6045406-8-8 © Романенко И.А., Сиптиц С.О., Евдокимова Н.Е., 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                                                                                                                                             | 5  |
| 1. Обоснование сценарных условий развития агропродовольственных систем регионов Российской Федерации для оценки рисков продовольственной безопасности в условиях меняющегося климата. .... | 11 |
| 1.1 Зарубежный опыт - сценарии мирового социально-экономического развития SSP и климатические сценарии RCP .....                                                                           | 11 |
| 1.2 Методология разработки сценариев социально-экономического развития регионов на основе когнитивной модели агропродовольственной системы региона .....                                   | 28 |
| 2. Система динамических моделей для описания функционирования аграрного сектора экономики регионов в связи с климатическими сценариями .....                                               | 44 |
| 2.1 Экономико-математическая модель долгосрочного прогнозирования развития АПС регионов с учетом климатических воздействий.....                                                            | 44 |
| 2.2 Структура базы данных для информационного обеспечения системы моделей. ....                                                                                                            | 71 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                                                                                                                                                           | 74 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....                                                                                                                                                                     | 77 |
| Приложение 1 Фрагмент базы данных климатических характеристик (средняя температура и осадки) для регионов России по двум климатическим сценариям .....                                     | 85 |

|                                                                                                                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Приложение 2. Типология агропродовольственных систем<br>регионов для оценки продовольственной безопасности регионов<br>по уровням потребления белковых продуктов .....                                 | 86  |
| Приложение 3. База данных для расчетов по динамической<br>модели агропродовольственных систем регионов для оценки<br>продовольственной безопасности по уровням потребления<br>белковых продуктов ..... | 98  |
| Глоссарий .....                                                                                                                                                                                        | 121 |

## **ВВЕДЕНИЕ**

Устойчивое продовольственное обеспечение населения является базовой задачей аграрного сектора экономики. Климатические изменения в настоящее время все больше меняют условия производства продовольствия в регионах.

Предлагаемая вниманию читателя монография выполнена в рамках 3-х летнего научного проекта РФФИ № 20-010-00455А «Методология оценки рисков утраты продовольственной безопасности Российской Федерации под воздействием факторов нестационарной климатической динамики» и содержит предварительные результаты исследований. Заявленный проект представляет собой комплексное междисциплинарное исследование, направленное на получение объективных количественных оценок рисков потери продовольственной безопасности при будущих состояниях климатической системы.

Цель проекта состоит в разработке системы методов оценки рисков утраты продовольственной безопасности России по основным видам продовольственных ресурсов, рассматриваемых в связи с прогнозируемыми изменениями климатических характеристик на ее территории. Достижение заявленной цели сопряжено с решением следующих задач:

- формирование системы климатических сценариев, опираясь на решения ансамбля моделей общей циркуляции ат-

мосферы и океана (МОЦАО) для регионов Российской Федерации;

- разработка системы динамических моделей, имитирующих функционирование аграрного сектора экономики регионов в связи с климатическими сценариями;

- разработка методов синтеза адаптивных регуляторов, компенсирующих негативные проявления климатической динамики на воспроизводственные процессы в региональных агропродовольственных системах (АПС);

- обоснование применимости методов параметрической идентификации региональных моделей потребления продовольствия при наличии тенденций изменения эластичностей по цене и душевым доходам;

- разработка методологии, позволяющей получить комплексные оценки рисков утраты продовольственной безопасности России при сочетании климатических, демографических, социально-экономических и управленческих сценариев развития регионов. Настоящая публикация содержит результаты исследований по первым двум из перечисленных выше задач.

В решении задачи устойчивого продовольственного обеспечения населения задействован аграрный сектор экономики, федеральные и региональные, а также муниципальные органы власти. Действующая доктрина продовольственной безопасности устанавливает интегральные (для России в целом) границы производства продовольствия, достижение которых тракту-

ется с позиций достаточности и безопасности. Климатические изменения существенно меняют условия для производства продовольствия в регионах. Динамика гидротермических характеристик периода вегетации, рост частоты неблагоприятных погодных явлений, повышают риски утраты продовольственной безопасности, вызывают необходимость в разработке адекватных мер по их компенсации и предотвращению. В настоящее время влияние будущих климатических изменений на продовольственное обеспечение населения Российской Федерации изучено недостаточно, что не дает возможность для обоснованного выбора адекватной проблеме аграрной политики. Это обстоятельство говорит об актуальности выбранной темы исследования.

Последствия глобального потепления для сельского хозяйства мира и России являются одной из приоритетных тем политиков, учёных, общественности и прессы. Выступая в ФАО в 2017 году, министр сельского хозяйства А.Н. Ткачёв сообщил, что к 2030 году изменение климата грозит России потерей 1-2% ВВП в год [1]. Эта точка зрения близка к позиции группы исследователей ВНИИЭСХ [2]. Иной точки зрения придерживаются авторы главы в исследовательском отчёте ФАО [3]: они приходят к выводу, что сельское хозяйство России, Украины и Казахстана имеет сравнительно оптимистические перспективы в условиях исследованного ими сценария изменения климата. Более детальное исследование [4] показало, что меняющиеся кли-

матические условия создают новые возможности для сельскохозяйственного производства в целом для страны, но для отдельных регионов эти изменения неблагоприятны.

Общая черта имеющихся в научной литературе оценок последствий глобального потепления заключается в том, что в их основе лежат, с одной стороны, модели изменения климата, с другой — примерный расчёт валового сбора зерна, который можно получить в предсказываемых климатических условиях. Как правило, при расчётах принимается во внимание ограничение по балансу углерода в биоценозах, но не учитываются такие факторы, как пространственное распределение ресурсов (капитальных и трудовых), спроса, конкурентные позиции отдельных отраслей сельского хозяйства. Вклад в эту тематику заключается в учёте всех этих факторов при оценке последствий глобального потепления для сельского хозяйства России и её регионов.

Природно-климатические и транспортные условия — решающие факторы размещения сельскохозяйственного производства. В традиции отечественной аграрно-экономической науки первые считались постоянными, а вторые — управляемыми в долгосрочной перспективе. Такому подходу следует, в частности, исследование [5]. Монография [6] — первое в нашей стране фундаментальное исследование данной проблемы, рассматривающее климат, как динамический фактор. Имеется основательный задел в применении моделирования для предвидения структурных сдвигов в сельском хозяйстве России с учётом

имеющегося аграрного потенциала и его изменений в условиях глобального потепления в публикациях [7,8], но методика, использованная в этих работах, не позволяет учесть влияние межрегиональной конкуренции на отраслевую структуру конкретного региона.

Характеризуя проект в целом можно отметить в качестве элементов научной новизны методы комплексной оценки климатических воздействий на АПС регионов, отличающихся включением в модель агропродовольственной системы поведенческих реакций адаптивного типа, стимулирование которых рассматривается как элемент аграрной политики, проводимой государством. Таким образом, представление риска утраты продовольственной безопасности как управляемой величины, дает возможность сформулировать и решить задачу распределения ресурсов бюджетной поддержки в экстремальной постановке (минимизация рисков при бюджетных ограничениях). При этом адаптация АПС представляется как ее способность к динамическому изменению отраслевой структуры с адекватной заменой технологических способов производства.

В данной монографии обоснован выбор сценарных условий развития агропродовольственных систем регионов Российской Федерации на период до 2080 года, полученные с опорой на решения ансамбля моделей общей циркуляции атмосферы и океана (RPC МОЦАО) и соответствующие им сценарии мирово-

го социально-экономического развития SSP (раздел 1.2, Приложение 1);

- сформирован список показателей, образующих базу данных отраслевой информации, используемой для калибровки системы динамических моделей, имитирующих функционирование аграрного сектора экономики регионов в связи с климатическими сценариями (Приложение 2);

- реализован один из методов типологизации АПС регионов по показателю душевого потребления белков животного происхождения (Приложение 3);

- разработана система динамических моделей для описания функционирования аграрного сектора экономики регионов в связи с климатическими сценариями (раздел 2.1).

## **1. Обоснование сценарных условий развития агропродовольственных систем регионов Российской Федерации для оценки рисков продовольственной безопасности в условиях меняющегося климата.**

### ***1.1 Зарубежный опыт - сценарии мирового социально-экономического развития SSP и климатические сценарии RCP***

Одна группа исследователей разработала «Репрезентативные пути концентрации» (RCP), описывающие различные уровни парниковых газов и других радиационных воздействий, которые могут возникнуть в будущем. Они разработали четыре пути, охватывающих широкий диапазон принуждения в 2100 году (2,6, 4,5, 6,0 и 8,5 Вт на квадратный метр), но целенаправленно не включали никаких социально-экономических «нарративов», чтобы соответствовать им. Вторая группа работала над моделированием того, как социально-экономические факторы могут измениться в следующем столетии. К ним относятся такие вещи, как население, экономический рост, образование, урбанизация и темпы технологического развития. Эти «Общие социально-экономические пути» (SSP) рассматривают пять различных путей, которыми мир мог бы развиваться в отсутствие климатической политики, и то, как можно достичь различных уровней смягчения последствий изменения климата, когда цели по смягчению, установленные RCP, объединены с SSP. Эти два подхода должны были дополнять друг друга. RCP устанавливают пути для концентраций парниковых газов и, по

сути, величины потепления, которое может произойти к концу века. В то же время SSP устанавливают этап, на котором сокращение выбросов будет - или не будет - достигнуто. SSP также определяют различные исходные условия, которые могут возникнуть при отсутствии каких-либо согласованных международных усилий по решению проблемы изменения климата, помимо тех, которые уже приняты странами. Они исключают любые обязательства по введению в действие новой политики, например, в рамках Парижского соглашения до 2025 и 2030 годов. В настоящем разделе представлен обзор сценариев мирового социально-экономического развития в долгосрочной перспективе (SSPs) и их последствий для энергетики, землепользования и выбросов парниковых газов в атмосферу. Сценарии созданы группой исследователей изменения климата [9-13] в целях содействия комплексному анализу будущих климатических воздействий, уязвимости, адаптации и смягчения их последствий. SSPs основаны на пяти сюжетных линиях, описывающих социально-экономические события, включая устойчивое развитие, региональное соперничество, неравенство, развитие, основанное на ископаемом топливе, и так называемое развитие «на середине пути». Базовые сценарии приводят к глобальному потреблению энергии в размере 400–1200 ЭДж в 2100 году и имеют совершенно иную динамику землепользования, начиная от возможного сокращения площади сельскохозяйственных угодий и до массового расширения более чем на 700 млн. га к 2100 году. Свя-

занный с этим годовой объем выбросов CO<sub>2</sub> для базовых сценариев, варьируется от примерно 25 Гт CO<sub>2</sub> до более чем 120 Гт CO<sub>2</sub> в год к 2100 году. SSP – сценарии мирового социально-экономического развития, основанные на пяти нарративах, содержащих широкие социально-экономические тенденции, которые могут сформировать будущее общество. К ним относятся: мир роста и равенства, ориентированный на устойчивость (SSP1); мир «середины пути», в котором тенденции в целом следуют своим историческим моделям (SSP2); фрагментированный мир «возрождающегося национализма» (SSP3); мир постоянно растущего неравенства (SSP4); и мир быстрого и неограниченного роста экономического производства и использования энергии (SSP).

**Таблица 1 - Сюжетные линии сценариев мирового социально-экономического развития**

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SSP1 | Устойчивость - выбор «зеленого пути» (низкие проблемы для смягчения последствий климатических изменений и адаптации). Мир постепенно, но повсеместно сдвигается в сторону более устойчивого пути с упором на более инклюзивное развитие. Устойчивое развитие — термин, который означает экономическую и иную деятельность нынешнего поколения, без ущерба для жизни и развития следующих поколений, которое учитывает экологические ограничения и имеет своей целью не только и не столько экономический рост, но и рост благосостояния людей. Неравенство сокращается как между странами, так и внутри них. Потребление ориентировано на меньшую ресурс- и энергоёмкость потребляемой продукции.                                             |
| SSP2 | Середина пути (Средние проблемы смягчения последствий и адаптации) Мир следует по пути, по которому социальные, экономические и технологические тенденции не отклоняются заметно от исторических моделей. Развитие и рост доходов происходит неравномерно: одни страны добиваются относительно хорошего прогресса, тогда как другие остаются на том же уровне или значительно отстают в своем развитии. Глобальные и национальные институты работают над достижением целей устойчивого развития, но делают это медленно. Экологические системы подвергаются деградации, хотя есть некоторые улучшения, и в целом интенсивность использования ресурсов и энергии снижается. Прирост мирового населения является умеренным и стабилизируется во |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>второй половине века. Неравенство доходов сохраняется или улучшается очень медленно, и остаются проблемы, связанные с уменьшением уязвимости перед социальными и экологическими изменениями.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| SSP3 | <p>Региональное соперничество – рассматривает вариант развития, при котором практически не решаются задачи по смягчению последствий климатических изменений и адаптации к ним. Возрождающийся национализм, озабоченность по поводу конкурентоспособности и безопасности, а также региональные конфликты заставляют страны уделять все больше внимания внутренним или, в лучшем случае, региональным вопросам. Со временем политика меняется и становится все более ориентированной на вопросы национальной и региональной безопасности. Страны сосредотачиваются на достижении целей энергетической и продовольственной безопасности в своих регионах. Снижаются инвестиции в образование и технологическое развитие. Экономическое развитие идет медленно, потребление является материалоемким, а неравенство сохраняется или ухудшается с течением времени. Прирост населения низкий в промышленно развитых и высокий в развивающихся странах. Низкий международный приоритет решения экологических проблем приводит к серьезной деградации окружающей среды в некоторых регионах.</p>               |
| SSP4 | <p>Неравенство – рост расслоения в обществе. Крайне неравные инвестиции в человеческий капитал в сочетании с увеличивающимся неравенством экономических возможностей и политической власти приводят к усилению неравенства и расслоения как между странами, так и внутри них. Со временем увеличивается разрыв между международным сообществом, которое способствует развитию наукоемких и капиталоемких секторов мировой экономики, и фрагментированной совокупностью малообразованных обществ с низкими доходами, которые работают в трудоемкой и низко технологичной экономике. Социальная сплоченность деградирует, а конфликты и беспорядки становятся все более распространенными. Высокий уровень технологического развития наблюдается в высокотехнологичной экономике и отраслях. Глобально связанный энергетический сектор диверсифицируется за счет инвестиций как в углеродоемкие виды топлива, такие как уголь и нетрадиционную нефть, так и в низко углеродные источники энергии. Экологическая политика сосредоточена на местных проблемах в регионах со средним и высоким доходом.</p> |
| SSP5 | <p>Развитие на ископаемом топливе - на пути к успеху. В этом мире растет вера в конкурентные рынки, инновации и общества, основанные на широком участии, которые способствуют быстрому техническому прогрессу и развитию человеческого капитала как пути к устойчивому развитию. Глобальные рынки становятся все более интегрированными. Также есть значительные инвестиции в здравоохранение, образование и учреждения для увеличения человеческого и социального капитала. В то же время стремление к экономическому и социальному развитию сочетается с эксплуатацией обильных ресурсов ископаемого топлива и принятием во всем мире ресурсоемкого и энергоемкого образа жизни. Все эти факторы приводят к быстрому росту мировой экономики, в то время как мировое население достигает пиков и сокращается в 21 веке. Успешно решаются местные экологические проблемы, такие как загрязнение воздуха. Есть вера в способность эффективно управлять социальными и экологическими системами.</p>                                                                                                     |

Таким образом, сюжетные линии сценариев SSP1 и SSP5 предполагают относительно оптимистичные тенденции человеческого развития с «существенными инвестициями в образование и здравоохранение, быстрым экономическим ростом и хорошо функционирующими учреждениями». Они отличаются тем, что SSP5 предполагает, что это будет обусловлено энергоемкой экономикой, основанной на ископаемом топливе, в то время как в SSP1 наблюдается растущий сдвиг в сторону устойчивых методов. SSP3 и SSP4 более пессимистичны в отношении будущего экономического и социального развития, с небольшими инвестициями в образование или здравоохранение в более бедных странах в сочетании с быстрорастущим населением и усилением неравенства. SSP2 представляет собой сценарий «середины пути», исторические модели развития продолжают на протяжении всего 21 века. SSPs были разработаны для отражения миров, в которых проблемы смягчения последствий климатических изменений и адаптации к ним варьируются от низких до очень высоких. Основные различия между SSP проистекают из их предположений о глобальном росте населения, доступе к образованию, урбанизации, экономическом росте, доступности ресурсов, технологических разработках и факторах спроса, таких как изменение образа жизни. На рисунке 1 показаны различные прогнозы численности мирового населения (слева) и ВВП (справа) для каждой из пяти SSP на 21 век.

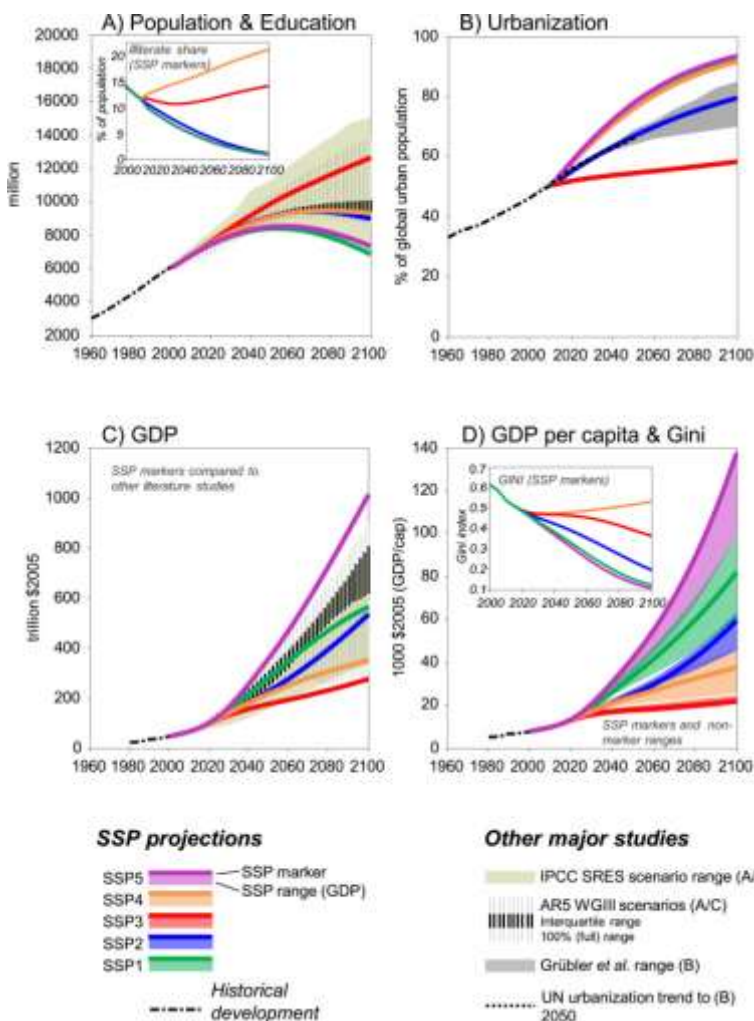


Рисунок 1. Изменение численности глобального населения и уровня образования (А), урбанизация (В), ВВП (С), ВВП на душу населения и индекс Джини (D). Вставка в панели А дает долю людей без образования в возрасте  $\geq 15$  лет, а вставка в панели D обозначает развитие глобального (кросс-национального) индекса Джини. SSPs сравниваются с диапазонами от других крупных исследований в литературе, таких как МГЭИК AR5 [14]; СРЕС МГЭИК [15]; ООН, и [16]. Цветные области для ВВП (панель D) обозначают диапазон альтернативных прогнозов ВВП SSP, представленных в этом специальном выпуске [17-19]. Население мира (слева) в миллиардах человек и мировой ВВП (справа) в триллионах долларов США на основе паритета покупательной способности (ППС). (<https://tntcat.iiasa.ac.at/SspDb/dsd?Action=htmlpage&page=10>)

Чтобы создать различные сценарии динамики численности населения планеты, исследователи использовали демографическую модель, основанную на предположениях о будущей рождаемости, смертности, миграции и образовании. Предположения о доступе женщин к образованию в будущем сильно влияют на рождаемость и рост населения. Эти предположения были изменены, чтобы соответствовать каждому описанию SSP. Уровни населения самые низкие в SSP5, достигая пика в 8,5 миллиарда в период с 2050 по 2060 год и снижаясь до сегодняшнего уровня около 7 миллиардов к 2100 году. Это в целом соответствует сценарию низкой рождаемости ООН. SSP2 и SSP4 - это скорее середина пути, с пиком населения между 2070 и 2080 годами около 9,5 миллиардов, хотя это все еще ниже, чем по сценарию ООН со средней рождаемостью, которому соответствует около 11,5 миллиардов человек. Наконец, SSP3 показывает продолжающийся рост мирового населения до конца века, достигнув 12,6 миллиарда к 2100 году. SSP3 выше, чем сценарий ООН со средней рождаемостью, но все же ниже, чем по сценарию ООН с высокой рождаемостью. Демографические прогнозы в SSP, как правило, немного ниже, чем в предыдущих моделях (например, SRES), из-за снижения показателей рождаемости в развивающихся странах за последние два десятилетия и более быстрого, чем ожидалось, расширения образования среди молодых женщин в наименее развитых странах. Все SSP

прогнозируют резкий рост мировой экономики, при этом глобальный ВВП в 2100 году будет в 4-10 раз больше, чем был в 2010 году. Это означает, что среднегодовые темпы роста мирового ВВП колеблются в интервале от 1,8% до 3,4% , хотя во всех моделях темп роста замедляется на протяжении столетия. Этот рост является одним из основных факторов будущих выбросов CO<sub>2</sub>, хотя разные сценарии предусматривают разные уровни будущего «разделения» роста и выбросов, связанных с декарбонизацией экономики. Значения ВВП включают прогнозы численности населения, а также предположения о международных торговых потоках, технологическом развитии и других факторах, согласующихся с описаниями SSPs. Самый высокий рост ВВП наблюдается в SSP5, с быстрым развитием и конвергенцией между странами и среднемировым ВВП на душу населения около 140 000 долларов в год в 2100 году. Самый низкий рост ВВП наблюдается в SSP3, где развитие идет медленно и фрагментарно. В SSP3 средний мировой доход составляет около 20 000 долларов в 2100 году, что лишь незначительно превышает сегодняшний уровень. SSP также заметно различаются по уровню будущего неравенства внутри стран и между странами. Самая высокая степень неравенства наблюдается в SSP4, за ней идет SSP3. И SSP1, и SSP5 характеризуются относительно справедливым развитием и быстрым наверстыванием беднейших стран мира в наступающем столетии.

Наконец, SSP дают оценку того, как мир станет более урбанистическим в будущем. Этот показатель варьируется от 60% населения, проживающего в городах в 2100 году в программе SSP3 (аналогично сегодняшнему уровню 54%), до 92% в SSP1, SSP4 и SSP5. SSP2 находится посередине, достигнув 80% урбанизации к 2100 году. В то время как базовые сценарии отражают ряд результатов в отсутствие дополнительной климатической политики, исследователи также хотели изучить, как различные уровни смягчения последствий изменения климата и адаптации будут соответствовать будущему, описанному в каждом из сценариев.

Чтобы смоделировать это, исследователи использовали общие политические допущения относительно того, насколько быстро будет достигнуто международное сотрудничество в области климатической политики, что повлечет за собой соблюдение ограничений, налагаемых базовыми допущениями относительно роста населения, экономической активности и технологического развития.

Рассматриваемые цели по смягчению последствий определяются уровнями радиационного воздействия (в ваттах на квадратный метр), аналогичными RCP, которые устанавливают целевой уровень концентрации парниковых газов в атмосфере (и связанного с ними радиационного воздействия) на 2100 год. На рисунке 2 показаны выбросы в динамике по всем базовым линиям SSP (серые линии) и по различным целям смягчения,

где радиационные воздействия в 2100 году ограничены значениями 6,0, 4,5, 3,4, 2,6 и 1,9 Вт/м<sup>2</sup> (цветные линии). Средняя величина потепления, связанная с диапазоном исходных линий и каждой из целей, также показана справа.

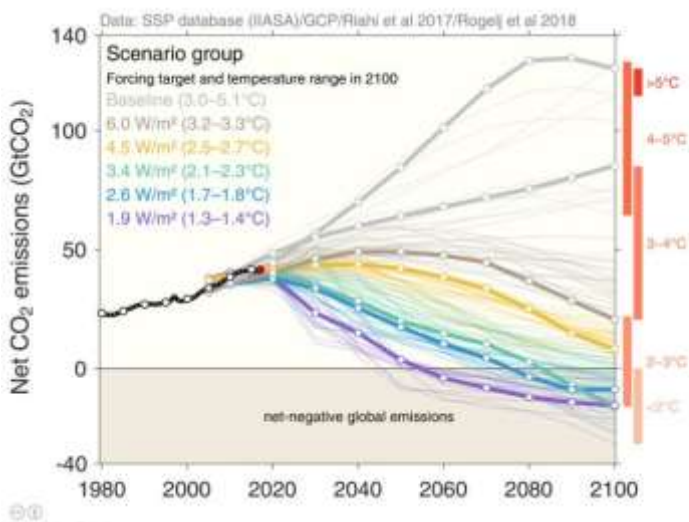


Рисунок 2. Эмиссия углекислого газа при различных сценарных условиях. Глобальные выбросы CO<sub>2</sub> (Гт CO<sub>2</sub>) для всех прогонов IAM [47] взяты в базе данных SSP (<https://tntcat.iiasa.ac.at/SspDb/dsd?Action=htmlpage&page=10>). Базовые сценарии SSP без климатической политики показаны серым цветом, а различные цели смягчения последствий показаны цветными линиями. Жирные линии обозначают подмножество сценариев, выбранных в качестве основных для моделирования климатической модели CMIP6. Диаграмма подготовлена для Carbon Brief Гленом Петерсом и Робби Эндрюсом из Global Carbon Project (<https://www.cicero.oslo.no/no/posts/klima/oil-gas-in-a-low-carbon-world>)

Чтобы установить, допускают ли лежащие социально-экономические факторы в сценариях уровень смягчения последствий, необходимый для достижения целей RCP, в моделях использовались общие политические допущения об ограничениях международного сотрудничества в краткосрочной и средне-

срочной перспективе и возможной скорости сокращения выбросов.

Например, SSP1 и SSP4 считают возможным «глобальное сотрудничество» в области климатической политики к 2020 году. Мировые SSP2 и SSP5, в которых используется больше ископаемого топлива, имеют задержки в принятии глобальных мер, при этом регионы переходят к глобальному сотрудничеству между 2020–2040 гг. В регионально фрагментированной SSP3 некоторые регионы с более высокими доходами присоединятся к глобальным усилиям по сокращению выбросов в период с 2020 по 2040 годы, а регионы с более низким уровнем дохода - в период с 2030 по 2050 годы.

Для землепользования, которое является важным и трудно регулируемым источником выбросов, SSP1 и SSP5 позволяют осуществлять эффективное международное сотрудничество для сокращения выбросов. SSP2 и SSP4 допускают некоторые более ограниченные усилия по сокращению выбросов от обезлесения и сельского хозяйства, в то время как SSP3 в целом предполагает, что будет невозможно побудить отдельные страны избегать обезлесения.

Различия между SSP влияют на способность сценариев в краткосрочной перспективе существенно снизить выбросы парниковых газов. В то время как SSP1 и SSP4 позволяют предпринять быстрые глобальные действия по сокращению выбросов сверх тех, которые уже согласованы в определяемых на нацио-

нальном уровне вкладах (NDC) в соответствии с Парижским соглашением, другие сценарии, такие как SSP3 и SSP5, обнаруживают, что даже эти существующие обязательства сложно выполнить в полном объеме.

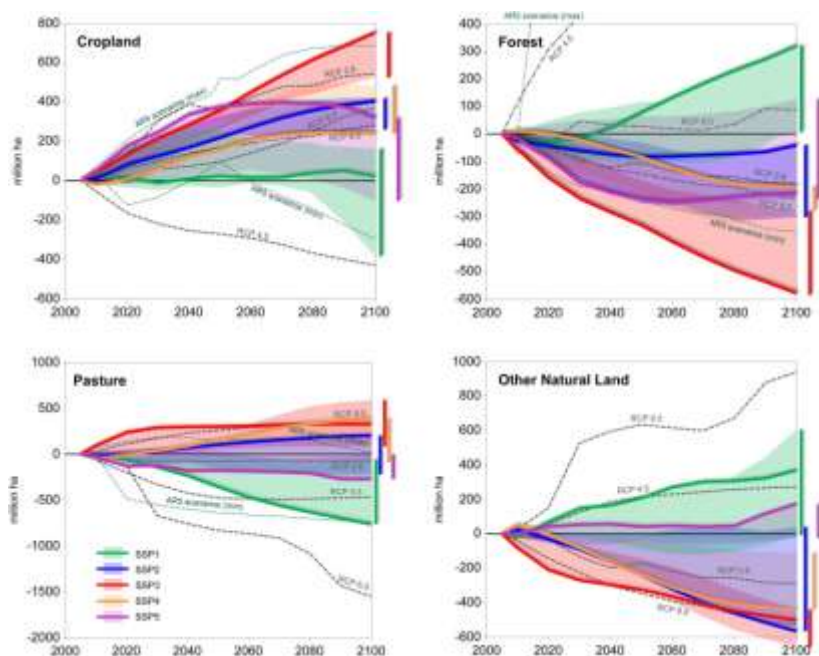


Рис. 4. Изменения в сельскохозяйственных угодьях, лесах, пастбищах и других природных землях для базовых сценариев маркеров SSP (толстые линии) и диапазонов других не маркерных сценариев (цветные области). Изменения показаны по отношению к базовому 2010 году №0. В дополнение к базовым сценариям SSP также показаны разработка RCPs [13] и диапазон сценариев IPCC AR5 [14]. Обратите внимание, что сельскохозяйственные культуры включают в себя энергетические культуры. Другие природные земли включают в себя все категории земель за пределами лесов, пастбищ, сельскохозяйственных угодий.

В SSP5 выбросы растут слишком сильно и падают слишком медленно, чтобы достичь поставленных в Париже целей без значительных объемов отрицательных выбросов во вто-

рой половине века, чтобы компенсировать более медленное сокращение выбросов в ближайшем будущем. Три из четырех моделей SSP5 смогли разработать возможные сценарии для достижения целей RCP2.6 по ограничению потепления ниже 2°C, в то время, как только две из четырех смогли найти способ достичь RCP1.9 и ограничить потепление ниже 1,5°C. В SSP3 модели просто не смогли достичь целей ни RCP2.6, ни RCP1.9 из-за регионального соперничества и возрождающегося национализма, ограничивающего способность мира сотрудничать по сокращению выбросов в следующие несколько десятилетий.

В то время как быстрое технологическое развитие в SSP4 упрощает достижение более скромных целей по смягчению последствий, высокое неравенство затрудняет достижение очень значительных сокращений выбросов, особенно выбросов от землепользования в более бедных странах. Это означает, что, хотя все три модели SSP4 могут достичь целевого показателя RCP2.6, только одна из трех может достичь RCP1.9 и ограничить потепление ниже 1,5 °C.

На рисунке 5 показаны траектории выбросов, соответствующих различным SSP. В целом, SSP1 (нижний левый прямоугольник) обеспечивает более быстрое сокращение выбросов и меньшее количество отрицательных выбросов к концу столетия при более глубоких сценариях смягчения, по сравнению с другими SSP.

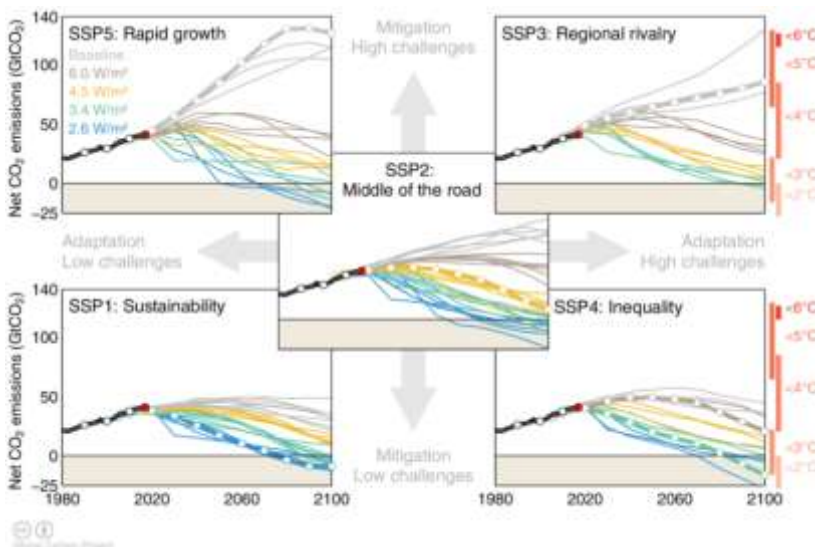


Рисунок 5. Глобальные выбросы CO<sub>2</sub> (Гт CO<sub>2</sub>) для всех прогнозов IAM [47] в базе данных SSP. (Диаграмма сделана Гленом Петерсом и Робби Эндрюсом и Глобальным углеродным проектом). (<https://www.cicero.oslo.no/no/posts/klima/oil-gas-in-a-low-carbon-world>)

Тот факт, что IAM [47] не смогли найти жизнеспособное решение для некоторых сценариев ниже 2° и ниже 1,5°C, не обязательно означает, что эти сценарии невозможны. Модели несовершенны и не могут предвидеть все технологические или социальные изменения, которые произойдут в наступающем столетии. Например, модели, используемые для достижения целей 2°C, прежде чем они начали включать в себя крупномасштабные технологии с отрицательными выбросами, хотя они все еще существуют в основном только в моделях, а не в реальных масштабах развертывания.

Точно так же то, что разработчики моделей считают вероятными темпами сокращения выбросов или отрицательными выбросами, может оказаться чрезмерно консервативным (или оптимистичным). Такие пути, как SSP3, где нельзя смоделировать сильные сценарии смягчения последствий, следует рассматривать, как показатель того, что такой мир возрождающегося национализма и региональных разделений значительно увеличивает риск того, что требуемые преобразования могут оказаться недостижимыми. В нижеследующей таблице 2 приведены основные параметры внешнеэкономического окружения, такие, как численность населения, уровень глобализации мировой торговли, продуктивность растениеводства и животноводства, варианты землепользования, климатические индикаторы, соответствующие каждому из рассматриваемых социально-экономических сценариев. Эти параметры мы предполагаем использовать в качестве характеристик внешней социально-экономической среды для динамической модели региональных АПС России. Методы определения значений этих параметров будут рассмотрены ниже. Дальнейшие шаги для разработки методологии сценарного анализа будут, в частности, включать региональные и секторальные расширения, дальнейшую проработку аспекта адаптации и воздействия, а также использование сценариев SSP с моделями земной системы нового поколения в рамках 6-го проекта климатического моделирования (CMIP6).

**Таблица 2 - Классификация социально-экономических сценариев развития**

|                                                                        | SSP1<br>Устойчивое<br>развитие                                            | SSP2<br>«Середина<br>пути»                                           | SSP3<br>Разукрупнение,<br>дезинтеграция                     | SSP4<br>Неравенство, имущественное расслоение, рост<br>различий между богатыми и бедными |                                                                      |                                                             | SSP5<br>Развитие с ис-<br>пользованием<br>ископаемого<br>топлива   |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|                                                                        |                                                                           |                                                                      |                                                             | Регионы с<br>высоким уров-<br>нем дохода                                                 | Регионы со<br>средним уров-<br>нем дохода                            | Регионы с низ-<br>ким уровнем<br>дохода                     |                                                                    |
| Численность насе-<br>ления                                             | Рост до 2050,<br>затем падение                                            | Не меняется                                                          | Растет на всем<br>интервале                                 |                                                                                          |                                                                      |                                                             | Рост до 2050,<br>затем падение                                     |
| Уровень глобализа-<br>ции торговли                                     | высокий                                                                   | средний                                                              | низкий                                                      | высокий                                                                                  | средний                                                              | низкий                                                      | высокий                                                            |
| Потребление про-<br>дуктов животного<br>происхождения в<br>пищу        | Сокращение<br>потребления                                                 | Сохранение<br>текущего уров-<br>ня потребления                       | Рост потребе-<br>ния                                        | Сохранение<br>текущего уров-<br>ня потребления                                           | Сохранение<br>текущего уров-<br>ня потребления                       | Сохранение<br>текущего уров-<br>ня потребления              | Рост потребе-<br>ния                                               |
| Госрегулирование<br>изменения земле-<br>пользования                    | Жесткое регу-<br>лирование                                                | Умеренное<br>регулирование                                           | Слабое регу-<br>лирование                                   | Жесткое регу-<br>лирование                                                               | Умеренное<br>регулирование                                           | Слабое регу-<br>лирование                                   | Умеренное ре-<br>гулирование                                       |
| Продуктивность<br>растениеводства и<br>животноводства                  | Высокая +<br>сильные стрем-<br>ления к улуч-<br>шениям в тех-<br>нологиях | Средняя<br>+умеренные<br>стремления к<br>улучшениям в<br>технологиях | Низкая+слабые<br>стремления к<br>улучшению в<br>технологиях | Высокая +<br>сильные стрем-<br>ления к улуч-<br>шениям в тех-<br>нологиях                | Средняя<br>+умеренные<br>стремления к<br>улучшениям в<br>технологиях | Низкая+слабые<br>стремления к<br>улучшению в<br>технологиях | Высокая + силь-<br>ные стремления<br>к улучшениям в<br>технологиях |
| Эффективность к<br>проблеме предот-<br>вращения измене-<br>ния климата | Высокая                                                                   | Умеренная                                                            | Низкая                                                      | Умеренная                                                                                | Умеренная                                                            | Умеренная                                                   | Высокая                                                            |

Источник: [20].

Для регионов России такие разработки уже произведены в Российском институте вычислительной математики РАН. Результаты моделирования были использованы нами для получения прогнозных климатических характеристик, таких как средняя температура и осадки по месяцам на период до 2100 года для формирования сценарных условий землепользования в регионах России. Для привязки данных к конкретному региону рассматривались координаты столицы региона, далее использовалось допущение, что климатические характеристики, соответствующие этим координатам, можно экстраполировать на регион в целом. При переходе на другой уровень управления, например, на уровень района или предприятия, может быть проведена корректировка климатических характеристик в соответствии с координатами рассматриваемого объекта.

Фрагмент базы данных по климату RPC МОЦАО в рамках СМIP6, содержащий данные среднемесячных температур и осадков, полученных в результате моделирования для двух климатических сценариев – RCP 8.5 и RCP 4.5, для всех регионов Российской Федерации приведена в Приложении 1. «Описание базы данных по климату, исходя из решения ансамбля моделей общей циркуляции атмосферы и океана для сценариев RCP 4.5 RCP 8.5.».

## ***1.2 Методология разработки сценариев социально-экономического развития регионов на основе когнитивной модели агропродовольственной системы региона***

При разработке методологии сценарного прогнозирования развития АПС регионов с учетом климатических воздействий возникают многочисленные сложности, источником которых служит слабая структурированность рассматриваемой системы, отсутствие количественного описания многих объективно существующих, но недостаточно изученных процессов. Решение таких задач возможно методами когнитивного моделирования (модель когнитивной карты) [21].

Модели нечетких когнитивных карт обычно используют в стратегических исследованиях в форме автономных или интегрированных методов, направленных на понимание развития, а не его прогноз [22]. В частности, их применение особенно эффективно при анализе сложных систем, когда учет поведения, возникающего в ответ на меры регулирования, и особенностей мышления обычно затруднителен [23, 24].

Сегодня подходы, основанные на когнитивных моделях, все чаще используют для интеграции качественных экспертных знаний и комбинаций различных источников данных и качественных сценариев, применяемых для анализа сложных систем [25]. Они незаменимы для объединения качественных описаний и полуколичественного моделирования [26], а также для обеспечения возможности моделирования воздействия политики в

управляемых человеком системах при различных сценариях [27]. Более того, модели нечетких когнитивных карт полезны при разработке сельскохозяйственной политики, которая постоянно сталкивается с сильно расходящимися представлениями о мерах и целях управления и вырабатывает меры в огромном междисциплинарном пространстве [28, 29].

Термин «когнитивная карта» появился впервые в работе по психологии [30], задолго до создания Р. Аксельродом методологии когнитивного моделирования, предназначенной для анализа и принятия решений в плохо определённых ситуациях [31]. Когнитивное моделирование основывается на экспертных оценках и включает методологию структуризации ситуации в виде знакового орграфа (когнитивной карты) множества факторов ситуации и причинно-следственных отношений между ними, а также методы анализа ситуации.

В конце 80-х гг. XX столетия идеи Р. Аксельрода получили развитие в виде нечетких когнитивных карт Б. Коско, которые стали базисом для современных систем динамического моделирования [32]. Предложенный нечетко-когнитивный подход к построению имитационных моделей сложных систем позволяет, реализовать эффективное управление такими системами без построения точной математической модели. Наглядность нечетких когнитивных карт, возможности проведения численного моделирования, а также комбинирование экспертного и адаптивного подходов для построения правил делают обобщен-

ные нечеткие когнитивные карты удобным средством описания сложных междисциплинарных задач и систем.

Применение нечетких когнитивных карт возможно в следующих сферах:

- финансовые и политические анализы и прогнозы;
- социальные, биологические и экологические задачи;
- принятие стратегических решений на основе когнитивных карт и на нечетких моделях;
- ситуационное моделирование мировой политики.

На сегодняшний день существует множество публикаций теоретико-методического и прикладного характера, в которых модели когнитивных карт используют для решения следующих классов задач в разных сферах человеческой деятельности:

- моделирование процессов эволюции различных систем и ситуаций;
- моделирование отклика системы на управляющие воздействия;
- поиск точек приложения и характеристик управляющих воздействий, приводящих систему или ситуацию в желаемое состояние.

Полезность когнитивного моделирования заключается в возможности представлять сложные системы, используя скудную или расплывчатую информацию, и нечеткие концепции в рамках анализа, аналогичного человеческому мышлению [33].

Основное преимущество такого подхода заключается в том, что он нацелен не на прогнозирование параметров в реальных значениях (для которого потребовались бы модели с использованием огромного количества данных, которые зачастую недоступны), а, скорее, на относительные результаты, указывающие, как переменные могут изменяться, и правдоподобное понимание того, почему такие изменения могут разворачиваться при рассмотрении взаимодействия между различными вариантами [34].

В России наибольшее число работ по этой тематике имеется в таких научных центрах, как ИПУ РАН [36, 37], ВИАПИ им. А.А. Никонова [21, 35], Кубанский ГАУ [38, 39].

При разработке методологии стратегического планирования и прогнозирования развития АПС регионов на долгосрочный период времени с учетом климатических воздействий возникают многочисленные сложности, источником которых служит слабая структурированность рассматриваемых систем, отсутствие количественного описания многих объективно существующих, но недостаточно изученных взаимосвязей между климатической динамикой и производством, и особенно, потреблением продуктов питания. Как было показано во введении на примерах из различных источников, когнитивные модели вполне применимы в границах от частичного знания и экспертных представлений о закономерностях тех или иных предметных областей до хорошо изученных систем, физической, химической, биологической, экологической и другой природы.

**Таблица 3 - Понятия, используемые в когнитивной модели АПС региона**

| №  | Наименование концепта когнитивной модели                 |
|----|----------------------------------------------------------|
| 1  | Изменение климата                                        |
| 2  | Численность население региона                            |
| 3  | Интенсивность ЧС                                         |
| 4  | Изменение почвенного плодородия                          |
| 5  | Состояние земельных ресурсов                             |
| 6  | Фитопатологическая обстановка                            |
| 7  | Ветеринарно-эпидемиологическая обстановка                |
| 8  | Уровень водных и сухих мелиораций                        |
| 9  | Урожайности возделываемых культур                        |
| 10 | Уровень развития системы семеноводства                   |
| 11 | Продуктивность сельскохозяйственных угодий               |
| 12 | Поголовье в отраслях животноводства                      |
| 13 | Уровень адаптации отраслевой структуры растениеводства   |
| 14 | Уровень адаптации аграрной структуры сельского хозяйства |
| 15 | Производство растениеводческой продукции                 |
| 16 | Производство животноводческой продукции                  |
| 17 | Уровень самообеспеченности региона продовольствием       |
| 18 | Хозяйственно-финансовый результат функционирования АПС   |
| 19 | Уровень технологического развития АПС региона            |
| 20 | Уровень инвестиций в АПС                                 |
| 21 | Налоговая нагрузка на АПС                                |
| 22 | Уровень прямой господдержки                              |
| 23 | Уровень косвенной господдержки                           |
| 24 | Аграрный бюджет АПС региона                              |
| 25 | Влияние торгово-закупочных интервенций                   |
| 26 | Степень доступности долгосрочных кредитов                |
| 27 | Уровень развития ИКС                                     |
| 28 | Уровень развития и использования цифровых технологий     |
| 29 | Степень развития и доступности услуг по страхованию      |
| 30 | Внутренний спрос на продукцию АПС региона                |
| 31 | Ввоз продукции сельского хозяйства в регион              |
| 32 | Вывоз продукции сельского хозяйства из региона           |
| 33 | Уровень цен производителя в регионе                      |
| 34 | Средний уровень цен в стране                             |
| 35 | Уровень экспортных цен                                   |
| 36 | Уровень импортных цен                                    |

С формальной точки зрения, модель когнитивной карты представляет собой граф, вершинами которого служат вводимые в рассмотрение понятия, а ребрами — отношения между ними. В нашей работе когнитивная модель АПС региона представлена взвешенным оргграфом, содержащим 36 вершин (таблица 3) и 185 ребер.

Весовые коэффициенты на ребрах графа могут задаваться экспертно и варьируются в пределах от -1 до 1. Состояния концептов измеряются в лингвистической или балльной шкале. Динамику состояний концептов можно представить следующим образом:

$$S_i(t+1) = S_i(t) + \sum_{i \in I_i} S_{i,j} w_{ij} + g_i(t), S_i(0) = S_i^0, i = [1, 36] \quad (1)$$

где  $S_i(t)$  – состояние  $i$ -го концепта в момент времени  $t$ ;  $S_i^0$  – начальное значения  $i$ -го концепта;  $w_{ij}$  – вес взаимовлияния между парой концептов (числовое значение со знаком или функция состояний соответствующих концептов);  $I_i$  – множество индексов концептов прямо влияющих на  $i$ -й концепт;  $g_i(t)$  – внешнее воздействие (возможно, управление) в вершине  $i$ -го концепта.

Для приведения числовых значений концептов к единой шкале использовали нормирующую функцию следующего вида:

$$Y(t) = \frac{1}{1 + \exp(-\alpha S(t))} - 0,5, \quad (2)$$

где  $Y(t)$  – нормированное значение концептов когнитивной модели;  $\alpha$  – параметр.

Пространство сценариев образовано сочетанием количественных и качественных признаков. К первым можно отнести вектор начальных значений концептов, характеризующих состояние АПС региона; ко вторым – сочетание следующих свойств АПС и внешнего окружения, вызывающих изменение значений ряда весов в матрице смежности графа:

- исходный климатический статус региона (гумидный, семиаридный, аридный);
- климатическая составляющая сценария (аридизация/гумидизация) по степеням выраженности (слабо выражена, заметна, умеренно выражена, сильно выражена).

Выбор климатического сценария приводит к модификации весов взаимодействующих с «Изменением климата» концептов (номера 3...7, 9, 11, 12 из таблицы 3). Концепты 8, 10, 13, 14, 22, 23, 25...29 относятся к категории управлений и задаются независимо от климатического сценария. Концепт «Уровень развития водных и сухих мелиораций» (номер 8) принимает значения из следующего ряда: «Мелиорации отсутствуют, деградация мелиоративных систем», «Мелиорации слабо развиты», «Мелиорации развиты недостаточно», «Адекватное развитие мелиораций».

Процессы адаптации АПС, которые могут происходить в результате изменения ее отраслевой и аграрной структуры, принимают следующие значения из лингвистической шкалы: «Адаптация отсутствует», «Средний уровень адаптации», «От-

раслевая структура адаптирована», «Аграрная структура адаптирована».

**Таблица 4. Варианты формирования демографической части пространства сценариев**

| Численность населения региона | Влияние на                       |                                                |                        |                | Аграрный бюджет АПС региона | Внутренний спрос на продукцию АПС региона |
|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|----------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
|                               | потребность в земельных ресурсах | поголовье в отраслях животноводства, усл. гол. | производство продукции |                |                             |                                           |
|                               |                                  |                                                | растениеводства        | животноводства |                             |                                           |
| Интенсивно падает             | -0,6                             | -0,8                                           | -0,6                   | -0,8           | -0,8                        | -0,4                                      |
| Слабо падает                  | -0,2                             | -0,4                                           | -0,2                   | -0,4           | -0,3                        | -0,3                                      |
| Стабильна                     | 0,1                              | 0                                              | 0,1                    | 0              | 0,1                         | 0,1                                       |
| Слабо растет                  | 0,2                              | 0,6                                            | 0,2                    | 0,6            | 0,3                         | 0,2                                       |
| Интенсивно растет             | 0,8                              | 1                                              | 0,8                    | 1              | 0,8                         | 0,7                                       |

Динамика численности населения региона фиксирована на пяти уровнях (таблица 4), каждый из которых характеризуется соответствующими весами на ребрах графа, исходящих из вершины «Численность населения региона» до вершин, перечисленных в таблице.

Сочетание свойств АПС и внешней среды порождает пространство сценариев большой размерности ( $24 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 12 = 10368$ ), поэтому при практической реализации методологии могут быть проанализированы лишь небольшое число «контрастных» вариантов.

Рассмотрим один из таких «контрастных» (или чрезвычайных, экстремальных) вариантов, когда семиаридный (засуш-

ливый) в исходном состоянии регион подвергается аридизации. При этом водные и сухие мелиорации развиты слабо, отраслевая структура сельского хозяйства не адаптирована к климатическим изменениям. Климатический шок способен привести к глубоким изменениям эколого-экономических и социально-демографических процессов.

Для оценки этих эффектов были выбраны следующие системные характеристики: изменение почвенного плодородия, продуктивность сельскохозяйственных угодий, урожайности возделываемых культурных растений, поголовье в отраслях животноводства, уровень инвестиций в АПС региона, хозяйственно-финансовый результат от производства продукции сельского хозяйства. Кроме того, оценивали дефицит самообеспечения продовольствием и численность населения региона.

В соответствии с формулой (1) динамика перечисленных характеристик зависит от конфигурации матрицы смежности взвешенного орграфа. В нашем случае вершина «климатические изменения» связана с чрезвычайными ситуациями, фитосанитарной и ветеринарно-эпидемиологической обстановкой, почвенным плодородием, продуктивностью сельскохозяйственных угодий, урожайностью культурных растений и поголовьем животных. В свою очередь названные концепты оказывают, как непосредственное, так и опосредованное влияние на состояние перечисленных ранее системных характеристик. Динамика концептов прослеживается в течение 16 временных тактов.

Нужно отметить, что первоначально заданные веса не всегда обеспечивают качественную картину ожидаемых изменений свойств АПС и требуют некоторой корректировки. Процедура идентификации когнитивной модели АПС сейчас вряд ли может быть до конца формализована, хотя есть результаты, связанные с использованием экспертных процедур и статистических методов для решения этой задачи [40].

Представленную ситуацию можно охарактеризовать, как срыв адаптации аграрной экономической системы региона, приведший к неустранимому падению урожайности сельскохозяйственных культур (см. рисунок 5), снижению привлекательности инвестиций в отрасли растениеводства и, как следствие, неустойчивости хозяйственно-финансовых результатов деятельности (сплошные линии на графиках). На рисунке видно, как нарастает вначале небольшой дефицит самообеспечения региона продовольствием, который пытаются устранить за счет инвестиций в сельское хозяйство. Однако такая стратегия не решает продовольственную проблему региона: начиная с 14-го временного такта дефицит самообеспечения продовольствием вновь возрастает, а поток инвестиций становится нулевым еще раньше.

Тенденция меняется вследствие инвестиций в сельское хозяйство и роста производства. Это приводит к отсутствию дефицита в четырех временных тактах модельного времени. Однако нарастание аридизации снова меняет ситуацию на противоположную. Падение урожайностей отражается на возможностях

обеспечения кормами отраслей животноводства, что приводит, в конечном итоге, к снижению поголовья сельскохозяйственных животных. Возникает отток трудоспособного населения из аграрного сектора экономики, обусловленный низкой доходностью этих видов деятельности.

Одним словом, перед нами картина экологического бедствия, сочетающая негативные демографические процессы, вызванные крайне неустойчивым функционированием сельского хозяйства, падением почвенного плодородия, ростом площадей неиспользованных земельных ресурсов, фактическим прекращением хозяйственной деятельности на 15-м такте модельного времени.

Изменить сложившуюся ситуацию можно несколькими способами, которые опираются на структурные свойства орграфа, его морфологию. Общепринятый способ – подача на вершины графа когнитивной модели входных воздействий, например, таких как:

- уровень водных и сухих мелиораций;
- урожайности возделываемых культур;
- уровень развития системы семеноводства;
- уровень адаптации отраслевой структуры растениеводства;
- уровень адаптации аграрной структуры сельского хозяйства;
- уровень прямой господдержки;

- уровень косвенной господдержки;
- степень доступности долгосрочных кредитов;
- уровень развития информационно-консультационной службы;
- уровень развития и использования цифровых технологий;
- степень развития и доступности услуг по страхованию.

Результатом этих воздействий становится импульсный процесс, то есть распространение возмущений по ребрам графа, который ведет к изменениям состояния некоторого числа концептов на заданном интервале модельного времени. Исследование откликов когнитивной модели на возмущающие воздействия со стороны внешней среды предполагает нахождение такого сочетания вершин для их приложения, которое обеспечит максимальный позитивный сдвиг значений концептов, рассматриваемых в качестве критериев.

**В рассматриваемом случае речь идет, как минимум, об одном концепте – степени дефицита самообеспеченности региона продовольствием.**

Необходимо понимать, что состояние концептов, взаимодействующих в когнитивной модели АПС, представлено в порядковых шкалах, что исключает применение арифметических операций при анализе их изменений. Основной интерес заключается в нахождении одной или нескольких точек приложения внешнего воздействия, которое вызывает позитивные

сдвиги у большинства концептов, в том числе выбранных в качестве критериев.

В содержательном отношении любое логически непротиворечивое сочетание точек воздействия на когнитивную модель может рассматриваться как сценарий стратегического развития АПС региона, находящегося под воздействием неблагоприятных климатических изменений. В такой когнитивной модели выделяется подмножество вершин, состояние которых может быть изменено путем реализации проектов, направленных на смягчение или, более кардинально, устранение негативного влияния климатического фактора. Формально речь идет о воздействии на ту или иную вершину графа путем подачи импульсов определенной амплитуды в течение выбранного числа тактов модельного времени.

Естественным ответом на негативные климатические изменения в нашем примере может быть реализация масштабного проекта водных мелиораций (см. рисунок 5, пунктирные линии), с помощью которого ситуация меняется весьма существенно: растут урожайности орошаемых сельскохозяйственных культур и хозяйственно-финансовый результат товаропроизводителей, стабилизируются инвестиционные процессы, и как следствие, устраняется проблема само обеспечения продовольствием.

Применение методов когнитивного моделирования, с нашей точки зрения, вполне оправдано на предварительных и

разведочных этапах анализа динамики сложных, плохо формализуемых социально-экономических систем, находящихся под влиянием климатического фактора.

Наличие большого числа взаимодействующих между собой сущностей, с привлечением которых приходится описывать такую систему, сильно затрудняет получение логически обоснованных оценок комплексного отклика АПС на те, или иные проявления нестационарной климатической динамики. С помощью этого инструментария можно получить информацию о поведении АПС при различных сочетаниях климатического фактора с другими, в том числе управляющими, воздействиями на изучаемую систему. Это дает возможность для решения задач нескольких типов:

- оценка динамики введенных в рассмотрение концептов под воздействием климатических изменений при сложившихся условиях взаимодействия с внешней средой и управляющими воздействиями;

- поиск допустимых сочетаний управляющих воздействий, приводящих к желаемой картине адаптации АПС к климатическим шокам;

- определение однонаправленных циклов на графе когнитивной модели, порождающих деструктивные процессы;

- проектирование эффективных регуляторов, встраиваемых в циклы обратных связей и устраняющих деструктивное поведение АПС.

Большое значение при анализе особенностей функционирования АПС регионов имеет возможность применения аппарата теории графов, с помощью которого можно изучать важные особенности, связанные со структурной организацией таких систем. К их числу, по нашему мнению, следует, прежде всего, отнести выделение циклов на графе системы, обнаружение положительных обратных связей, способных выводить АПС регионов в режимы неустойчивого функционирования, которые можно устранить путем введения в контур графа вершин с противоположно направленными воздействиями.

С содержательной точки зрения речь идет о проектировании элементов организационно-хозяйственного механизма, обеспечивающего режим устойчивого развития АПС.

Применение когнитивных моделей и подходов дает возможность с большей обоснованностью выделять направления стратегического развития сложных мультидисциплинарных по своей природе систем, по сравнению с другими известными приемами и схемами стратегического менеджмента.

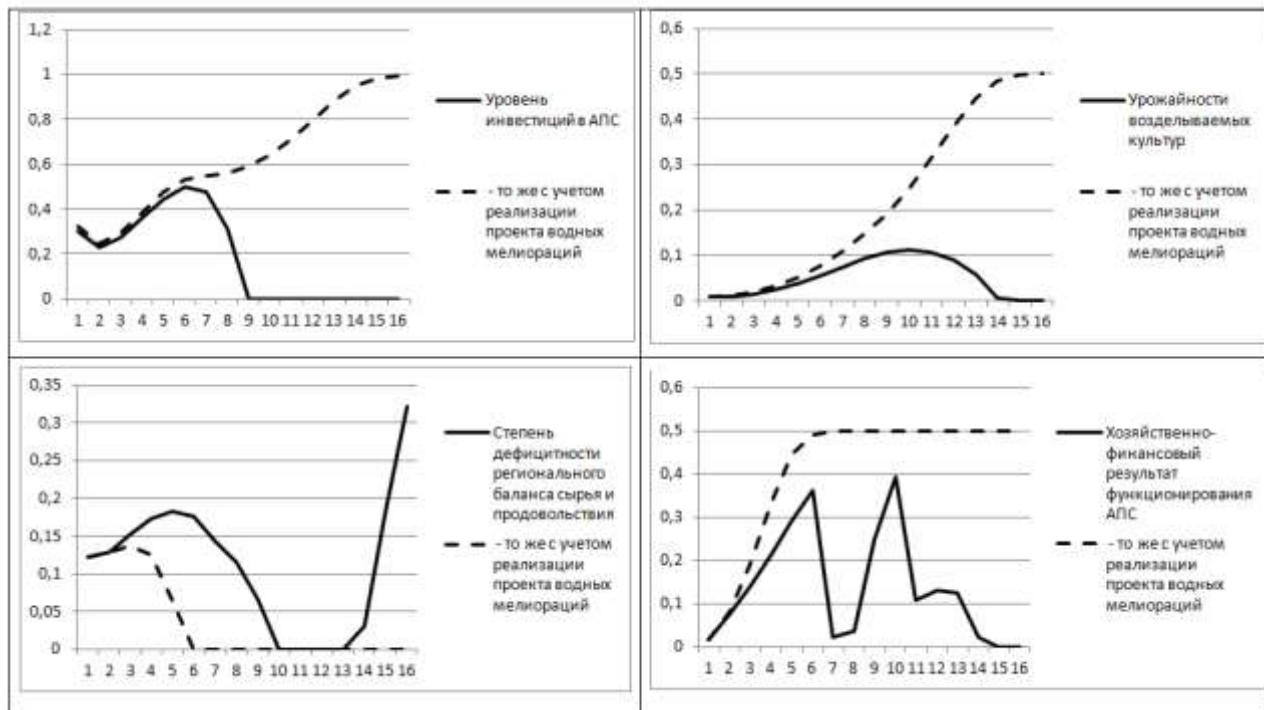


Рисунок 5. Сравнение динамики основных характеристик АПС региона в жестком варианте климатического сценария и с учетом реализации проекта водных мелиораций.

## **2. Система динамических моделей для описания функционирования аграрного сектора экономики регионов в связи с климатическими сценариями**

### ***2.1 Экономико-математическая модель долгосрочного прогнозирования развития АПС регионов с учетом климатических воздействий***

Модель предназначена для долгосрочного прогнозирования развития взаимодействующих АПС регионального уровня, находящихся под воздействием климатических изменений. Структурная схема модели показана на рисунке 6. Дадим вербальное описание модели, на которое в дальнейшем будем опираться в процессе его формализации. Начнем с блока входной информации для формирования сценариев развития региональных АПС. Этот блок предназначен для описания характеристик внешней среды, в которой будет моделироваться функционирование региональных АПС. Характеристики внешней среды представляют собой комбинацию данных, получаемых из шести источниках входной информации, соответствующих сценарным предположениям, рассмотренным в предыдущем разделе.

Первый из них содержит набор гидротермических условий (среднемесячные температуры воздуха и суммы осадков) для всех регионов Российской Федерации для нескольких климатических сценариев, например RCP 4,5 и RCP 8,5.

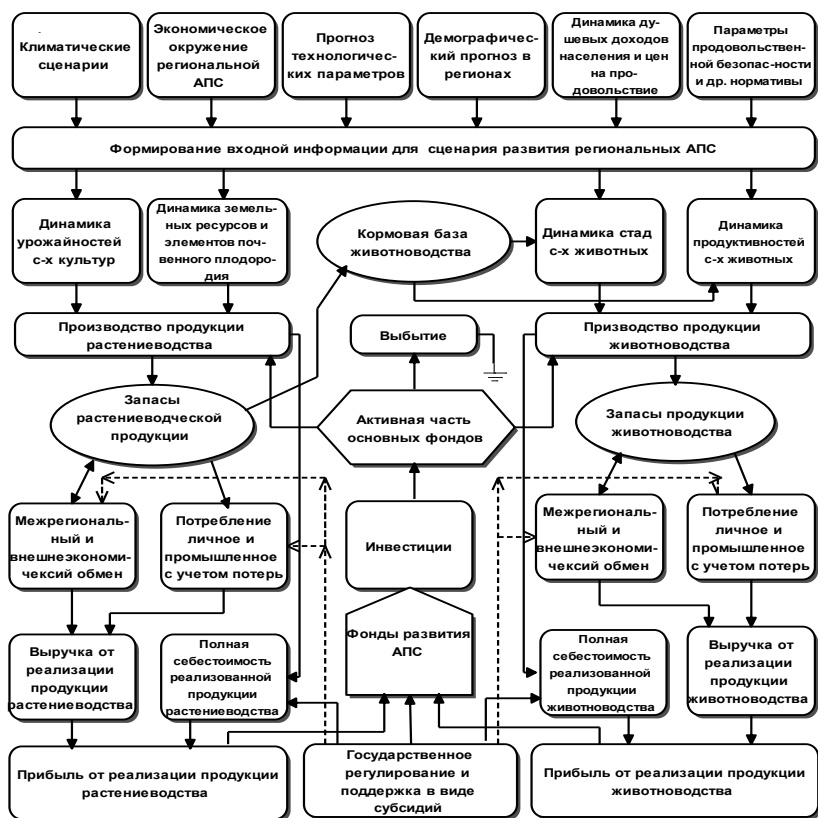


Рисунок 6. Структурная схема динамической модели долгосрочного прогнозирования развития АПС региона под воздействием климатических изменений.

В блоке экономического окружения региональной АПС содержится ценовая информация о факторах производства и ценах реализации растениеводческой и животноводческой продукции, а также **прогнозы цен на мировых рынках сельскохозяйственной продукции**.

Блок «Прогноз технологических параметров» предназначен для учета динамики удельных характеристик, позволяющих прогнозировать статьи затрат и собственно себестоимости производимой продукции АПС. В этом блоке могут быть заданы доли семенного материала собственного производства.

Прогноз **численности населения** регионов представляет собой экзогенную информацию, извлекаемую из официальных источников и экстраполируемую до конца прогнозного интервала.

Это же касается и блока «Динамика **душевых доходов населения** и цен на продовольствие». Он содержит прогноз душевых доходов и розничных цен на продовольствие; допускается наличие статистических связей с ценами реализации товаропроизводителей.

Последний блок содержит параметры **продовольственной безопасности** и продовольственной независимости регионов, позволяющие рассматривать различные сценарии, связанные с рисками утраты этих нормативов, связанные, в том числе и с неблагоприятными климатическими воздействиями на функционирование как региональных АПС, так и на АПС национального масштаба.

Логика моделирования экономических процессов в региональных АПС достаточно традиционна. На структурной схеме можно выделить два контура воспроизводственных процессов:

растениеводства и животноводства, соответственно. Часть продукции растениеводства образует кормовую базу животноводческих отраслей АПС, представлены материальные балансы сельскохозяйственной продукции, выделена ее товарная часть, оценивается себестоимость, формируется масса прибыли. Инвестиционный процесс направлен на воспроизводство активной части капитальных средств, в финансировании которого принимает участие механизм бюджетных субсидий.

Производство продукции сельского хозяйства зависит от интенсивных (урожайности, продуктивности) и экстенсивных (посевные площади, поголовье) факторов. Урожайности культурных растений рассматриваются в модельном представлении как многомерные производственные функции, комбинирующие влияние **почвенно-климатических** условий, селекционных достижений, с технологическими возможностями (удобрения, ядохимикаты, средства управления микробиотой корнеобитаемого слоя почв, долей семян высоких репродукций, способов обработки почвы).

Выбор производителем структуры посевных площадей (вида **землепользования**) является его поведенческой характеристикой, которую предстоит установить, анализируя соответствующую статистическую информацию и обосновывая спецификацию регрессионной модели. В данном блоке прогнозируются также тенденции изменения **почвенного плодородия**, которые

зависят от соотношения между группами сельскохозяйственных культур (сплошного сева, пропашные, многолетние травы, пары), а также доз органических удобрений, зависящих от структуры поголовья в отраслях животноводства.

Моделирование производства животноводческой продукции имеет отраслевую специфику. Для крупного рогатого скота молочного направления оценка молочной и мясной продуктивности базируется на представлениях о связи этих показателей, прежде всего, с концентрацией обменной энергии в кормовой базе животноводства. При этом связь продуктивностей с предполагаемой эволюцией генетического потенциала животных может имитироваться заменой некоторых постоянных параметров связи «концентрация обменной энергии – годовой надой молока (прирост биомассы)» функциями времени.

В животноводческих отраслях индустриального типа (свиноводство, яичное и мясное птицеводство) оценка продуктивного действия кормов будет основываться на показателях «оплаты корма». Генетическая и технологическая составляющая будут заданы соответствующими трендами этого показателя.

Темпы воспроизводства стад сельскохозяйственных животных, также зависят от экономической целесообразности и возможностей товаропроизводителя. При формализации этих процессов в качестве основы будет использована хорошо известная модель воспроизводства поголовья, дополненная частными за-

висимостями зоотехнических параметров от факторов разной природы, включенных в спецификации этих зависимостей.

Кормовая база животноводческих отраслей будет сформирована исходя из их потребностей с учетом рекомендованных рационов кормления.

Балансы продукции растениеводства и животноводства в АПС регионов и соответствующие запасы представляют собой алгебраическую сумму приходящих (производство + ввоз с учетом импорта) и исходящих (личное и производственное потребление + вывоз с учетом экспорта + потери + корма для продукции растениеводства) статей этих балансов. Наиболее сложными для формализации являются обменные процессы и описание конечного потребления продовольствия с учетом неравномерностей, обусловленных различиями в душевых доходах населения. Напомним, что **основным индикатором обусловленных климатическими изменениями рисков утраты продовольственной безопасности, будем считать нарушение медицинских норм потребления пищевых нутриентов в нижних децилях населения, распределенных по доходам**; частота таких ситуаций, количество регионов и численность населения, попадающая в такую ситуацию, будет установлена и проанализирована в ходе имитационных экспериментов.

Воспроизводство активной часть основных фондов будет представлено в форме балансовых соотношений для соответст-

вующих категорий капитальных средств в растениеводстве и животноводстве. Влияние основных фондов на производство продукции будет оцениваться с помощью регрессионных соотношений.

Единственным регулятором, задействованным в данной структурной схеме, является блок государственного регулирования и поддержки в форме субсидий. Этот элемент модели будет использоваться для проектирования управляющих воздействий, стимулирующих адаптивные реакции товаропроизводителей, с одной стороны и для минимизации рисков утраты продовольственной безопасности, с другой (пунктирные стрелки на рисунке 6). Пример синтеза квазиоптимального регулятора экспорта сельскохозяйственной продукции представлен в [41].

Приведем основные соотношения модели долгосрочного прогнозирования АПС регионов, объединяя их в функциональные блоки.

### **1. Блок земельных ресурсов.**

Данный блок имитирует приспособительные реакции производителя растениеводческой продукции за счет адаптации структуры посевных площадей, заменяя становящиеся малодоходными сельскохозяйственные культуры на более рентабельные. Опираясь на прогноз урожайностей, производитель в состоянии отобрать подмножество культур, требующих замеще-

ния; такой прогноз, в сочетании с прогнозом доходностей дается вплоть до некоторого  $\tau_k < T$ .

Таким образом, поведение производителя можно найти из решения следующей задачи:

$$\begin{aligned} \sum_{\tau}^T \sum_{i \in I} Y_i(\tau) SA_i(\tau) \frac{pr_i(\tau)}{\sigma p_i(\tau)} &\rightarrow \max_{\gamma_i} \\ SA_i(\tau + 1) &= SA_i(\tau) \gamma_i(\tau) \\ \sum_{i \in I} SA_i(\tau) &= S(\tau), \forall \tau \leq T \\ \underline{\gamma} \leq \gamma_i(\tau) &\leq \bar{\gamma}, \forall i \in I, \tau \leq T \\ \gamma_i(\tau) \geq 0, SA_i(\tau_k) &= SA_i^k, \tau_k < T \end{aligned} \quad (3)$$

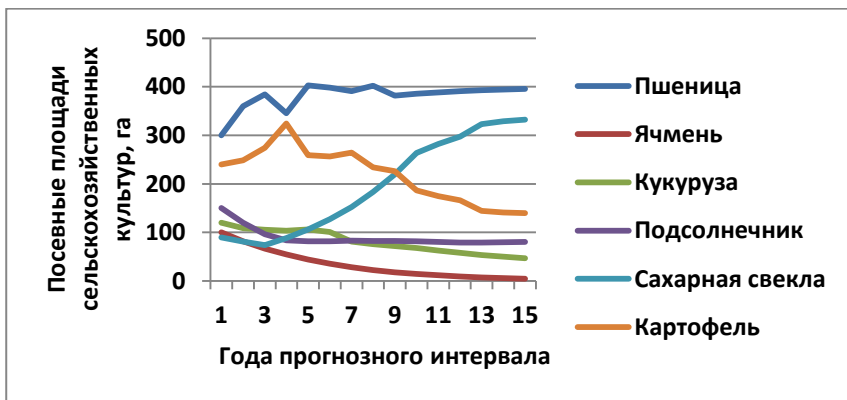
Здесь  $\gamma_i(\tau), \underline{\gamma}, \bar{\gamma}$ - цепные индексы, задающие динамику земельных ресурсов, используемых в  $i$ -й отрасли и их граничные значения, связанные с технологическими возможностями по трансформации посевных площадей,  $\tau_k$  – моменты времени, в которые планируются сформировать план таких изменений,  $S(\tau)$  – посевные площади в данном регионе.

В отношении  $\gamma_i(\tau)$  будем считать известной зависимость, вида  $\gamma_i(\tau) = \gamma_i(res_i(\tau))$ , где  $res_i(\tau)$  – ресурсы в стоимостной форме, инвестируемые в проект трансформации  $i$ -ой отрасли растениеводства

Результатом решения задачи (3) являются индексы изменения структуры посевных площадей. Как уже было сказано, размах колебаний цепных индексов ограничен, и это ограниче-

ние является следствием инерционности проектов по замене части посевных площадей одной культуры на другую.

Пример решения такой задачи, обосновывающей адаптивные изменения отраслевой структуры, приведен на следующем рисунке 7.



Источник: расчеты авторов на условной информации.

Рисунок 7. Изменение структуры посевных площадей как приспособительная реакция производителя на прогнозируемую климатическую динамику.

Воздействие климата и порождаемые им переходные процессы в растениеводстве оказывают влияние и на характеристики почвенного плодородия агропродовольственных систем регионов. Оценку этих изменений получим, опираясь на методические рекомендации [42]. В этой работе изменение баланса углерода мобильного гумуса описывается следующим образом:

$$\Delta C = a_0 + a_1[k_3x_3 + k_2x_2x_4^{-0,005} + (k_{11}x_{11} + k_{12}x_{12} + k_5x_5)x_4^{-0,005}] \quad (4)$$

$$C(t + 1) = C(t) + \Delta C(t)$$

где:  $x_2, x_3, x'_4, x_5, x_{11}, x_{12}$  – доля посевных площадей под многолетними травами, %, количество органических удобрений с влажностью 75%, в среднем на 1 га севооборота, то же азотных удобрений, кг/га в д.в., доля культур сплошного сева, %, доля пропашных в структуре севооборота, %, то же под чистыми парами, соответственно.

Коэффициенты, входящие в уравнение баланса гумуса, имеют вид:

$$k_i = k_i^* [1 - \exp(-(b_i^0 + b_i^1 C))]. \quad (5)$$

Числовые значения параметров в этих зависимостях, согласно [41] для массива данных, по которым построена зависимость (3), находятся в следующих границах:

$$\begin{aligned} a_0 &= [-0,0045137 \div 0,00593]; \quad a_1 = [0,000202 \div 0,0002924]; \quad k_3^* = \\ &[10,6 \div 11,88]; \quad b_3^0 = [1,42 \div 1,56]; \quad b_3^1 = [-0,458 \div -0,622]; \\ k_2^* &= [0,96 \div 1,056]; \quad b_2^0 = [1,483 \div 1,559]; \quad b_2^1 = [-0,458 \div -0,623]; \quad k_5^* = \\ &[-0,768 \div -0,756]; \quad b_5^0 = [-0,211 \div -0,120]; \quad b_5^1 = [0,457 \div 0,659]; \quad k_{11}^* = \\ &[-2,724 \div -2,4]; \quad b_{11}^0 = [-0,21 \div 0,120]; \quad b_{11}^1 = [0,456 \div 0,659]; \quad k_{12}^* = \\ &[-3 \div -2,7]; \quad b_{12}^0 = [-0,211 \div 0,12]; \quad b_{12}^1 = [0,45 \div 0,659]. \end{aligned}$$

Добавляя уравнение баланса гумуса к (3) и требуя неотрицательных темпов воспроизводства гумуса почв регионов, мы ограничиваем степень насыщения севооборотов пропашными культурами, чистыми парами, обосновываем необходимые дозы внесения органических удобрений, наличие в севооборотах посевов многолетних трав.

## Блок 2. Производственные функции урожайностей.

Урожайности сельскохозяйственных культур представлены производственными функциями, учитывающими зависимости от сочетания гидротермических условий соответствующего года прогнозного периода и применяемой технологии возделывания, обеспечивающей ту или иную степень реализации сортового потенциала культуры. Таким образом, оценка урожайности сельскохозяйственной культуры в каком либо году прогнозного периода примем в следующем виде:

$$Y_i(\tau) = \overline{Y_i(\tau)} k_{vi}(\tau) (1 - \exp \{ -\alpha_i \left( \frac{f(\tau)}{f_{max}} \right) \}) F(t_m(\tau), r_m(\tau)) \quad (6)$$

где  $\overline{Y_i(\tau)}$  – урожайность  $i$ -й культуры, полученная в сортоиспытаниях для ареала принадлежности региональной АПС; задается в виде тренда на прогножном периоде,

$k_{vi}(\tau)$  – коэффициент использования потенциала сорта  $i$ -й культуры – интегральный показатель технологического совершенства, равный отношению урожайностей, полученных в сортоиспытаниях к их хозяйственным значениям; как и в (3) будем считать известной зависимость, вида  $k_{vi}(\tau) = k_{vi}(res_i(\tau))$ , где  $res_i(\tau)$  – ресурсы, инвестируемые в данное направление технологического развития,

$f(\tau), f_{max}$  – вносимые дозы удобрений в действующем веществе и их максимальные значения,

$F(t_m(\tau), r_m(\tau))$  – зависимость нормированной урожайности от сочетания гидротермических условий в году  $\tau$  прогнозного периода;

$t_m(\tau), r_m(\tau), m = [4, 8]$  – среднемесячная температура воздуха и месячная сумма осадков в месяце, номера  $m$  теплого периода года,

$\alpha_i$  – параметр, определяющий агрономическую эффективность применения удобрений в данном регионе.

### **Блок 3. Поголовье сельскохозяйственных животных.**

Баланс поголовья сельскохозяйственных животных  $i$  – го вида в долговременной перспективе может быть описан без учета процессов воспроизводства общепринятых в зоотехнии половозрастных групп. Будем ориентироваться на принятую в статистике методологию и ограничимся описанием динамики следующих видов скота и птицы: 1) коровы стада молочно-мясного направления, 2) маточное стадо КРС мясного направления, 3) свиньи, 4) козы и овцы, 5) птица яичного и 6) мясного направления, соответственно.

Формат данной работы не предполагает подробного описания динамики стад по всем отраслям животноводства, поэтому ограничимся формализацией поголовья коров молочно-мясного стада:

$$A(\tau + 1) = A_i(\tau)(1 - \zeta_B) + 0,5k_1(\tau)A(t - 2) + \Delta A^{\mathcal{J}}(\tau), \quad (7)$$

где  $A(\tau), \zeta_B, k_1(\tau), \Delta A^{\mathfrak{J}}(\tau)$  - поголовье коров молочно-мясного направления в хозяйствах всех категорий, коэффициент выбраковки, коэффициент ремонта стада коров, приобретение элитных животных, соответственно. При этом продажу поголовья из маточного стада будем считать малой величиной, полагая, что эти операции свойственны лишь племенным хозяйствам.

Величина  $k_1(\tau)$  определяет ввод в молочное стадо собственных ремонтных телок, полученных от поголовья коров прошлых периодов, на выращивание которых, в зависимости от скороспелости пород, уходит около двух лет (18-23 месяца). Функциональные параметры  $k_1(\tau), \Delta A^{\mathfrak{J}}(\tau)$  являются поведенческими характеристиками, отражающими стратегию развития данной отрасли экономики в региональных АПС. Эти поведенческие характеристики представим в следующем виде [43]:

$$k_1(\tau) = k_1(0) + k_{11} \left( \frac{pr_1(\tau)}{\sigma_{\rho_1}(\tau)} E \left( \frac{pr_1(\tau)}{\sigma_{\rho_1}(\tau)} - \frac{\overline{pr_1}}{\overline{\sigma_{\rho_1}}} \right) \right) \quad (8)$$

где  $k_1(0), k_{11}$  – параметры, определяющие реакцию товаропроизводителя на рыночную конъюнктуру,

$E \left( \frac{pr_1(\tau)}{\sigma_{\rho_1}(\tau)} - \frac{\overline{pr_1}}{\overline{\sigma_{\rho_1}}} \right)$  – функция, равная 1 при достижении и/или превышении рентабельностью производства молока пороговых значений  $\frac{\overline{pr_1}}{\overline{\sigma_{\rho_1}}}$ .

Прирост поголовья за счет внешних закупок запишем в виде:

$$\Delta A^{\partial} = \left[ \frac{res(\tau)}{pra(\tau)} \right],$$

где  $res(\tau)$ ,  $pra(\tau)$  – ресурсы, инвестируемые для приобретения элитного поголовья и стоимость ввода в эксплуатацию одного скотоместа с учетом затрат на закупку поголовья.

На рисунке 8 показана расчетная динамика стада молочных коров при различной рентабельности производства молока.

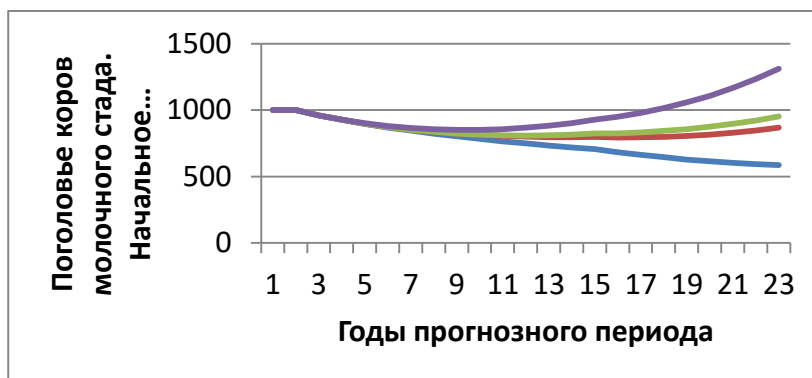


Рисунок 8 - Теоретическая динамика стада молочных коров при разной рентабельности производства молока.

#### Блок 4. Производственные функции животноводческих отраслей.

Как и в предыдущем разделе, ограничимся рассмотрением производственных функций отрасли молочного животноводства, то есть опишем закономерности, связывающие качество кормовой базы с выходом продукции – годовыми надоями мо-

лока и производством мяса крупного рогатого скота в расчете на голову маточного стада.

Аппроксимируя данные о зависимости удоев молока от концентрации обменной энергии кормовых рационов из [44], получим:

$$U(\tau) = 1,525k_U\psi^{3,53}(\tau), (\text{кг} / \text{год}); R^2 = 0,998 \quad (10)$$

где  $\psi$  - концентрация обменной энергии кормового рациона, [мдж/кг с.в./сут.],

$k_U$  - параметр, используемый при калибровке (10), учитывающий биологические закономерности лактации и региональные отраслевые особенности.

Концентрация обменной энергии зависит от рациона кормления животных, то есть от сочетания кормовых средств при условии выполнения зоотехнических ограничений (соотношение грубых, сочных, зеленых и концентрированных кормов, соответствующая нормам кормления масса сухого вещества).

Выход мяса КРС в расчете на голову маточного поголовья в данной версии модели рассматривается как экзогенная переменная, имеющая региональную специфику, и задаваемая в форме линейного тренда.

#### **Блок 5. Балансы продовольственных ресурсов и модели их составляющих.**

Балансы продовольственных ресурсов записываются в соответствие с методологией Росстата [45], содержат сведения

о запасах на начало года, производство, сальдо межрегионального обмена с учетом внешнеторговых поставок, производственное и личное потребление, потери и запасы на конец года.

Между отдельными статьями балансов существуют статистические связи, специфические для каждого вида продовольствия, которые можно использовать для моделирования прогнозной динамики соответствующих показателей. Проиллюстрируем это на примере баланса зерновых и зернобобовых культур. Учтем, что производство этого сырья задано соотношениями в блоках 1-2.

Зависимость начальных запасов от факторов, их определяющих имеет вид:

$$ifs(\tau) = 133.5 + 0.2232gp(\tau) + \sqrt{71128.9 - 128.46gp(\tau) + 0.199gp^2(\tau)}, (11) \\ R^2 = 0.9,$$

где  $ifs(\tau)$  – начальные запасы зерновых и зернобобовых, тыс.т.,  $gp(\tau)$  – средний валовый сбор за период, отстоящий от момента  $\tau$  на и осреднения (в данном случае 12 лет).

Таким образом, соотношение (11) следует использовать в режиме скользящего прогнозирования. Кроме того, для учета региональных эффектов, возможно, будет необходимым корректировка некоторых параметров этой зависимости.

Статья баланса «ввоз с учетом импорта» определяется следующим уравнением регрессии (число наблюдений 1001, все коэффициенты статистически значимы):

$$im(\tau) = 65.68 - 1.03seed(\tau) + 0.35cattl(\tau) + 0.455indpr(\tau) + 0.155exp(\tau), \quad (10)$$

$$R^2 = 0.56$$

где  $seed(\tau)$ ,  $cattl(\tau)$ ,  $indpr(\tau)$ ,  $exp(\tau)$  – посевной материал, зерно на корм скоту и птице, промышленная переработка, вывоз с учетом экспорта, соответственно.

Потребность в посевном материале зависит от отраслевой структуры растениеводческих отраслей (блок 1) и нормы высева, которая зависит от почвенно-климатических условий региона. Расход зерновых и зернобобовых на содержание скота и птицы определяется поголовьем животных в соответствующих отраслях, рационами кормления и продуктивностью, которые задаются как элементы сценариев. То же касается и показателей промышленной переработки зерна – зависимой от рассматриваемого сценария характеристики.

Вывоз зерна с учетом экспорта можно определить в соответствие со следующим регрессионным уравнением:

$$exp(\tau) = 0.103\{ifs(\tau) + gp(\tau)\}^{0.888}, R^2 = 0.61 \quad (13)$$

Оставшиеся расходные статьи баланса зерна: личное потребление, потери, переработку в сельскохозяйственных предприятиях, будут заданы в виде экзогенной информации – экстраполяций существующих временных рядов.

Запасы на конец года представим в виде:

$$efs(\tau) = 1.57 + 0.966ifs(\tau) + 6.35(\tau + 13), R^2 = 0.86 \quad (14)$$

В данном выражении свободный член оказался статистически незначимым, поэтому он должен рассматриваться как региональный фактор и оцениваться на региональной же информации.

Настройка модуля материальных балансов в рамках данной модели потребует применения специальных процедур, реализующих компромисс между приемлемой точностью на обучающих последовательностях, и требованием устойчивости прогнозных характеристик на больших интервалах времени. Для этих целей предполагается использовать методы регуляризации в сочетании с заданием жестких краевых условий на правом конце этого интервала.

Займемся теперь формализацией модели конечного потребления продовольствия.

#### **Блок 6. Распределение групп населения по душевым доходам и конечное потребление продовольствия.**

В соответствии с [46] распределение душевых доходов населения по децильным группам за ряд лет с достаточной точностью может быть аппроксимировано зависимостью следующего вида:

$$\ln(I_{дох}) = 0,00432n_{дец}^3 - 0,0694n_{дец}^2 + 0,544n_{дец} - 0,479, \quad (15)$$

где  $I_{дох}$  - базовый по отношению к населению с минимальными доходами индекс душевых доходов населения  $n_{дец}$  -й децильной группы; ошибка аппроксимации составляет 3,5%.

Связь между среднедушевыми доходами населения и доходами населения в  $n_{\text{дец}}$  –й децильной группе можно определить по формуле:

$$d^{\text{душ}}(n_{\text{дец}}) = \frac{10D^{\text{душ}}}{\sum_{n_{\text{дец}}=1}^{10} I_{\text{дох}}(n_{\text{дец}})} I_{\text{дох}}(n_{\text{дец}}) \quad (16) \text{ где}$$

$D^{\text{душ}}$  – среднедушевой доход населения, тыс.руб/чел/год.

Для аппроксимации потребления продуктов питания населением с душевыми доходами, соответствующими  $n_{\text{дец}}$  –й децильной группе, использовались зависимости, вида:

$$\text{Ln}(P_{\text{дец}}) = a\text{Ln}(n_{\text{дец}}) + b\text{Ln}(rfp(\tau)) + g\text{Ln}(d^{\text{душ}}(n_{\text{дец}})) + h, \quad (17)$$

где  $a, b, g, h$  – параметры (15), определяемые из решения задачи:

$$\sum_{\tau=1}^T \sum_{n_{\text{дец}}}^{10} \{ \text{Ln}(P_{\text{дец}}(\tau, a, b, g, h) - P_{\text{дец}}^{\text{факт}}(t)) \}^2 \rightarrow \min \quad (18)$$

где  $T$  - длина временных рядов в базе данных, содержащей сведения о ценах, доходах и потреблении,

$P_{\text{дец}}^{\text{факт}}(t)$  - фактическое потребление в децильных группах в натуре,

$rfp(\tau)$  - среднегодовые розничные цены на соответствующие виды продовольствия,

Оценки параметров (18) приведены в таблице 5. Они соответствуют душевому потреблению для Российской Федерации в целом. Корректировка параметров для отражения региональ-

ных особенностей заключается в решении (18) для каждого региона. Напомним, что в данной модели ценовая информация  $rfp(\tau)$  представлена экзогенными переменными, входящими в сценарии имитационных расчетов.

### **Блок 7. Моделирование динамики затрат на производство и реализацию продукции сельского хозяйства.**

Себестоимость сельскохозяйственного сырья в денежном выражении на единицу произведенной продукции представляет собой сумму произведений удельных затрат факторов производства на их стоимостные характеристики.

Таким образом, на прогнозном интервале динамика себестоимостей определяется совокупным влиянием всех ее составляющих. Кроме этого, необходимо учесть влияние научно-технического прогресса, порождающего долговременные изменения урожайностей в растениеводческих отраслях и продуктивностей в животноводстве.

Применяя отраслевые дефляторы к стоимостным характеристикам, прогнозируя влияние НТП на темпы изменения продуктивностей и урожайностей, а также удельных затрат факторов производства, учитывая связь инвестиций со стоимостью капитальных средств, мы получим качественную картину того, что необходимо выполнить при моделировании себестоимостей в долговременной перспективе. К сказанному следует добавить необходимость во введении естественных ограничений

на удельные затраты ресурсов, будь то ГСМ, электроэнергия, производительность труда, а на также предельно достижимые урожайности и продуктивности, показатели оплаты корма.

Таким образом, мы имеем дело с зависимостью, вида:

$$tcsp(\tau) = \frac{1}{Y(\tau)} \sum_i ucr_i(\tau) rc_i(\tau) Id_i(\tau) Isp_i(\tau), i \in H, \quad (19)$$

где  $ucr_i(\tau)$ ,  $rc_i(\tau)$ ,  $Id_i(\tau)$ ,  $Isp_i(\tau)$  – удельные затраты ресурса  $i$ -го вида на гектар, его цена, отраслевой индекс-дефлятор, применяемый к стоимости ресурса  $i$ -го вида, индекс, отражающий влияние научно-технического прогресса на  $i$ -е удельные затраты, соответственно,  $Y(\tau)$  – урожайность сельскохозяйственной культуры,  $tcsp(\tau)$  – полная себестоимость единицы реализованной продукции,  $H$  – множество видов ресурсов, участвующих в производственном процессе.

При сопоставлении себестоимостей производства и реализации разных сельскохозяйственных культур в региональных АПК были установлены их зависимости от температурного фактора, которая в индексной форме будет модифицировать (19) и, тем самым, отражать влияние нестационарной климатической динамики на экономические характеристики товаропроизводителей. Для удельных затрат ресурсов, имеющих стоимостное выражение,  $rc_i = 1$ . Величина  $Isp_i(\tau)$  предполагается монотонной функцией времени, ограниченной верхней или нижней асимптотами в зависимости от  $i$ .

**Таблица 5 - Параметры эконометрических зависимостей и их статистические оценки**

|                      | Виды продовольствия          |                     |                         |                      |           |        |                    |        |        |
|----------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|-----------|--------|--------------------|--------|--------|
|                      | Хлеб и хлебобулочные изделия | Мясо и мясопродукты | Молоко и молокопродукты | Рыба и рыбобпродукты | Картофель | Овощи  | Растительное масло | Сахар  | Яйца   |
| a                    | 0,162                        | 0,207               | 0,156                   | 0,189                | 0,0148    | 0,0522 | 0,085              | 0,097  | 0,0534 |
| b                    | -0,233                       | -0,0665             | -0,165                  | -0,128               | -0,29     | 0,0369 | -0,136             | -0,091 | -0,044 |
| g                    | 0,104                        | 0,419               | 0,334                   | 0,346                | 0,249     | 0,417  | 0,236              | 0,39   | 0,342  |
| h                    | 4,493                        | 2,874               | 4,699                   | 1,891                | 4,616     | 3,497  | 2138               | 2,592  | 4,712  |
| Ошибка аппроксимации | 0,08                         | 0,136               | 0,111                   | 0,105                | 0,095     | 0,118  | 0,1                | 0,139  | 0,076  |
| Ошибка a             | 0,037                        | 0,0618              | 0,055                   | 0,053                | 0,0348    | 0,0337 | 0,036              | 0,038  | 0,027  |
| Ошибка b             | 0,055                        | 0,062               | 0,106                   | 0,099                | 0,069     | 0,066  | 0,0106             | 0,098  | 0,08   |
| Ошибка g             | 0,037                        | 0,0935              | 0,054                   | 0,052                | 0,036     | 0,036  | 0,037              | 0,042  | 0,028  |
| Ошибка h             | 0,062                        | 0,0625              | 0,16                    | 0,26                 | 0,082     | 0,088  | 0,31               | 0,22   | 0,195  |
| $R^2$                | 0,844                        | 0,916               | 0,907                   | 0,929                | 0,826     | 0,89   | 0,83               | 0,86   | 0,93   |

В себестоимости животноводческой продукции затраты на корма могут составлять существенную ее часть. В зависимости от отраслевых особенностей в рационы животных, наряду с кормами собственного производства, входят покупные кормовые средства, поэтому затраты на голову или на центнер продукции, в качестве одного из ресурсов будут включать корма собственного производства, учитываемые по себестоимости, то есть в форме (16). При долгосрочном прогнозировании особое внимание необходимо уделить описанию динамики индексов влияния научно-технического прогресса  $Isp_i(\tau)$ . Для этих показателей характерна большая вариация, как во времени, так и по регионам. В рамках данной модели эти характеристики являются частью комплексного сценария, то есть экзогенны.

### **Блок 8. Моделирование инвестиционных процессов.**

Как следует из предыдущего описания блоков модели в каждом из них присутствуют инвестиционные составляющие, которые, в числе прочих факторов, определяют системную динамику в целом. По существу мы имеем дело со стандартной задачей оптимального распределения инвестиционных ресурсов на реализацию соответствующих проектов. Нужно отметить, что эта задача в общем виде достаточно сложна для решения из-за наличия целочисленности и необходимости учета эффектов запаздывания. Для территориально распределенных объектов типа региональные АПС этими эффектами допустимо

принебrec. В этом случае исходная задача редуцируется в следующую задачу оптимального распределения ресурсов с учетом бюджетных ограничений:

$$\sum_{\tau}^T \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} prf_i(res_{ij}(\tau)) \rightarrow \max$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} res_{ij}(\tau) \leq PR(\tau), \forall \tau \in [1, T] \quad (20)$$

$$\ln(PR(\tau)) = 0.8552 \cdot \ln(SPR(\tau)) + \varepsilon; \sigma = 0.0032, t = 260.66$$

$$\ln(SPR(\tau)) = \sum \alpha_j \cdot \ln(x_j(\tau)) + \varepsilon. \sigma_{spr} = 0.66, ff = 782,$$

где  $prf_i(res_{ij}(\tau))$  – чистая прибыль  $i$ -й отрасли сельского хозяйства, генерируемая  $j$ -м типом проектов, в которые инвестируется ресурс  $res_{ij}(\tau)$ ;

$PR(\tau)$  – чистая прибыль сельского хозяйства АПС,  
 $SPR(\tau)$ - выручка от реализации продукции и услуг сельского хозяйства АПС.

Результаты статистического анализа уравнения регрессии выручки на факторы ее определяющие представлены в таблице 6.

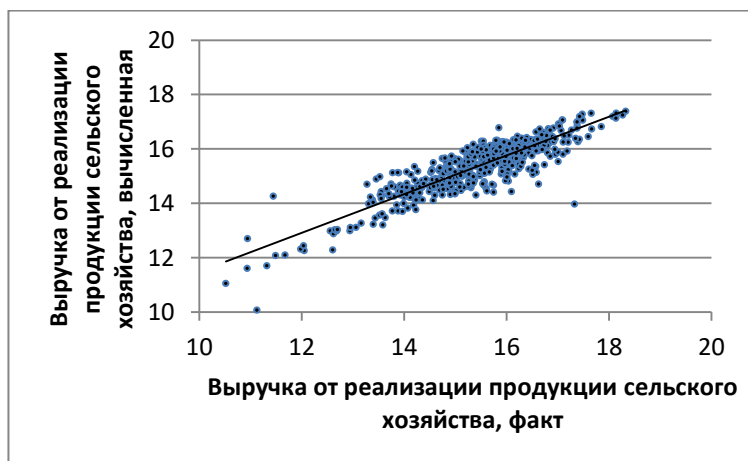
На рисунке 8 показана связь между фактическими и вычисленными значениями выручки. Как следует из рисунка, несмотря на достаточно выраженную связь между показателями, эта зависимость нуждается в калибровке применительно к тем или иным регионам.

**Таблица 6 - Оценки коэффициентов уравнения регрессии выручки от реализации продукции и услуг сельского хозяйства АПС регионов.**

| Наименование показателя            | Численность населения | Душевое потребление мяса и мясопродуктов | Душевое потребление яиц | Душевое потребление молока | Поголовье коров в хозяйствах всех категорий | Поголовье свиней в хозяйствах всех категорий | Поголовье птицы |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|
| Обозначение в уравнении регрессии  | x1                    | x2                                       | x3                      | x4                         | x5                                          | x6                                           | x7              |
| Коэффициенты в уравнении регрессии | 0.3849                | 0.584                                    | 1.59                    | -0.6477                    | 0.1243                                      | 0.2811                                       | 0.0544          |
| Стандартная ошибка                 | 0.0423                | 0.1327                                   | 0.1352                  | 0.1341                     | 0.0403                                      | 0.0259                                       | 0.0242          |
| t-критерий                         | 8.92                  | 7.67                                     | 9.86                    | 5.85                       | 2.42                                        | 13.2                                         | 4.08            |

[t]=1.68

Влияние мер господдержки с оценкой эффективности этого регулятора, можно имитировать увеличением выручки товаропроизводителя на величину этой поддержки.



**Рисунок 8. Иллюстрация качества аппроксимации выручки от определяющих ее факторов.**

## **Блок 9. Оценка рисков утраты продовольственной безопасности населением в регионах России.**

В этом модуле оцениваются вариации душевого потребления продовольствия населением регионов, находящегося в нижних децильных группах. Напомним, что душевые доходы населения относятся к экзогенным переменным модели. Будем считать также, что региональные цены находятся в известном соотношении со среднероссийскими ценами. Источником последних могут служить прогнозные значения, выдаваемые ОЭСР (модель AGLINK-Cosimo), а также прогнозные цены на российских рынках с использованием экономико-математических моделей частичного равновесия [48-54].

Оценку рисков, связанных с нарушениями экономической доступности по продуктам мясо-молочной группы, оценим в серии статистических испытаний. Здесь есть две возможности: 1) задаться доверительными интервалами по прогнозам цен системы AGLINK-Cosimo; это можно сделать лишь экспертно; 2) задать интервалы вариации входных переменных в моделях частичного равновесия на российских рынках продовольствия, а также учесть степень неопределенности используемых в этих моделях параметров (эластичности, иные параметры в функциях спроса и предложения).

Обработывая результаты статистических испытаний можно оценить следующие характеристики продовольственной безопасности:

- частоту ситуаций, связанных с экономической недоступностью продовольствия определенных видов в нижних децильных группах населения;

- частоту возникновения аналогичных ситуаций по сочетанным видам продовольствия (например, мясо+молоко);

- частоту ситуаций, когда эти негативные явления имеют место не только для самого бедного населения;

- вероятность возникновения серий из нескольких смежных лет;

- численность населения, испытывающих дефицит белковых продуктов;

- число регионов, в которых фиксируются эти негативные явления;

- обнаружение устойчивых региональных конфигураций, в которых возникают негативные явления, связанные с риском утраты продовольственной безопасности.

На этом краткое описание динамической модели долгосрочного прогнозирования развития АПС регионов с учетом климатических воздействий можно считать окончанным.

## **2.2 Структура базы данных для информационного обеспечения системы моделей.**

Список показателей, образующих базу данных, используемой для калибровки системы динамических моделей, имитирующих функционирование аграрного сектора экономики регионов в связи с климатическими сценариями, включает в себя экономико-статистическую информацию, характеризующую состояние региональных АПС России за период с 1990 по 2019 годы. Для каждого региона в базе представлено более 500 показателей, сгруппированных по следующим разделам:

1. Растениеводство.
2. Животноводство.
3. Мелиорация и химизация.
4. Экономика сельскохозяйственных организаций.
  - 4.1. Результаты от реализации.
  - 4.2. Животноводство - затраты, поголовье, продукция.
  - 4.3 Форма 9-АПК: сведения о производстве, затратах, себестоимости и реализации продукции растениеводства.
  - 4.4. Форма 9-АПК: структура материальных затрат растениеводства.
  - 4.5. Форма 13-АПК: отчет о производстве, себестоимости и реализации продукции животноводства.

#### 4.6. Форма 13-АПК: структура материальных затрат животноводства.

Источниками статистической информации послужили официальные статистические данные Росстата РФ (<https://rosstat.gov.ru/>), ежегодные сборники МСХ России (<https://mcx.gov.ru/>) «Агропромышленный комплекс России», а также сгруппированную по регионам информацию из базы данных сельскохозяйственных организаций. В базе представлены все субъекты Российской Федерации и России в целом.

Показатели в базе данных имеются, как по всем категориям хозяйств, так и по сельскохозяйственным организациям. Показатели по растениеводству предусматривают информацию по следующим культурам: зерновые и зернобобовые, плодово-ягодные, пшеница, рожь, кукуруза на зерно, подсолнечник, лен-долгунец, сахарная свекла (фабричная), картофель, овощи, кормовые культуры, рапс озимый и яровой. Показатели по животноводству содержат показатели по следующим видам скота и птицы: КРС, свиньи, овцы и козы, птица.

Предусмотрена возможность структурировать данные по федеральным округам и выбранным критериям для формирования типов региональных АПС по заданным критериям. Перечень показателей, вошедших в базу данных, содержится в Приложении 3. Зависимости, входящие в правые части уравнений системы динамических моделей, устанавливаются на основе

обработки статистической информации вышеописанной базы данных и получаются в форме регрессионных уравнений. Примеры таких связей были приведены в разделе 2.1.

Помимо этого, после нахождения функциональных связей «быстрых» переменных, как правило, необходимо выполнить процедуру идентификации модели, сопоставляя теоретические значения фазовых переменных с соответствующими временными рядами, зафиксированными в базе. На этом этапе остается 2 возможности для минимизации невязок, как по отдельным блокам фазовых переменных, так и по всей модели в целом.

Первая возможность заключается в корректировке параметров, входящих в функциональные описания «быстрых» переменных. Такая корректировка всегда сталкивается с необходимостью выполнения ограничений, допустимых по содержательным соображениям. Возникающее противоречие между точностью описания динамики фазовых переменных на исторических данных и допустимой корректировкой параметров частных зависимостей, входящих в правые части уравнений, в случае невозможности его разрешения, приводит к пересмотру упомянутых частных зависимостей. И это вторая возможность для настройки модели. К сказанному следует добавить необходимость выполнения требования общеметодологического характера - разбиения временных рядов базы данных на два подмножества: обучающую и экзаменационную последовательности.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Предлагаемый проект представляет собой исследование, в результате которого будет развита методология для комплексного анализа и оценки рисков утраты продовольственной безопасности, рассматриваемой в качестве интегральной характеристики, определенной на системе «климат – сельское хозяйство регионов – демография – социально-экономическое положение населения».

Данный проект органично сочетается с функционалом цифровых платформ сельского хозяйства, что позволяет его использовать в качестве инструментария для разработки элементов аграрной политики как на региональном, так и на федеральном уровнях управления, а также в информационно-консультационных системах.

На первом этапе исследования были решены следующие задачи:

1. Сформирована система климатических сценариев, опираясь на решения модели общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) для регионов РФ. Система сценариев включает в себя два климатических сценария – жесткий аридный (RCP8.5), которому соответствует социально-экономический сценарий “business as usual” (традиционного хозяйствования и сохранения тенденций развития социально-экономических параметров на современном уровне). Этот сценарий в классификации SSPs соответствует сценарию мирового развития SSP2 (се-

редина пути). Основные предположения этого сценария состоят в сохранении на современном уровне динамики всех макроэкономических параметров развития, таких как численность населения, уровень глобализации торговли продовольствием, уровень среднедушевого потребления высокобелковых продуктов, таких как мясо и молоко, а также поведенческих характеристик производителей и потребителей агропродовольственной продукции, что выражается в характере землепользования. Второй климатический сценарий, RCP4.5, приближенный к сценарию SSP1- устойчивого развития, является более мягким с точки зрения темпов глобального потепления, т.е. менее аридным. Направление динамики прогнозных значений основных макроэкономических параметров АПС России соответствуют тенденциям мирового развития по сценарию SSP1, а именно – численность населения снижается, как и уровень потребления мясомолочной продукции, растет степень глобализации мировой торговли продовольствием, что выражается изменением объемов и направлений экспортно-импортных потоков агропродовольственной продукции. Землепользование регулируется государством с целью выполнения экологических критериев производства агропродовольственной продукции. В целом экономическое развитие становится более инклюзивным, направленным на повышение доходов бедного населения за счет большей вовлеченности его в производственную деятельность.

2. Разработана система динамических моделей для описания функционирования аграрного сектора экономики регионов в связи с климатическими сценариями, апробирован оператор, преобразующий прогнозируемые значения климатических характеристик в показатели производства основных видов продовольствия, адаптирующихся к климатическим изменениям агропродовольственных систем регионов. Составным модулем системы является блок, осуществляющий прогнозирование демографической и социально-экономической обстановки в регионах России, что позволит делать оценки экономической доступности продовольствия в сопоставлении с медицинскими нормами питания (Приложение 2).

Научная новизна исследования состоит в предлагаемых методах комплексной оценки климатических воздействий на региональные АПС, которые отличаются от имеющихся включением в модель поведенческих реакций адаптивного типа (изменение отраслевой структуры с заменой технологических способов производства), стимулирование которых рассматривается как элемент аграрной политики. Представление риска утраты продовольственной безопасности, как управляемой величины, позволит решить задачу распределения ресурсов регулятора в экстремальной постановке (минимизация рисков при бюджетных ограничениях).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ткачев: изменение климата грозит России потерей 1-2% ВВП в год // ТАСС: информационное агентство России. М., 2017. Режим доступа: <http://tass.ru/ekonomika/4384376>.
2. Адаптация сельского хозяйства России к глобальным изменениям климата / ВНИИЭСХ; Под ред. И.Г. Ушачёва и А.Г. Папцова. М., 2015.
3. Lioubimtseva E., Dronin N., Kirilenko A. Grain production trends in the Russian Federation, Ukraine and Kazakhstan in the context of climate change and international trade // Climate change and food systems: global assessments and implications for food security and trade. FAO, 2015. — P. 211-245.
4. Kiselev S., Romashkin R., Nelson G., Mason-D'Croz D., Palazzo A. (2013). Russia's Food Security and Climate Change: Looking into the Future // Economics: The Open-Access, OpenAssessment E-Journal. 2013. Vol. 7. Paper 2013-39.
5. Размещение и специализация сельскохозяйственного производства: проблемы и пути их решения / Алтухов А.И. и др. Курск: Изд-во Курской гос. с.-х. акад., 2014.
6. Биоклиматический потенциал России: продуктивность и рациональное размещение сельскохозяйственных культур в условиях изменения климата. / Под ред. А.В. Гордеева. М., 2012.
7. Романенко И.А. Проектирование эффективного сельского хозяйства с учётом агропотенциала // Экономика сельского хозяйства России. 2014. №1. С.59-65.
8. Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Размещение аграрного производства как механизм адаптации к климатическим изменениям // Экономика сельского хозяйства России. 2018. № 5. С. 71-76.
9. Calvin K. et al. Wise SSP4: A world of inequality Global Environ. Change (2016), 10.1016/j.gloenvcha.2016.06.010

10. Fricko O. et al. SSP2: a middle-of-the-road scenario for the 21st century. *Global Environ. Change* (2016), 10.1016/j.gloenvcha.2016.06.004
11. Fujimori S. et al. AIM implementation of shared socioeconomic pathways. *Global Environ. Change* (2016), 10.1016/j.gloenvcha.2016.06.009
12. Kriegler E. et al. Fossil-fueled development (SSP5): an energy and resource intensive scenario for the 21st century. *Global Environ. Change* (2016), 10.1016/j.gloenvcha.2016.05.015
13. van Vuuren D.P. et al. Energy, land-use and greenhouse gas emissions trajectories under a green growth paradigm. *Global Environ. Change* (2016), 10.1016/j.gloenvcha.2016.05.008
14. L. Clarke, K. Jiang, K. Akimoto, M. Babiker, G. Blanford, K. Fisher, Vanden, J. Hourcade, V. Krey, E. Kriegler, A. Löschel, D. McCollum, S. Paltsev, S. Rose, P.R. Shukla, M. Tavoni, B. van der Zwaan, D.P. van Vuuren Assessing transformation pathway O. Edenhofer, R. Pichs Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel, J.C. Minx (Eds.), *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom (2014)
15. N. Nakicenovic, R. Swart Special Report on Emissions Scenarios. Cambridge University Press, Cambridge, UK (2000)
16. A. Grubler, B. O'Neill, K. Riahi, V. Chirkov, A. Goujo, P. Kolp, I. Prommer, S. Scherbov, E. Slentoe Regional, national, and spatially explicit scenarios of demographic and economic change based on SRES Technol. Forecasting Social Change, 74 (2007), pp. 980-1029

17. R. Dellink, J. Chateau, E. Lanzi, B. Magné Long-term economic growth projections in the Shared Socioeconomic Pathways Global Environ. Change (2016)
18. J. Crespo Cuaresma Income projections for climate change research: a framework based on human capital dynamics. Global Environ. Change (2016)
19. M. Leimbach, E. Kriegler, N. Roming, J. Schwanitz Future growth patterns of world regions—a GDP scenario approach Global Environ. Change (2016), 10.1016/j.gloenvcha.2015.02.005
20. Van Vuuren, D.P., Kok, M.T.J., Girod, B., Lucas, P.L., de Vries, B., 2012. Scenarios in Global Environmental Assessments: Key characteristics and lessons for future use. Glob. Environ. Change 22, 884–895. doi:10.1016/j.gloenvcha.2012.06.001
21. Сиптиц С.О. Когнитивное моделирование и его место в методологии стратегического планирования развития агропродовольственных систем регионов с учетом климатического фактора // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2019. - №6. – С. 71-74.
22. Verkerk, P.H., Sánchez, A., Libbrecht, S. et al. A participatory approach for adapting river basins to climate change. Water, 9 (2017), p. 958.
23. Norberg G.S., 2008 Complexity Theory for a Sustainable Future, Columbia University Press, USA:NY - 352 p.
24. Van der Sluis, T., Arts, B., Kok, K. et al., (2018) Drivers of European landscape change: stakeholders' perspectives through fuzzy cognitive mapping. Landsc. Res. Pp. 458-476. Landscape Research. April. 1-19. 10.1080/01426397.2018.1446074.
25. Diniz F.H., et al. Kok, K., Hoogstra-Klein, M.A. et al. (2015) Mapping future changes in livelihood security and environmental sustainability based on perceptions of small farmers in the Brazilian Amazon. Ecology and Society 20(2): 26.

26. Jetter A.J. and Kok K. Fuzzy Cognitive Maps for futures studies - A methodological assessment of concepts and methods. *Futures*, 61 (2014), pp. 45-57.

27. Murungweni, C., van Wijk, M.T., Andersson, J.A., et al. (2011) Application of fuzzy cognitive mapping in livelihood vulnerability analysis. *Ecology and Society* 16(4): 8.

28. Christen et al., Christen, B., Kjeldsen, C., Dalgaard, T. et al. Can fuzzy cognitive mapping help in agricultural policy design and communication? *Land Use Policy*, 45 (2015), pp. 64-75.

29. Kuhmonen T. (2018) Systems view of future of wicked problems to be addressed by the Common Agricultural Policy. *Land Use Policy*, 77, pp. 683-695.

30. Tolman E. C. Cognitive maps in rats and men // *Psychological Review*. — 1948. — Vol. 55, no. 4. — P. 189—208.

31. Axelrod R. The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. - Princeton. University Press, 1976. - 404 p.

32. Kosko B. Fuzzy Cognitive Maps // *International Journal of Man-Machine Studies*, 1986. – Vol. 1. – P. 65-75.

33. Gray S. et al., Gray S., Crall A., Frensley T. et al. (2017) Combining participatory modeling and citizen science to support volunteer conservation action. *Biol. Conserv.*, 208, pp. 76-86.

34. Hobbs, B.F., Ludsin, S.A., Knight, R.L. et al. (2002) Fuzzy cognitive mapping as a tool to define management objectives for complex ecosystems. *Ecol. Appl.*, 12, pp. 1548-1565.

35. Сиптиц С.О. Когнитивное моделирование как инструмент анализа вариантов развития сельских территорий // *Никоновские чтения*. 2019. № 24. - С. 326-329.

36. Raikov A.N. Cognitive Modelling Quality Rising by Applying Quantum and Optical Semantic Approaches // *IFAC-PapersOnLine*. 2018. Vol.51, Iss. 30. C. 492-497.

37. Abramova N.A. Interdisciplinary Approach to Verification in Decision-Making with Formal Methods / *Handbook on Psy-*

chology of Decision-Making: New Research. Hauppauge, USA: Nova Science Publishers, 2012. С. 89-111.

38. Луценко Е.В., Лойко В.И., Орлов А.И. Современная цифровая экономика: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 508 с.

39. Луценко Е.В., Горпинченко К.Н. Прогнозирование и принятие решений по выбору агротехнологий в зерновом производстве с применением методов искусственного интеллекта (на примере системно-когнитивного анализа). – Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2013. – 168 с.

40. Podvesovskii, A.G. and Isaev R.A. Identification of structure and parameters of fuzzy cognitive models: expert and statistical methods. // International Journal of Open Information Technologies. 2019. vol. 7, No. 6. – pp. 35-61.

41. Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Моделирование экспорта агропродовольственной продукции при различных сценариях долгосрочных климатических изменений // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 3. – С. 71-75.

42. Регулирование баланса гумуса почв на основе статистического исследования информационной базы длительных опытов (методические рекомендации). – Москва: ВНИИМС, 1992. – 37 с.

43. Узун В.Я., Гатаулина Е.А. Методические подходы к оценке эффективности государственной поддержки сельскохозяйственных производителей. - Москва: ВИАПИ, 2010. - 57 с.

44. Григорьев Н.Г., Волков Н.П. Биологическая полноценность кормов. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 287с.

45. [https://gks.ru/bgd/free/meta\\_2010/Main.htm](https://gks.ru/bgd/free/meta_2010/Main.htm)

46. Сиптиц С.О. Экономико-математическая модель и методика оптимального распределения ресурсов целевых про-

грамм развития сельского хозяйства. // Научные труды ВИАПИ им. А.А. Никонова. Вып. 35. – Москва: ЭРД, 2011. – 81 с.

47. Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Методологические подходы к моделированию адаптации сельского хозяйства к долгосрочным климатическим изменениям // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 2. - С. 60-66.

48. Сиптиц С.О., Романенко И.А. и др. Долгосрочные прогнозы развития агропродовольственных рынков России. Научные труды ВИАПИ им. А.А. Никонова. Вып. 26. - Москва: Энцикл. рос. деревень, 2009. - 198 с.

49. Сиптиц С.О., Романенко И.А. и др. Синтез эффективных механизмов регулирования агропродовольственных рынков. - Москва: ЭРД, 2010. - 159 с.

50. Сиптиц С.О., Романенко И.А. и др. Моделирование и прогнозирование развития агропродовольственных систем национального уровня. - Москва: ЭРД, 2011. - 219 с.

51. Евдокимова Н.Е. Оценка устойчивости продовольственной безопасности России на основе прогнозов, рассчитанных с помощью международной системы моделей AGLINK- Cosimo // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2015. №2. - С. 61-64.

52. Романенко И.А., Сиптиц С.О. и др. Влияние госрегулирования на агропродовольственные рынки: анализ и прогноз. Научные труды ВИАПИ им. А.А. Никонова. Вып. 38. - Москва: Энцикл. рос. деревень, 2013. - 265 с.

53. Проведение научных исследований, разработка и апробация имитационных моделей рынков зерна, мяса, молока. Отчет о НИР: гос. контракт N 1441/13 от 23.11.2006 г. / ВИАПИ РАСХН; рук. темы Сиптиц С.О. - Москва: 2006. - 132 с.

54. Сиптиц С.О., Романенко И.А., Строков С.Н., Абрамов А.А. Сценарный анализ развития агропродовольственных рынков России с использованием российского модуля международ-

ной системы моделей AGLINK-Cosimo // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2010. № 6. - С. 21-24.

55. Сиптиц С.О., Романенко И.А. Теоретические основы размещения сельского хозяйства с учетом экономических и природно-климатических факторов // Экономика сельского хозяйства России. 2016. № 3. - С. 60-65.

56. Романенко И.А. Продовольственная независимость региональных агропродовольственных систем России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2015. № 2. - С. 58-60.

57. <https://rosstat.gov.ru/>

58. <https://mcx.gov.ru/>

59. Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е., Соболев О.С., Рыбакова Р.А., Костусяк В.М., Егорова О.Д. Разработать теоретические основы обоснования эффективного размещения сельскохозяйственного производства с учетом биоклиматического потенциала : Отчет о НИР (ФАНО). Гос. регистрационный № АААА-А16-116033010090-6. 2016. – 94 с.

60. Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е., Соболев О.С., Рыбакова Р.А., Костусяк В.М., Строков С.Н., Абрамов А.А. Проведение научных исследований по разработке долгосрочных прогнозов развития внутренних и внешних рынков основных видов сельскохозяйственных товаров на базе международной модели AGLINK-COSIMO (в рамках сотрудничества с ОЭСР) : Отчет о НИР № 1395-А/13 от 26.06.2009 (МСХ РФ). 2009. – 194 с.

61. Gómez, M.I. & Ricketts, K.D. 2013. Food value chain transformations in developing countries: Selected hypotheses on nutritional implications. Food Policy, 42: 139–150.

62. Kaplinsky, R. & Morris, M. 2001. A handbook for value chain research, Vol. 113. Ottawa, International Development Research Centre.

63. HLPE. 2018. Nutrition and food systems: a report by the High-Level Panel of Experts on food security and nutrition. Rome. <http://www.fao.org/3/a-i7846e.pdf>

64. IFPRI. 2015. Global Nutrition Report 2015: actions and accountability to advance nutrition and sustainable development. Washington, DC.

65. HLPE. 2016. Sustainable agricultural development for food security and nutrition: what roles for livestock? A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome. <http://www.fao.org/3/a-i5795e.pdf>

66. Стариков Н.А. Типология стран мира по особенностям продовольственной ситуации // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2015. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tipologiya-stran-mira-po-osobenostyam-prodovolstvennoy-situatsii> (дата обращения: 09.12.2020).

# **Приложение 1 Фрагмент базы данных климатических характеристик (средняя температура и осадки) для регионов России по двум климатическим сценариям**

| RCP 4.5        |        | Среднемесячные температуры воздуха, град С. |       |        |       |       |       |        |          |         |        |         |
|----------------|--------|---------------------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|----------|---------|--------|---------|
| Алтайский край | январь | февраль                                     | март  | апрель | май   | июнь  | июль  | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
| 2020           | -14.57 | -14.68                                      | -4.54 | 2.3    | 13.87 | 19.1  | 25.23 | 20.02  | 12.59    | 5.32    | -2.89  | -8.24   |
| 2030           | -9.75  | -9.43                                       | -5.71 | 4.97   | 13.96 | 18.96 | 27.15 | 20.73  | 11.51    | 4.13    | -3.83  | -20.05  |
| 2040           | -18.03 | -10.84                                      | -1.95 | 6.32   | 12.02 | 19.15 | 27.53 | 23.7   | 13.66    | 5.49    | -4.08  | -14.27  |
| 2050           | -19.76 | -14.87                                      | -7.8  | 0.66   | 13.2  | 17.72 | 24.85 | 23.84  | 13.07    | 5.93    | -2.63  | -18.71  |
| 2060           | -13.46 | -10.23                                      | -5.89 | 4.23   | 13.52 | 22.21 | 28.44 | 21.28  | 14.7     | 5.24    | -8.52  | -11.31  |
| 2070           | -12.29 | -11.43                                      | -6.43 | 6.57   | 13.8  | 21.37 | 27.01 | 21.65  | 14.38    | 5.25    | -2.5   | -15.17  |
| 2080           | -19.25 | -8.92                                       | -8.06 | 0.78   | 13.46 | 17.51 | 22.38 | 23.29  | 12.13    | 4.24    | -2.92  | -17.59  |
| 2090           | -13.77 | -14.29                                      | -4.76 | 5.18   | 14.36 | 19.91 | 29.71 | 26     | 14.34    | 6.03    | -5     | -11.66  |
| 2100           | -13.59 | -8.71                                       | -2.11 | 4.3    | 14.62 | 22.3  | 27.01 | 25.14  | 16.35    | 2.91    | -1.36  | -6.64   |

| RCP 8.5        |        | Среднемесячные температуры воздуха, град С. |        |        |       |       |       |        |          |         |        |         |
|----------------|--------|---------------------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|----------|---------|--------|---------|
| Алтайский край | январь | февраль                                     | март   | апрель | май   | июнь  | июль  | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
| 2020           | -16.34 | -14                                         | -5.14  | 4.77   | 13.06 | 18.3  | 22.98 | 16.07  | 10.61    | 1.36    | -8.48  | -16.28  |
| 2030           | -15.25 | -8.41                                       | -5.61  | 1.03   | 10.79 | 17.85 | 21.59 | 15.4   | 6.45     | -1.23   | -5.46  | -10.06  |
| 2040           | -13.09 | -7.22                                       | -9.76  | -5.45  | 8.97  | 18.17 | 17.94 | 15.53  | 9.71     | 2.31    | -4.06  | -14.05  |
| 2050           | -21    | -21.28                                      | -4.71  | 5.98   | 12.3  | 17.91 | 25.3  | 18.28  | 9.17     | 4.72    | -3.36  | -10.93  |
| 2060           | -12.15 | -17.89                                      | -9.39  | 6.21   | 16.06 | 19.97 | 25.04 | 18.86  | 10.32    | 4.93    | -5.96  | -16.74  |
| 2070           | -14.12 | -11.21                                      | -5.84  | 2.38   | 12.3  | 20.19 | 22.88 | 22.58  | 11.61    | 4.71    | -6.05  | -13.44  |
| 2080           | -17.04 | -8.32                                       | -18.28 | -2.1   | 13.79 | 18.4  | 23.14 | 19.49  | 10.36    | 3.26    | 2.1    | -9.49   |
| 2090           | -11.13 | -11.24                                      | -14.88 | 3.62   | 11.95 | 18.96 | 24.36 | 19.16  | 9.82     | 3.71    | 0.12   | -9.06   |
| 2100           | -11.79 | -12.59                                      | -7.19  | 5.11   | 14.02 | 17.77 | 24.69 | 19.07  | 8.99     | 5.6     | 2.27   | -4.56   |

| RCP 4.5        |        | Сумма осадков, мм/мес |      |        |       |       |      |        |          |         |        |         |
|----------------|--------|-----------------------|------|--------|-------|-------|------|--------|----------|---------|--------|---------|
| Алтайский край | январь | февраль               | март | апрель | май   | июнь  | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
| 2020           | 32.3   | 40.1                  | 28.8 | 39.9   | 50.6  | 73.4  | 15.7 | 25.2   | 16.8     | 39.9    | 43.9   | 75.6    |
| 2030           | 45.7   | 56.3                  | 53.5 | 46.0   | 51.3  | 51.4  | 11.0 | 60.5   | 26.9     | 23.3    | 50.8   | 26.1    |
| 2040           | 22.6   | 21.6                  | 32.6 | 27.3   | 79.2  | 92.4  | 53.6 | 45.9   | 27.5     | 42.3    | 76.9   | 82.0    |
| 2050           | 24.5   | 21.5                  | 50.6 | 49.8   | 129.6 | 56.7  | 27.4 | 14.6   | 26.3     | 60.8    | 66.1   | 46.9    |
| 2060           | 35.5   | 42.7                  | 39.3 | 40.3   | 74.9  | 41.9  | 34.8 | 60.6   | 26.4     | 28.7    | 44.0   | 84.8    |
| 2070           | 24.3   | 39.6                  | 30.9 | 48.9   | 81.9  | 52.5  | 28.6 | 68.4   | 9.7      | 74.5    | 49.9   | 48.6    |
| 2080           | 28.7   | 30.6                  | 38.9 | 43.4   | 97.6  | 173.6 | 50.3 | 28.7   | 35.4     | 25.1    | 111.5  | 42.0    |
| 2090           | 35.4   | 17.4                  | 28.2 | 39.8   | 59.4  | 83.1  | 17.9 | 12.4   | 41.2     | 29.0    | 46.7   | 46.9    |
| 2100           | 27.2   | 39.7                  | 52.2 | 38.0   | 107.7 | 54.8  | 43.6 | 36.8   | 8.8      | 20.5    | 72.6   | 37.7    |

| RCP 8.5        |        | Сумма осадков, мм/мес |      |        |      |       |      |        |          |         |        |         |
|----------------|--------|-----------------------|------|--------|------|-------|------|--------|----------|---------|--------|---------|
| Алтайский край | январь | февраль               | март | апрель | май  | июнь  | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
| 2020           | 31.3   | 24.4                  | 52.2 | 6.0    | 32.8 | 37.9  | 41.8 | 24.0   | 36.6     | 20.0    | 25.4   | 28.2    |
| 2030           | 47.3   | 48.5                  | 30.2 | 56.2   | 22.6 | 46.6  | 34.1 | 55.0   | 33.0     | 57.1    | 54.9   | 43.5    |
| 2040           | 62.8   | 39.6                  | 82.8 | 53.7   | 35.1 | 12.5  | 64.3 | 57.4   | 56.5     | 50.6    | 49.1   | 66.8    |
| 2050           | 32.6   | 34.2                  | 47.9 | 51.6   | 56.6 | 33.0  | 4.8  | 33.9   | 7.7      | 24.8    | 82.8   | 48.1    |
| 2060           | 56.6   | 33.5                  | 25.2 | 53.8   | 49.9 | 46.9  | 38.4 | 39.2   | 13.0     | 49.1    | 64.9   | 29.5    |
| 2070           | 52.1   | 49.5                  | 50.7 | 32.4   | 34.6 | 118.3 | 44.9 | 19.3   | 22.9     | 24.4    | 36.4   | 42.6    |
| 2080           | 33.5   | 71.9                  | 22.9 | 32.1   | 79.0 | 84.1  | 56.1 | 75.3   | 21.8     | 41.3    | 53.7   | 50.6    |
| 2090           | 37.6   | 46.4                  | 46.5 | 17.0   | 82.4 | 110.4 | 52.5 | 22.9   | 39.6     | 27.1    | 90.9   | 51.8    |
| 2100           | 80.7   | 19.0                  | 40.6 | 40.3   | 52.3 | 39.9  | 34.0 | 37.5   | 34.4     | 53.8    | 90.3   | 70.9    |

## **Приложение 2. Типология агропродовольственных систем регионов для оценки продовольственной безопасности регионов по уровням потребления белковых продуктов**

Продовольственные системы всегда целостны, и любой метод их классификации по отдельным признакам сталкивается с их разнообразием. Продовольственные системы могут быть разноуровневыми: от системы питания отдельной семьи (домохозяйства) до глобальной (планетарной) продовольственной системы. Региональные продовольственные системы внутри даже одной страны также разнообразны.

Несмотря на это, любая классификация, типология, выделение схожих признаков аналитически продуктивны, так как дают дополнительную информацию исследователям и лицам, принимающим решения по мерам продовольственной политики, чтобы лучше понять и учитывать это разнообразие.

В настоящее время существует несколько общепринятых типологий продовольственных систем. Если рассматривать публикации по данной тематике за последнее десятилетие, то можно выделить 4 различных подхода. Изложим их в порядке появления в печати.

В работах [61,62] приведена методология выделения продовольственных систем, как цепочек производства и сбыта продовольствия (таблица П2.1).

**Таблица П2.1 - Типология цепей создания стоимости продовольствия**

| <b>Тип</b>                     | <b>Описание</b>                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Традиционные</b>            | Традиционные предприятия оптовой торговли преимущественно покупают продовольствие у мелких фермеров и продают его потребителям и традиционным предприятиям розничной торговли на продуктовых рынках (главным образом местных) |
| <b>Современные</b>             | Внутренние и многонациональные производители продуктов питания, в основном, закупают продовольствие у коммерческих ферм и продают продукты через современные супермаркеты                                                     |
| <b>Современно-традиционные</b> | Внутренние и многонациональные производители продуктов питания продают их через сеть традиционных предприятий оптовой и розничной торговли (например, семейные магазины)                                                      |
| <b>Традиционно-современные</b> | Супермаркеты и производители продуктов питания закупают продовольствие у мелких фермеров и торговцев                                                                                                                          |

*Источник: [63].*

В Докладе по вопросам питания в мире [64] была представлена типология с охватом систем производства, сбытовых цепочек продуктов питания и даже некоторых параметров продовольственной среды. Эта типология обосновывала 5 видов продовольственных систем: сельские, новые, переходные, смешанные и промышленные.

В докладе Группы экспертов по вопросам продовольственной безопасности и питания (ГЭВУ) за 2016 год [65] предлагается типология с акцентом на виды сельскохозяйственных систем, включающая четыре типа систем живот-

новодческого производства (маломасштабное смешанное фермерское хозяйство, пастбищное скотоводство, коммерческое выпасное животноводство и интенсивное животноводство), а также два вида систем растениеводства (системы выращивания сельскохозяйственных культур и производства кормов и маломасштабные системы растениеводства) [63].

В докладе ГЭВУ за 2018 год [63] была сделана попытка синтезировать все параметры предыдущих типологий. Были выделены 3 широких типа систем:

- 1) традиционные;
- 2) смешанные;
- 3) современные продовольственные системы.

Эти типы продовольственных систем включают в себя различные аспекты, на которые должна быть направлена агропродовольственная политика по обеспечению устойчивости развития, такие как:

*относящиеся к элементам производственно-сбытовых цепей продовольствия:*

- производство;
- хранение и распределение;
- переработка и упаковка;

- розничная торговля и рынки;

*а также элементы продовольственной среды:*

- качество и безопасность продуктов питания;

- стимулирование сбыта, реклама и информация;

- экономическая (финансовая) доступность;

- наличие и физическая доступность (территориальная близость).

**Таблица П2.2 - Типы продовольственных систем, соответствующие производственно-сбытовые цепи и продовольственная среда**

| Производственно-сбытовые цепи продовольствия | Традиционные продовольственные системы                                                                                                          | Смешанные продовольственные системы                                                                                                                           | Современные продовольственные системы                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Производство                                 | Продукты питания в основном производятся местными мелкими производителями; в наличии преобладают местные продукты по сезону.                    | Продовольствие производится, как местными мелкими хозяйствами, так и более крупными, расположенными далеко. Шире доступ к продовольствию вне обычного сезона. | На предприятиях различного масштаба производится широкий спектр продуктов. Производство носит глобальный характер, т.е. продукты поставляются из разных регионов и всегда в наличии.  |
| Хранение и распределение                     | Отсутствие хороших дорог, холодильного оборудования и плохие склады затрудняют хранение, создают проблемы с безопасностью продуктов и отходами. | Более высокое качество дорог и складских помещений; однако равного доступа к ним нет, в частности, они недоступны для малоимущих.                             | Современные дороги, складские помещения и холодильное оборудование облегчают перевозку продуктов питания на большие расстояния и обеспечение их безопасности при длительном хранении. |
| Переработка и упаковка                       | Простейшая переработка продуктов. Упаковка в небольших объемах.                                                                                 | Повышение доступности упакованных продуктов питания глубокой переработки. Дольше срок хранения.                                                               | Широкий выбор фасованных продуктов питания, дешевых и удобных для потребления, но иногда вредных для здоровья.                                                                        |

|                                              |                                                                                                                               |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Производственно-сбытовые цепи продовольствия | Традиционные продовольственные системы                                                                                        | Смешанные продовольственные системы                                                                                 | Современные продовольственные системы                                                                                                                               |
| Розничная торговля и рынки                   | Низкий уровень разнообразия и плотности размещения точек розничной торговли, значительная доля продуктов покупается на рынках | Больше магазинов и рынков в шаговой доступности, возможность питаться вне дома.                                     | Разнообразие и высокая плотность точек поступления продовольствия, в т. ч. относящихся к другим системам, а также супер-маркетов, мест быстрого питания, ресторанов |
| <b>Продовольственная среда</b>               | <b>Традиционные продовольственные системы</b>                                                                                 | <b>Смешанные продовольственные системы</b>                                                                          | <b>Современные продовольственные системы</b>                                                                                                                        |
| Наличие и физический доступность             | Плотность местных рынков достаточна, однако расстояния до магазинов и низкое качество или отсутствие дорог                    | Больше рынков и магазинов, более качественные дороги, но люди с низкими доходами ограничены в доступе к транспорту. | Население в основном пользуется легкодоступными пунктами продаж.                                                                                                    |
| Экономическая (финансовая) доступность       | Расходы на продовольствие составляют существенную долю бюджета.                                                               | На продовольствие расходуется умеренная доля бюджета домохозяйств.                                                  | Расходы на продовольствие не существенны.                                                                                                                           |
| Стимулирование сбыта, реклама и информация   | Мало рекламы. Мало источников информации, таких как маркировка и рекомендации.                                                | Более распространена реклама. Предоставляется определенная информация.                                              | Активное развитие сбыта с помощью массовой информации. Данные на этикетках, в магазинах и в меню.                                                                   |
| Качество и безопасность пищевых продуктов    | Низкий контроль качества и безопасности. Низкий спрос на качественные ингредиенты.                                            | Качество и безопасность пищевых продуктов контролируются, однако соответствующие требования часто не соблюдаются.   | Стандарты безопасности строго соблюдаются. Ингредиенты указываются. Есть спрос на органику и «гуманную» продукцию.                                                  |

Источник: [63].

Подробное представление современных типологий продовольственных систем доказывает многоаспектность подходов и важное значение для понимания причин и ха-

рактера изменений в обеспечении продовольственной безопасности под воздействием эндогенных и экзогенных факторов.

Итак, типология продовольственных систем имеет большое значение для разработки высокоточных мер адаптации к различным угрозам по снижению уровня продовольственной безопасности, особенно для наиболее уязвимых категорий населения.

Разработка типологии агропродовольственных систем, как научная группировка объектов по общим признакам для их лучшего понимания и дальнейшего анализа является одним из важнейших исследовательских методов. Следует иметь в виду, что для применения этого метода есть две причины:

во-первых, стремление привести имеющиеся данные в некую систему;

во-вторых, построение типологии приводит к одновременному раскрытию сущности и специфики явлений, которые подверглись такой процедуре, а также построению прогнозов их дальнейшего развития.

Разработка типологии может использовать на практике несколько (или один) типобразующих критериев,

фиксирующих свойства и параметры изменения системы. Однако, выбор таких критериев всегда подчинен определенной теоретической или практической цели.

В работе [66], которая была выполнена с целью создания системы мониторинга продовольственной безопасности в России, создание которой зафиксировано в указе Президента РФ от 30 января 2010 г. № 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации», была представлена типология стран по продовольственной ситуации. По разработанной типологии в работе [66] Российская Федерация была отнесена к типу стран с благоприятной продовольственной ситуацией и замещающим развитием структуры потребления. Страны этого типа объединяет стабильная продовольственная ситуация, близкая к оптимальной (высокие показатели суммарной калорийности суточного рациона (~3000 ккал) на протяжении последних десятилетий. Превышение норм потребления, если и отмечается, то не в таком масштабе, чтобы это приводило к негативному эффекту. Наиболее характерный процесс в странах этого типа – увеличение уровня дифференцированности продовольственного потребления, которое на фоне высоких значений калорийно-

сти, происходит путем замещения, т.е. увеличивается потребление дифференцирующих продуктов за счет сокращения абсолютных объемов потребления базовых продуктов. Следует иметь ввиду, что данная типология была разработана на оценках современной продовольственной ситуации по следующим основным компонентам:

- 1) уровень и качество продовольственного потребления, ккал;
- 2) наличие и доля голодающих в стране, %;
- 3) зависимость от поставок продовольственной помощи, %.

Однако, для типологии региональных продовольственных систем с целью оценки рисков утраты продовольственной безопасности при современном уровне развития Российского АПК эти показатели малоинформативны и не годятся для глубокой дифференциации регионов. Обеспечение продовольственной безопасности в последние годы несколько снижено только по мясной и молочной продукции, а потому оценка уровня потребления по этим продуктовым группам будет полезна, как для анализа ситуации, так и для разработки мер регулирования производства и потребления. Причем, в данном случае нет необходимости

использовать несколько критериев или агрегированный индекс, поскольку можно ограничиться показателем потребления белков животного происхождения (мясо и мясные продукты, молоко и молочные продукты, яйца, рыба и морепродукты) в среднем на потребителя в сутки в граммах. Данный показатель есть на сайте Росстата с 2000 года по настоящее время.

Выделение групп регионов по данному показателю объективно можно структурировать по суточной норме потребления белка животного происхождения (30 - 40 г на человека в сутки; источники – мясо, рыба, творог, яйца, сыр). Однако, если посмотреть этот показатель по всем регионам РФ за последние годы, то его значение удовлетворяет или превосходит эту норму. Тем не менее, при оценке потребления животного белка в низшей по доходам группе населения (в первой 10-процентной группе населения с наименьшими доходами или нижнем дециле) все регионы РФ можно разделить по этому показателю на три группы:

- 1) регионы, в которых потребление белка животного происхождения ниже 30 грамм в сутки на душу населения со средним доходом нижнего дециля (таблица П2.1);

2) регионы, в которых даже люди с уровнем среднего дохода, соответствующим первой децильной группе, потребляют белок животного происхождения по медицинской норме - 30-40 г на человека в сутки;

3) регионы, в которых потребление белка животного происхождения больше 40 грамм в сутки на душу населения со средним доходом нижнего дециля (таблица П2.2).

Во вторую группу вошло большинство регионов Российской Федерации, а именно:

Челябинская, Калужская, Тюменская, Брянская, Костромская, Владимирская, Сахалинская, Кемеровская, Смоленская, Пензенская, Астраханская, Волгоградская, Ульяновская, Орловская, Самарская, Магаданская, Томская, Мурманская, Нижегородская, Рязанская, Новгородская, Свердловская, Тверская, Курганская, Вологодская, Псковская, Новосибирская, Ростовская, Калининградская, Кировская, Ленинградская, Воронежская, Белгородская, Курская, Липецкая, Оренбургская, Ярославская и Саратовская области;

Республики Адыгея, Северная Осетия-Алания, Бурятия, Чувашия, Алтай, Карелия, Хакасия, Марий Эл, Саха (Якутия), Коми, Калмыкия, Мордовия и Башкортостан,

Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская и Удмуртская Республика;

Краснодарский, Пермский, Забайкальский, Хабаровский, Ставропольский и Красноярский края,

Еврейская автономная область.

**Таблица П2.3 – Потребление белка животного происхождения в тех регионах, где оно ниже 30 грамм в сутки на душу населения со средним доходом нижнего дециля**

| <b>Регионы РФ</b>          | <b>Потребление белка животного происхождения, г/чел/сут.</b> |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Чукотский автономный округ | 19                                                           |
| Республика Тыва            | 21                                                           |
| Республика Ингушетия       | 25                                                           |
| Тульская область           | 25                                                           |
| Республика Дагестан        | 26                                                           |
| Чеченская Республика       | 27                                                           |
| Тамбовская область         | 27                                                           |
| Камчатская область         | 27                                                           |
| Приморский край            | 28                                                           |
| Ивановская область         | 28                                                           |
| Архангельская область      | 29                                                           |
| Иркутская область          | 29                                                           |
| Амурская область           | 29                                                           |

**Таблица П2.4 – Потребление белка животного происхождения в тех регионах, где оно выше 40 грамм в сутки на душу населения со средним доходом нижнего дециля**

| <b>Регионы РФ</b>    | <b>Потребление белка животного происхождения, г/чел/сут.</b> |
|----------------------|--------------------------------------------------------------|
| Алтайский край       | 41                                                           |
| Омская область       | 42                                                           |
| Московская область   | 42                                                           |
| Республика Татарстан | 44                                                           |

Типология регионов по потреблению белка животного происхождения позволяет исследовать влияние шоковых сценарных условий по влиянию изменения климата на социально-экономические параметры для самых уязвимых граждан, а именно, с низким уровнем доходов.

### Приложение 3. База данных для расчетов по динамической модели агропродовольственных систем регионов для оценки продовольственной безопасности по уровням потребления белковых продуктов

|    | Показатели                                                                                  |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| №  | 1. РАСТЕНИЕВОДСТВО                                                                          |
| 1  | Посевная площадь зерновых и зернобобовых культур во всех категориях хозяйств, тыс.га        |
| 2  | Посевная площадь пшеницы во всех категориях хозяйств, тыс.га                                |
| 3  | Посевная площадь ржи во всех категориях хозяйств, тыс.га                                    |
| 4  | Посевная площадь кукурузы на зерно во всех категориях хозяйств, тыс.га                      |
| 5  | Посевная площадь подсолнечника на зерно во всех категориях хозяйств, тыс.га                 |
| 6  | Посевная площадь льна-долгунца во всех категориях хозяйств, тыс.га                          |
| 7  | Посевная площадь сахарной свеклы (фабричной) во всех категориях хозяйств, тыс.га            |
| 8  | Площадь посадки картофеля во всех категориях хозяйств, тыс.га                               |
| 9  | Площадь посадки картофеля в сельскохозяйственных предприятиях, тыс.га                       |
| 10 | Посевная площадь овощей во всех категориях хозяйств, тыс.га                                 |
| 11 | Посевная площадь овощей в сельскохозяйственных предприятиях, тыс.га                         |
| 12 | Посевная площадь кормовых культур, тыс. га                                                  |
| 13 | Посевная площадь рапса озимого, тыс. га                                                     |
| 14 | Посевная площадь рапса ярового, тыс. га                                                     |
| 15 | Посевная площадь плодово-ягодных насаждений, тыс. га                                        |
| 16 | Производство зерна в сельскохозяйственных предприятиях, в % от пр-ва в х-вах всех категорий |
| 17 | Валовой сбор зерновых и зернобобовых культур во всех категориях хозяйств, тыс.ц             |
| 18 | Валовой сбор пшеницы во всех категориях хозяйств, тыс.ц                                     |
| 19 | Валовой сбор ржи во всех категориях хозяйств, тыс.ц                                         |
| 20 | Валовой сбор кукурузы на зерно во всех категориях хозяйств, тыс.ц                           |
| 21 | Валовой сбор подсолнечника на зерно во всех категориях хозяйств, тыс.ц                      |
| 22 | Валовой сбор волокна льна-долгунца во всех категориях хозяйств, тыс.ц                       |
| 23 | Валовой сбор сахарной свеклы (фабричной) во всех категориях хозяйств, тыс.ц                 |

|    | Показатели                                                                                                     |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 24 | Валовой сбор картофеля во всех категориях хозяйств, тыс.ц                                                      |
| 25 | Валовой сбор картофеля в сельскохозяйственных предприятиях, тыс.ц                                              |
| 26 | Валовой сбор овощей во всех категориях хозяйств, тыс.ц                                                         |
| 27 | Валовой сбор овощей в сельскохозяйственных предприятиях, тыс.ц                                                 |
| 28 | Валовой сбор рапса озимого, тыс. ц                                                                             |
| 29 | Валовой сбор рапса ярового, тыс. ц                                                                             |
| 30 | Валовой сбор плодов, тыс. ц                                                                                    |
| 31 | Урожайность зерновых и зернобобовых культур во всех категориях хозяйств, ц с 1 га убранной площади             |
| 32 | Урожайность пшеницы во всех категориях хозяйств, ц с 1 га убранной площади                                     |
| 33 | Урожайность ржи во всех категориях хозяйств, ц с 1 га убранной площади                                         |
| 34 | Урожайность кукурузы на зерно во всех категориях хозяйств, ц с 1 га убранной площади                           |
| 35 | Урожайность подсолнечника на зерно во всех категориях хозяйств, ц с 1 га убранной площади                      |
| 36 | Урожайность волокна льна-долгунца во всех категориях хозяйств, ц с 1 га убранной площади                       |
| 37 | Урожайность сахарной свеклы (фабричной) во всех категориях хозяйств, ц с 1 га убранной площади                 |
| 38 | Урожайность картофеля во всех категориях хозяйств, ц с 1 га убранной площади                                   |
| 39 | Урожайность картофеля в сельскохозяйственных предприятиях, ц с 1 га убранной площади                           |
| 40 | Урожайность рапса ярового в хозяйствах всех категорий , ц с 1 га убранной площади                              |
| 41 | Урожайность рапса озимого в хозяйствах всех категорий , ц с 1 га убранной площади                              |
| 42 | Урожайность овощей во всех категориях хозяйств, ц с 1 га убранной площади                                      |
| 43 | Урожайность овощей в сельскохозяйственных предприятиях, ц с 1 га убранной площади                              |
| 44 | Заготовлено грубых и сочных кормов (без зернофуража) в с.-х. организациях, тыс. тонн корм. ед.                 |
| 45 | Урожайность плодов и ягод в хозяйствах всех категорий , ц с 1 га убранной площади                              |
|    | 2. ЖИВОТНОВОДСТВО                                                                                              |
| 46 | Численность крупного рогатого скота во всех категориях хозяйств, тыс.голов (на конец года)                     |
| 47 | Численность КРС в сельскохозяйственных организациях, в процентах от хозяйств всех категорий (на конец года);%) |

|    | Показатели                                                                                     |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 48 | Численность коров во всех категориях хозяйств, тыс.голов                                       |
| 49 | Численность свиней во всех категориях хозяйств, тыс.голов                                      |
| 50 | Численность овец и коз во всех категориях хозяйств, тыс.голов                                  |
| 51 | Производство скота и птицы на убой в убойном весе, все категории хозяйств, тыс. тонн           |
| 52 | Производство скота и птицы на убой в убойном весе, сельскохозяйственные организации, тыс. тонн |
| 53 | Производство КРС на убой в убойном весе, все категории хозяйств, тыс. тонн                     |
| 54 | Производство КРС на убой в убойном весе, сельскохозяйственные организации, тыс. тонн           |
| 55 | Производство свиней на убой в убойном весе, все категории хозяйств, тыс. тонн                  |
| 56 | Производство свиней на убой в убойном весе, сельскохозяйственные организации, тыс. тонн        |
| 57 | Производство овец и коз на убой в убойном весе, все категории хозяйств, тыс. тонн              |
| 58 | Производство овец и коз на убой в убойном весе, сельскохозяйственные организации, тыс. тонн    |
| 59 | Производство птицы на убой в убойном весе, все категории хозяйств, тыс. тонн                   |
| 60 | Производство птицы на убой в убойном весе, сельскохозяйственные организации, тыс. тонн         |
| 61 | Производство скота и птицы на убой в живом весе, все категории хозяйств, тыс. тонн             |
| 62 | Производство скота и птицы на убой в живом весе, сельскохозяйственные организации, тыс. тонн   |
| 63 | Производство КРС на убой в живом весе, все категории хозяйств, тыс. тонн                       |
| 64 | Производство КРС на убой в живом весе, сельскохозяйственные организации, тыс. тонн             |
| 65 | Производство свиней на убой в живом весе, все категории хозяйств, тыс. тонн                    |
| 66 | Производство свиней на убой в живом весе, сельскохозяйственные организации, тыс. тонн          |
| 67 | Производство овец и коз на убой в живом весе, все категории хозяйств, тыс. тонн                |
| 68 | Производство овец и коз на убой в живом весе, сельскохозяйственные организации, тыс. тонн      |
| 69 | Производство птицы на убой в живом весе, все категории хозяйств, тыс. тонн                     |
| 70 | Производство птицы на убой в живом весе, сельскохозяйственные организации, тыс. тонн           |
| 71 | Производство молока во всех категориях хозяйств, тыс.тонн                                      |
| 72 | Производство яиц во всех категориях хозяйств, млн.штук                                         |

|    | Показатели                                                                                                             |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 73 | Реализовано на убой скота и птицы во всех категориях хозяйств (в живом весе), тыс.тонн                                 |
| 74 | Реализовано на убой скота и птицы во всех категориях хозяйств (в убойном весе), тыс.тонн                               |
| 75 | Надоено молока в расчете на одну корову в сельскохозяйственных предприятиях, кг                                        |
| 76 | Средняя яйценоскость одной курицы-несушки в сельскохозяйственных предприятиях, штук                                    |
| 77 | Среднесуточные привесы крупного рогатого скота на выращивании в сельскохозяйственных предприятиях, граммов             |
| 78 | Среднесуточные привесы свиней на выращивании и откорме в сельскохозяйственных предприятиях, граммов                    |
| 79 | Среднесуточные привесы овец и коз на выращивании, откорме и нагуле в сельскохозяйственных предприятиях, граммов        |
| 80 | Средняя живая масса одной головы крупного рогатого скота реализованной на убой в сельскохозяйственных предприятиях, кг |
| 81 | Средняя живая масса одной головы свиней, реализованной на убой в сельскохозяйственных предприятиях, кг                 |
| 82 | Средняя живая масса одной головы овец и коз, реализованной на убой в сельскохозяйственных предприятиях, кг             |
| 83 | Выход приплода телят на 100 маток в сельскохозяйственных предприятиях, голов                                           |
| 84 | Выход приплода поросят на 100 маток в сельскохозяйственных предприятиях, голов                                         |
| 85 | Выход приплода ягнят и козлят на 100 маток в сельскохозяйственных предприятиях, голов                                  |
| 86 | Процент падежа крупного рогатого скота всех возрастов к обороту стада в сельскохозяйственных предприятиях, %           |
| 87 | Процент падежа свиней всех возрастов к обороту стада в сельскохозяйственных предприятиях, %                            |
| 88 | Процент падежа овец и коз всех возрастов к обороту стада в сельскохозяйственных предприятиях, %                        |
|    | 3. МЕЛИОРАЦИЯ И ХИМИЗАЦИЯ                                                                                              |
| 89 | Поставка средств защиты, тонн                                                                                          |
| 90 | Известкование кислых почв, тыс. га                                                                                     |
| 91 | Поступление минеральных удобрений, тыс.тонн д.в.                                                                       |
| 92 | Внесение минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры в сельхозпредприятиях, тыс.ц д.в.                     |
| 93 | Внесение органических удобрений под сельскохозяйственные культуры в сельхозпредприятиях, тыс.тонн                      |
|    | 4. ЭКОНОМИКА СХО                                                                                                       |
|    | 4.1. Результаты от реализации:                                                                                         |
| 94 | Зерновые и зернобобовые: количество продукции, ц                                                                       |

|     | Показатели                                                                  |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------|
| 95  | Зерновые и зернобобовые: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб. |
| 96  | Зерновые и зернобобовые: выручено, тыс.руб.                                 |
| 97  | Пшеница всего: количество продукции, ц                                      |
| 98  | Пшеница всего: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.           |
| 99  | Пшеница всего: выручено, тыс.руб.                                           |
| 100 | Пшеница 1-2 класса: количество продукции, ц                                 |
| 101 | Пшеница 1-2 класса: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.      |
| 102 | Пшеница 1-2 класса: выручено, тыс.руб.                                      |
| 103 | Пшеница 3 класса: количество продукции, ц                                   |
| 104 | Пшеница 3 класса: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.        |
| 105 | Пшеница 3 класса: выручено, тыс.руб.                                        |
| 106 | Рожь: количество продукции, ц                                               |
| 107 | Рожь: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                    |
| 108 | Рожь: выручено, тыс.руб.                                                    |
| 109 | Просо: количество продукции, ц                                              |
| 110 | Просо: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                   |
| 111 | Просо: выручено, тыс.руб.                                                   |
| 112 | Гречиха: количество продукции, ц                                            |
| 113 | Гречиха: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                 |
| 114 | Гречиха: выручено, тыс.руб.                                                 |
| 115 | Рис: количество продукции, ц                                                |
| 116 | Рис: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                     |
| 117 | Рис: выручено, тыс.руб.                                                     |
| 118 | Кукуруза: количество продукции, ц                                           |
| 119 | Кукуруза: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                |
| 120 | Кукуруза: выручено, тыс.руб.                                                |
| 121 | Ячмень всего: количество продукции, ц                                       |
| 122 | Ячмень всего: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.            |

|     | Показатели                                                                         |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------|
| 123 | Ячмень всего: выручено, тыс.руб.                                                   |
| 124 | Ячмень пивоваренный: количество продукции, ц                                       |
| 125 | Ячмень пивоваренный: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.            |
| 126 | Ячмень пивоваренный: выручено, тыс.руб.                                            |
| 127 | Горох: количество продукции, ц                                                     |
| 128 | Горох: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                          |
| 129 | Горох: выручено, тыс.руб.                                                          |
| 130 | Овес: количество продукции, ц                                                      |
| 131 | Овес: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                           |
| 132 | Овес: выручено, тыс.руб.                                                           |
| 133 | Прочие зерновые и зернобобовые: количество продукции, ц                            |
| 134 | Прочие зерновые и зернобобовые: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб. |
| 135 | Прочие зерновые и зернобобовые: выручено, тыс.руб.                                 |
| 136 | Подсолнечник: количество продукции, ц                                              |
| 137 | Подсолнечник: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                   |
| 138 | Подсолнечник: выручено, тыс.руб.                                                   |
| 139 | Соя: количество продукции, ц                                                       |
| 140 | Соя: полная себестоимость, тыс.руб.                                                |
| 141 | Соя: выручено, тыс.руб.                                                            |
| 142 | Сахарная свекла: количество продукции, ц                                           |
| 143 | Сахарная свекла: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                |
| 144 | Сахарная свекла: выручено, тыс.руб.                                                |
| 145 | Рапс: количество продукции, ц                                                      |
| 146 | Рапс: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                           |
| 147 | Рапс: выручено, тыс.руб.                                                           |
| 148 | Картофель: количество продукции, ц                                                 |
| 149 | Картофель: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                      |
| 150 | Картофель: выручено, тыс.руб.                                                      |

|     | Показатели                                                                                     |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 151 | Овощи открытого грунта: количество продукции, ц                                                |
| 152 | Овощи открытого грунта: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                     |
| 153 | Овощи открытого грунта: выручено, тыс.руб.                                                     |
| 154 | Овощи закрытого грунта: количество продукции, ц                                                |
| 155 | Овощи закрытого грунта: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                     |
| 156 | Овощи закрытого грунта: выручено, тыс.руб.                                                     |
| 157 | Плоды семечковые и косточковые: количество продукции, ц                                        |
| 158 | Плоды семечковые и косточковые: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.             |
| 159 | Плоды семечковые и косточковые: выручено, тыс.руб.                                             |
| 160 | Ягоды: количество продукции, ц                                                                 |
| 161 | Ягоды: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                                      |
| 162 | Ягоды: выручено, тыс.руб.                                                                      |
| 163 | Скот и птица в живой массе - всего: количество продукции, ц                                    |
| 164 | Скот и птица в живой массе - всего: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.         |
| 165 | Скот и птица в живой массе - всего: выручено, тыс.руб.                                         |
| 166 | Крупный рогатый скот в живой массе - всего: количество продукции, ц                            |
| 167 | Крупный рогатый скот в живой массе - всего: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб. |
| 168 | Крупный рогатый скот в живой массе - всего: выручено, тыс.руб.                                 |
| 169 | Свиньи в живой массе - всего: количество продукции, ц                                          |
| 170 | Свиньи в живой массе - всего: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.               |
| 171 | Свиньи в живой массе - всего: выручено, тыс.руб.                                               |
| 172 | Овцы и козы в живой массе - всего: количество продукции, ц                                     |
| 173 | Овцы и козы в живой массе - всего: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.          |
| 174 | Овцы и козы в живой массе - всего: выручено, тыс.руб.                                          |
| 175 | Птица в живой массе - всего: количество продукции, ц                                           |
| 176 | Птица в живой массе - всего: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                |
| 177 | Птица в живой массе - всего: выручено, тыс.руб.                                                |

|     | Показатели                                                                                               |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 178 | Молоко цельное: количество продукции, ц                                                                  |
| 179 | Молоко цельное: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                                       |
| 180 | Молоко цельное: выручено, тыс.руб.                                                                       |
| 181 | Яйца: количество продукции, тыс.штук                                                                     |
| 182 | Яйца: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                                                 |
| 183 | Яйца: выручено, тыс.руб.                                                                                 |
| 184 | Шерсть всякая: количество продукции, ц                                                                   |
| 185 | Шерсть всякая: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                                        |
| 186 | Шерсть всякая: выручено, тыс.руб.                                                                        |
| 187 | Яйца пищевые: количество продукции, тыс.штук                                                             |
| 188 | Яйца пищевые: выручено, тыс.руб.                                                                         |
| 189 | Яйца пищевые: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                                         |
| 190 | Рыба товарная: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                                        |
| 191 | Рыба товарная: выручено, тыс.руб.                                                                        |
| 192 | Рыбная продукция: количество продукции, ц                                                                |
| 193 | Рыбная продукция: полная себестоимость проданной продукции, тыс.руб.                                     |
| 194 | Рыбная продукция: выручено, тыс.руб                                                                      |
|     | 4.2. Животноводство - затраты, поголовье, продукция                                                      |
| 195 | Молочное скотоводство: среднегодовое поголовье коров основного стада, голов                              |
| 196 | Молочное скотоводство: надоено молока от коров основного стада, ц                                        |
| 197 | Молочное скотоводство: себестоимость молока, тыс.руб.                                                    |
| 198 | Молочное скотоводство: масса телят при рождении от коров основного стада, ц                              |
| 199 | Молочное скотоводство: себестоимость телят при рождении от коров основного, тыс.руб.                     |
| 200 | Молочное скотоводство: среднегодовое поголовье крупного рогатого скота на выращивании и откорме, голов   |
| 201 | Молочное скотоводство: получение прироста крупного рогатого скота на выращивании и откорме, ц            |
| 202 | Молочное скотоводство: себестоимость прироста крупного рогатого скота на выращивании и откорме, тыс.руб. |
| 203 | Мясное скотоводство: среднегодовое поголовье коров основного стада, голов                                |

|     | Показатели                                                                                                                 |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 204 | Мясное скотоводство: среднегодовое поголовье молодняка до 8 месяцев, голов                                                 |
| 205 | Мясное скотоводство: получено приплода, голов                                                                              |
| 206 | Мясное скотоводство: себестоимость приплода, тыс.руб.                                                                      |
| 207 | Мясное скотоводство: получено прироста молодняка до 8 месяцев, ц                                                           |
| 208 | Мясное скотоводство: себестоимость прироста молодняка до 8 месяцев, тыс.руб.                                               |
| 209 | Мясное скотоводство: среднегодовое поголовье крупного рогатого скота на выращивании и откорме, голов                       |
| 210 | Мясное скотоводство: получено прироста крупного рогатого скота на выращивании и откорме, ц                                 |
| 211 | Мясное скотоводство: себестоимость прироста крупного рогатого скота на выращивании и откорме, тыс.руб.                     |
| 212 | Свиноводство: среднегодовое поголовье свиноматок, голов                                                                    |
| 213 | Свиноводство: поголовье свиней на выращивании и откорме, голов                                                             |
| 214 | Свиноводство: получено прироста, ц                                                                                         |
| 215 | Свиноводство: получено прироста, затраты, тыс.руб.                                                                         |
| 216 | Овцеводство (без каракульского и смушкового) и козоводство: среднегодовое поголовье основного стада, голов                 |
| 217 | Овцеводство (без каракульского и смушкового) и козоводство: среднегодовое поголовье овец на выращивании и откорме, голов   |
| 218 | Овцеводство (без каракульского и смушкового) и козоводство: приплод ягнят, ц                                               |
| 219 | Овцеводство (без каракульского и смушкового) и козоводство: себестоимость приплода ягнят, тыс.руб.                         |
| 220 | Овцеводство (без каракульского и смушкового) и козоводство: получено прироста овец на выращивании и откорме, ц             |
| 221 | Овцеводство (без каракульского и смушкового) и козоводство: себестоимость прироста овец на выращивании и откорме, тыс.руб. |
| 222 | Овцеводство (без каракульского и смушкового) и козоводство: получено шерсти, ц                                             |
| 223 | Овцеводство (без каракульского и смушкового) и козоводство: себестоимость шерсти, тыс.руб.                                 |
| 224 | Птицеводство: среднегодовое поголовье взрослых кур, голов                                                                  |
| 225 | Птицеводство: получено яиц от кур-несушек, тыс.штук                                                                        |
| 226 | Птицеводство: себестоимость яиц от кур-несушек, тыс.руб.                                                                   |
| 227 | Птицеводство: среднегодовое поголовье молодняка кур, голов                                                                 |
| 228 | Птицеводство: получено прироста молодняка кур, ц                                                                           |
| 229 | Птицеводство: себестоимость прироста молодняка кур, тыс.руб.                                                               |

|     | Показатели                                                                                                                   |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 230 | Птицеводство: среднегодовое поголовье прочей взрослой птицы птицы, голов                                                     |
| 231 | Птицеводство: получено яиц от прочей взрослой птицы, тыс.штук                                                                |
| 232 | Птицеводство: себестоимость яиц от прочей взрослой птицы, тыс.руб.                                                           |
| 233 | Птицеводство: среднегодовое поголовье молодняка прочей взрослой птицы птицы, голов                                           |
| 234 | Птицеводство: получено прироста молодняка прочей птицы, ц                                                                    |
| 235 | Птицеводство: себестоимость прироста молодняка прочей птицы, тыс.руб.                                                        |
| 236 | Рыбоводство: получено рыбы товарной, ц                                                                                       |
| 237 | Рыбоводство: себестоимость рыбы товарной, тыс. руб.                                                                          |
| 238 | Вылов рыбы и водных биоресурсов: получено основной продукции, ц                                                              |
| 239 | Вылов рыбы и водных биоресурсов: себестоимость продукции, тыс. руб.                                                          |
|     | 4.3 Форма 9-АПК СВЕДЕНИЯ О ПРОИЗВОДСТВЕ, ЗАТРАТАХ, СЕБЕСТОИМОСТИ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА                      |
| 240 | Всего по растениеводству, убранная площадь, га                                                                               |
| 241 | Всего по растениеводству, затраты всего, тыс.руб.                                                                            |
| 242 | Всего по растениеводству, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                               |
| 243 | Всего по растениеводству, материальные затраты всего, тыс.руб.                                                               |
| 244 | Зерновые и зернобобовые (озимые и яровые) без кукурузы, убранная площадь, га                                                 |
| 245 | Зерновые и зернобобовые (озимые и яровые) без кукурузы, затраты всего, тыс.руб.                                              |
| 246 | Зерновые и зернобобовые (озимые и яровые) без кукурузы, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб. |
| 247 | Зерновые и зернобобовые (озимые и яровые) без кукурузы, материальные затраты всего, тыс.руб.                                 |
| 248 | В том числе: озимые зерновые, убранная площадь, га                                                                           |
| 249 | В том числе: озимые зерновые, затраты всего, тыс.руб.                                                                        |
| 250 | В том числе: озимые зерновые, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                           |
| 251 | В том числе: озимые зерновые, материальные затраты всего, тыс.руб.                                                           |
| 252 | Яровые зерновые, убранная площадь, га                                                                                        |
| 253 | Яровые зерновые, затраты всего, тыс.руб.                                                                                     |
| 254 | Яровые зерновые, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                                        |
| 255 | Яровые зерновые, материальные затраты всего, тыс.руб.                                                                        |

|     | Показатели                                                                                     |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 256 | Из них рис, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.               |
| 257 | Из них рис, материальные затраты всего, тыс.руб.                                               |
| 258 | Зернобобовые, убранная площадь, га                                                             |
| 259 | Зернобобовые, затраты всего, тыс.руб.                                                          |
| 260 | Зернобобовые, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.             |
| 261 | Зернобобовые, материальные затраты всего, тыс.руб.                                             |
| 262 | Рапс (озимый и яровой), убранная площадь, га                                                   |
| 263 | Рапс (озимый и яровой), затраты всего, тыс.руб.                                                |
| 264 | Рапс (озимый и яровой), затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.   |
| 265 | Рапс (озимый и яровой), материальные затраты всего, тыс.руб.                                   |
| 266 | В том числе: озимый рапс, убранная площадь, га                                                 |
| 267 | В том числе: озимый рапс, затраты всего, тыс.руб.                                              |
| 268 | В том числе: озимый рапс, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб. |
| 269 | В том числе: озимый рапс, материальные затраты всего, тыс.руб.                                 |
| 270 | Яровой рапс, убранная площадь, га                                                              |
| 271 | Яровой рапс, затраты всего, тыс.руб.                                                           |
| 272 | Яровой рапс, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.              |
| 273 | Яровой рапс, материальные затраты всего, тыс.руб.                                              |
| 274 | Кукуруза на зерно, убранная площадь, га                                                        |
| 275 | Кукуруза на зерно, затраты всего, тыс.руб.                                                     |
| 276 | Кукуруза на зерно, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.        |
| 277 | Кукуруза на зерно, материальные затраты всего, тыс.руб.                                        |
| 278 | Соя, убранная площадь, га                                                                      |
| 279 | Соя, затраты всего, тыс.руб.                                                                   |
| 280 | Соя, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                      |
| 281 | Соя, материальные затраты всего, тыс.руб.                                                      |
| 282 | Сахарная свекла (фабричная), убранная площадь, га                                              |

|     | Показатели                                                                                        |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 283 | Сахарная свекла (фабричная), затраты всего, тыс.руб.                                              |
| 284 | Сахарная свекла (фабричная), затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб. |
| 285 | Сахарная свекла (фабричная), материальные затраты всего, тыс.руб.                                 |
| 286 | Лен-долгунец (выращивание), уборная площадь, га                                                   |
| 287 | Лен-долгунец (выращивание), затраты всего, тыс.руб.                                               |
| 288 | Лен-долгунец (выращивание), затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.  |
| 289 | Лен-долгунец (выращивание), материальные затраты всего, тыс.руб.                                  |
| 290 | Подсолнечник на зерно, уборная площадь, га                                                        |
| 291 | Подсолнечник на зерно, затраты всего, тыс.руб.                                                    |
| 292 | Подсолнечник на зерно, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.       |
| 293 | Подсолнечник на зерно, материальные затраты всего, тыс.руб.                                       |
| 294 | Картофель, уборная площадь, га                                                                    |
| 295 | Картофель, затраты всего, тыс.руб.                                                                |
| 296 | Картофель, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                   |
| 297 | Картофель, материальные затраты всего, тыс.руб.                                                   |
| 298 | Овощи открытого грунта, уборная площадь, га                                                       |
| 299 | Овощи открытого грунта, затраты всего, тыс.руб.                                                   |
| 300 | Овощи открытого грунта, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.      |
| 301 | Овощи открытого грунта, материальные затраты всего, тыс.руб.                                      |
| 302 | Овощи защищенного грунта, уборная площадь, га                                                     |
| 303 | Овощи защищенного грунта, затраты всего, тыс.руб.                                                 |
| 304 | Овощи защищенного грунта, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.    |
| 305 | Овощи защищенного грунта, материальные затраты всего, тыс.руб.                                    |
| 306 | Бахчевые продовольственные, затраты всего, тыс.руб.                                               |
| 307 | Бахчевые продовольственные, уборная площадь, га                                                   |
| 308 | Бахчевые продовольственные, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.  |

|     | Показатели                                                                                                 |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 309 | Бахчевые продовольственные, материальные затраты всего, тыс.руб.                                           |
| 310 | Плоды (семечковые, косточковые, ягодники (кустарниковые), земляника), затраты всего, тыс.руб.              |
| 311 | Плоды , затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                               |
| 312 | Плоды (семечковые, косточковые, ягодники (кустарниковые), земляника), материальные затраты всего, тыс.руб. |
| 313 | Виноградники, затраты всего, тыс.руб.                                                                      |
| 314 | Виноградники, материальные затраты всего, тыс.руб.                                                         |
| 315 | Виноградники, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                         |
| 316 | Чайные насаждения, затраты всего, тыс.руб.                                                                 |
| 317 | Чайные насаждения, материальные затраты всего, тыс.руб.                                                    |
| 318 | Чайные насаждения, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                    |
| 319 | Кормовые корнеплоды и бахчи, убранная площадь, га                                                          |
| 320 | Кормовые корнеплоды и бахчи, затраты всего, тыс.руб.                                                       |
| 321 | Кормовые корнеплоды и бахчи, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.          |
| 322 | Кормовые корнеплоды и бахчи, материальные затраты всего, тыс.руб.                                          |
| 323 | Многолетние травы, убранная площадь, га                                                                    |
| 324 | Многолетние травы, затраты всего, тыс.руб.                                                                 |
| 325 | Многолетние травы, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                    |
| 326 | Многолетние травы, материальные затраты всего, тыс.руб.                                                    |
| 327 | Однолетние травы, убранная площадь, га                                                                     |
| 328 | Однолетние травы, затраты всего, тыс.руб.                                                                  |
| 329 | Однолетние травы, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                     |
| 330 | Однолетние травы, материальные затраты всего, тыс.руб.                                                     |
| 331 | Кукуруза на силос и зеленый корм, убранная площадь, га                                                     |
| 332 | Кукуруза на силос и зеленый корм, затраты всего, тыс.руб.                                                  |
| 333 | Кукуруза на силос и зеленый корм, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.     |
| 334 | Кукуруза на силос и зеленый корм, материальные затраты всего, тыс.руб.                                     |

|     | Показатели                                                                                             |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 335 | Силосные культуры, убранная площадь, га                                                                |
| 336 | Силосные культуры, затраты всего, тыс.руб.                                                             |
| 337 | Силосные культуры, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                |
| 338 | Силосные культуры, материальные затраты всего, тыс.руб.                                                |
| 339 | Сенокосы естественные и пастбища, убранная площадь, га                                                 |
| 340 | Сенокосы естественные и пастбища, затраты всего, тыс.руб.                                              |
| 341 | Сенокосы естественные и пастбища, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб. |
| 342 | Сенокосы естественные и пастбища, материальные затраты всего, тыс.руб.                                 |
| 343 | Сенокосы улучшенные и пастбища, убранная площадь, га                                                   |
| 344 | Сенокосы улучшенные и пастбища, затраты всего, тыс.руб.                                                |
| 345 | Сенокосы улучшенные и пастбища, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.   |
| 346 | Сенокосы улучшенные и пастбища, материальные затраты всего, тыс.руб.                                   |
| 347 | Прочие культуры, убранная площадь, га                                                                  |
| 348 | Прочие культуры, затраты всего, тыс.руб.                                                               |
| 349 | Прочие культуры, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                  |
| 350 | Прочие культуры, материальные затраты всего, тыс.руб.                                                  |
| 351 | Силосование, затраты всего, тыс.руб.                                                                   |
| 352 | Силосование, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                      |
| 353 | Силосование, материальные затраты всего, тыс.руб.                                                      |
| 354 | Сенажирование, затраты всего, тыс.руб.                                                                 |
| 355 | Сенажирование, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                    |
| 356 | Сенажирование, материальные затраты всего, тыс.руб.                                                    |
|     | 4.4. Форма 9-АПК СТРУКТУРА МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ РАСТЕНИЕВОДСТВА                                         |
| 357 | Всего по растениеводству, затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.                           |
| 358 | Всего по растениеводству, затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                                  |
| 359 | Всего по растениеводству, затраты на органические удобрения, тыс. руб.                                 |
| 360 | Всего по растениеводству, затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.                    |

|     | Показатели                                                                                                        |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 361 | Всего по растениеводству, затраты на электроэнергию, тыс .руб.                                                    |
| 362 | Зерновые и зернобобовые (озимые и яровые) без кукурузы, затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.        |
| 363 | Зерновые и зернобобовые (озимые и яровые) без кукурузы, затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.               |
| 364 | Зерновые и зернобобовые (озимые и яровые) без кукурузы, затраты на органические удобрения, тыс. руб.              |
| 365 | Зерновые и зернобобовые (озимые и яровые) без кукурузы, затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб. |
| 366 | Зерновые и зернобобовые (озимые и яровые), затраты на электроэнергию, тыс .руб.                                   |
| 367 | Рапс (озимый и яровой), затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.                                        |
| 368 | Рапс (озимый и яровой), затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                                               |
| 369 | Рапс (озимый и яровой), затраты на органические удобрения, тыс. руб.                                              |
| 370 | Рапс (озимый и яровой), затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.                                 |
| 371 | Рапс (озимый и яровой), затраты на электроэнергию, тыс .руб.                                                      |
| 372 | В том числе: озимый рапс, затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.                                      |
| 373 | В том числе: озимый рапс, затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                                             |
| 374 | В том числе: озимый рапс, затраты на органические удобрения, тыс. руб.                                            |
| 375 | В том числе: озимый рапс, затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.                               |
| 376 | В том числе: озимый рапс, затраты на электроэнергию, тыс .руб.                                                    |
| 377 | Яровой рапс, затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.                                                   |
| 378 | Яровой рапс, затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                                                          |
| 379 | Яровой рапс, затраты на органические удобрения, тыс. руб.                                                         |
| 380 | Яровой рапс, затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.                                            |
| 381 | Яровой рапс, затраты на электроэнергию, тыс .руб.                                                                 |
| 382 | Кукуруза на зерно, затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.                                             |
| 383 | Кукуруза на зерно, затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                                                    |
| 384 | Кукуруза на зерно, затраты на органические удобрения, тыс. руб.                                                   |
| 385 | Кукуруза на зерно, затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.                                      |
| 386 | Кукуруза на зерно, затраты на электроэнергию, тыс .руб.                                                           |
| 387 | Соя, затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.                                                           |

|     | Показатели                                                                             |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 388 | Соя, затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                                       |
| 389 | Соя, затраты на органические удобрения, тыс. руб.                                      |
| 390 | Соя, затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.                         |
| 391 | Соя, затраты на электроэнергию, тыс. руб.                                              |
| 392 | Сахарная свекла (фабричная), затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.        |
| 393 | Сахарная свекла (фабричная), затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.               |
| 394 | Сахарная свекла (фабричная), затраты на органические удобрения, тыс. руб.              |
| 395 | Сахарная свекла (фабричная), затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб. |
| 396 | Сахарная свекла (фабричная), затраты на электроэнергию, тыс. руб.                      |
| 397 | Лен-долгунец (выращивание), затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.         |
| 398 | Лен-долгунец (выращивание), затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                |
| 399 | Лен-долгунец (выращивание), затраты на органические удобрения, тыс. руб.               |
| 400 | Лен-долгунец (выращивание), затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.  |
| 401 | Лен-долгунец (выращивание), затраты на электроэнергию, тыс. руб.                       |
| 402 | Лен-долгунец (выращивание), прочие затраты, тыс. руб.                                  |
| 403 | Подсолнечник на зерно, затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.              |
| 404 | Подсолнечник на зерно, затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                     |
| 405 | Подсолнечник на зерно, затраты на органические удобрения, тыс. руб.                    |
| 406 | Подсолнечник на зерно, затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.       |
| 407 | Подсолнечник на зерно, затраты на электроэнергию, тыс. руб.                            |
| 408 | Картофель, затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.                          |
| 409 | Картофель, затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                                 |
| 410 | Картофель, затраты на органические удобрения, тыс. руб.                                |
| 411 | Картофель, затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.                   |
| 412 | Картофель, затраты на электроэнергию, тыс. руб.                                        |
| 413 | Овощи открытого грунта, затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.             |
| 414 | Овощи открытого грунта, затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                    |
| 415 | Овощи открытого грунта, затраты на органические удобрения, тыс. руб.                   |

|     | Показатели                                                                                                                      |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 416 | Овощи открытого грунта, затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.                                               |
| 417 | Овощи открытого грунта, затраты на электроэнергию, тыс. руб.                                                                    |
| 418 | Овощи защищенного грунта, затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.                                                    |
| 419 | Овощи защищенного грунта, затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                                                           |
| 420 | Овощи защищенного грунта, затраты на органические удобрения, тыс. руб.                                                          |
| 421 | Овощи защищенного грунта, затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.                                             |
| 422 | Овощи защищенного грунта, затраты на электроэнергию, тыс. руб.                                                                  |
| 423 | Бахчевые продовольственные, затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.                                                  |
| 424 | Бахчевые продовольственные, затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                                                         |
| 425 | Бахчевые продовольственные, затраты на органические удобрения, тыс. руб.                                                        |
| 426 | Бахчевые продовольственные, затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.                                           |
| 427 | Бахчевые продовольственные, затраты на электроэнергию, тыс. руб.                                                                |
| 428 | Плоды (семечковые, косточковые, ягодники (кустарниковые), земляника), затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.               |
| 429 | Плоды (семечковые, косточковые, ягодники (кустарниковые), земляника), затраты на органические удобрения, тыс. руб.              |
| 430 | Плоды (семечковые, косточковые, ягодники (кустарниковые), земляника), затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб. |
| 431 | Плоды (семечковые, косточковые, ягодники (кустарниковые), земляника), затраты на электроэнергию, тыс. руб.                      |
| 432 | Виноградники, затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                                                                       |
| 433 | Виноградники, затраты на органические удобрения, тыс. руб.                                                                      |
| 434 | Виноградники, затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.                                                         |
| 435 | Виноградники, затраты на электроэнергию, тыс. руб.                                                                              |
| 436 | Виноградники, прочие затраты, тыс. руб.                                                                                         |
| 437 | Кормовые корнеплоды и бахчи, затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.                                                 |
| 438 | Кормовые корнеплоды и бахчи, затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                                                        |
| 439 | Кормовые корнеплоды и бахчи, затраты на органические удобрения, тыс. руб.                                                       |
| 440 | Кормовые корнеплоды и бахчи, затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.                                          |
| 441 | Кормовые корнеплоды и бахчи, затраты на электроэнергию, тыс. руб.                                                               |

|     | Показатели                                                                                    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 442 | Многолетние травы, затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.                         |
| 443 | Многолетние травы, затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                                |
| 444 | Многолетние травы, затраты на органические удобрения, тыс. руб.                               |
| 445 | Многолетние травы, затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.                  |
| 446 | Многолетние травы, затраты на электроэнергию, тыс. руб.                                       |
| 447 | Однолетние травы, затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.                          |
| 448 | Однолетние травы, затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                                 |
| 449 | Однолетние травы, затраты на органические удобрения, тыс. руб.                                |
| 450 | Однолетние травы, затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.                   |
| 451 | Однолетние травы, затраты на электроэнергию, тыс. руб.                                        |
| 452 | Кукуруза на силос и зеленый корм, затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.          |
| 453 | Кукуруза на силос и зеленый корм, затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                 |
| 454 | Кукуруза на силос и зеленый корм, затраты на органические удобрения, тыс. руб.                |
| 455 | Кукуруза на силос и зеленый корм, затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.   |
| 456 | Кукуруза на силос и зеленый корм, затраты на электроэнергию, тыс. руб.                        |
| 457 | Кукуруза на силос и зеленый корм, прочие затраты, тыс. руб.                                   |
| 458 | Силосные культуры, затраты на семена и посадочный материал, тыс. руб.                         |
| 459 | Силосные культуры, затраты на минеральные удобрения, тыс. руб.                                |
| 460 | Силосные культуры, затраты на органические удобрения, тыс. руб.                               |
| 461 | Силосные культуры, затраты на химические средства защиты растений, тыс. руб.                  |
| 462 | Силосные культуры, затраты на электроэнергию, тыс. руб.                                       |
| 463 | Силосные культуры, прочие затраты, тыс. руб.                                                  |
|     | 4.5. Форма 13-АПК ОТЧЕТ О ПРОИЗВОДСТВЕ, СЕБЕСТОИМОСТИ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА   |
| 464 | Всего по животноводству, затраты всего, тыс.руб.                                              |
| 465 | Всего по животноводству, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб. |
| 466 | Всего по животноводству, материальные затраты всего, тыс. руб.                                |
| 467 | КРС, основное стадо молочного скота, затраты всего, тыс.руб.                                  |

|     | Показатели                                                                                                                       |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 468 | КРС, основное стадо молочного скота, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                        |
| 469 | КРС, основное стадо молочного скота, материальные затраты всего, тыс. руб.                                                       |
| 470 | КРС, животные молочного стада на выращивании и откорме, затраты всего, тыс.руб.                                                  |
| 471 | КРС, животные молочного стада на выращивании и откорме, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.     |
| 472 | КРС, животные молочного стада на выращивании и откорме, материальные затраты всего, тыс. руб.                                    |
| 473 | КРС, основное стадо мясного направления, затраты всего, тыс.руб.                                                                 |
| 474 | КРС, основное стадо мясного направления, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                    |
| 475 | КРС, основное стадо мясного направления, материальные затраты всего, тыс. руб.                                                   |
| 476 | КРС, животные мясного стада на выращивании и откорме, затраты всего, тыс.руб.                                                    |
| 477 | КРС, животные мясного стада на выращивании и откорме, затраты на оплату труда с отчислениями на соц. нужды, тыс.руб.             |
| 478 | КРС, животные мясного стада на выращивании и откорме, материальные затраты всего, тыс. руб.                                      |
| 479 | Свиноводство, затраты всего, тыс.руб.                                                                                            |
| 480 | Свиноводство, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                                               |
| 481 | Свиноводство, материальные затраты всего, тыс. руб.                                                                              |
| 482 | Овцеводство (без каракульского и смушкового) и козоводство, затраты всего, тыс.руб.                                              |
| 483 | Овцеводство (без каракульского и смушкового) и козоводство, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб. |
| 484 | Овцеводство (без каракульского и смушкового) и козоводство, материальные затраты всего, тыс. руб.                                |
| 485 | Овцеводство каракульское и смушковое, затраты всего, тыс.руб.                                                                    |
| 486 | Овцеводство каракульское и смушковое, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                       |
| 487 | Овцеводство каракульское и смушковое, материальные затраты всего, тыс. руб.                                                      |
| 488 | Птицеводство, куры взрослые, затраты всего, тыс.руб.                                                                             |
| 489 | Птицеводство, куры взрослые, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                                |
| 490 | Птицеводство, куры взрослые, материальные затраты всего, тыс. руб.                                                               |
| 491 | Птицеводство, молодняк на выращивании, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                      |
| 492 | Птицеводство, молодняк на выращивании, материальные затраты всего, тыс.                                                          |

|     | Показатели                                                                                                                     |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | руб.                                                                                                                           |
| 493 | Птицеводство, прочая птица взрослая, затраты всего, тыс.руб.                                                                   |
| 494 | Птицеводство, прочая птица взрослая, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                      |
| 495 | Птицеводство, прочая птица взрослая, материальные затраты всего, тыс. руб.                                                     |
| 496 | Птицеводство, прочий молодняк на выращивании, затраты всего, тыс.руб.                                                          |
| 497 | Птицеводство, прочий молодняк на выращивании, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.             |
| 498 | Птицеводство, прочий молодняк на выращивании, материальные затраты всего, тыс. руб.                                            |
| 499 | Птицеводство, инкубация, затраты всего, тыс.руб.                                                                               |
| 500 | Птицеводство, инкубация, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                                  |
| 501 | Птицеводство, инкубация, материальные затраты всего, тыс. руб.                                                                 |
| 502 | Племенное коневодство, основное стадо, затраты всего, тыс.руб.                                                                 |
| 503 | Племенное коневодство, основное стадо, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                    |
| 504 | Племенное коневодство, основное стадо, материальные затраты всего, тыс. руб.                                                   |
| 505 | Племенное коневодство, молодняк на выращивании, затраты всего, тыс.руб.                                                        |
| 506 | Племенное коневодство, молодняк на выращивании, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.           |
| 507 | Племенное коневодство, молодняк на выращивании, материальные затраты всего, тыс. руб.                                          |
| 508 | Племенное коневодство, молодняк рабочих лошадей на выращивании, затраты всего, тыс.руб.                                        |
| 509 | Племенное коневодство, молодняк рабочих лошадей на выращивании, затраты на оплату труда с отчислениями на соц. нужды, тыс.руб. |
| 510 | Племенное коневодство, молодняк рабочих лошадей на выращивании, материальные затраты всего, тыс. руб.                          |
| 511 | Пчеловодство, затраты всего, тыс.руб.                                                                                          |
| 512 | Пчеловодство, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                                             |
| 513 | Пчеловодство, материальные затраты всего, тыс. руб.                                                                            |
| 514 | Звероводство, затраты всего, тыс.руб.                                                                                          |
| 515 | Звероводство, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                                             |
| 516 | Звероводство, материальные затраты всего, тыс. руб.                                                                            |

|     | Показатели                                                                                                    |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 517 | Рыбоводство, затраты всего, тыс.руб.                                                                          |
| 518 | Рыбоводство, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                             |
| 519 | Рыбоводство, материальные затраты всего, тыс. руб.                                                            |
| 520 | Вылов рыбы и водных биоресурсов, затраты всего, тыс.руб.                                                      |
| 521 | Вылов рыбы и водных биоресурсов, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.         |
| 522 | Вылов рыбы и водных биоресурсов, материальные затраты всего, тыс. руб.                                        |
| 523 | Кролиководство, затраты всего, тыс.руб.                                                                       |
| 524 | Кролиководство, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                          |
| 525 | Кролиководство, материальные затраты всего, тыс. руб.                                                         |
| 526 | Прочие отрасли, затраты всего, тыс.руб.                                                                       |
| 527 | Прочие отрасли, затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.                          |
| 528 | Прочие отрасли, материальные затраты всего, тыс. руб.                                                         |
|     | 4.6.Форма 13-АПК: СТРУКТУРА МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ ЖИВОТНОВОДСТВА                                                |
| 529 | Всего по животноводству, затраты на корма, тыс. руб.                                                          |
| 530 | Всего по животноводству, затраты на корма собственного производства, тыс. руб.                                |
| 531 | Всего по животноводству, затраты на экторознергию, тыс. руб.                                                  |
| 532 | КРС, основное стадо молочного скота, затраты на корма, тыс. руб.                                              |
| 533 | КРС, основное стадо молочного скота, затраты на корма собственного производства, тыс. руб.                    |
| 534 | КРС, основное стадо молочного скота, затраты на экторознергию, тыс. руб.                                      |
| 535 | КРС, основное стадо молочного скота, прочие затраты, тыс. руб.                                                |
| 536 | КРС, животные молочного стада на выращивании и откорме, затраты на корма, тыс. руб.                           |
| 537 | КРС, животные молочного стада на выращивании и откорме, затраты на корма собственного производства, тыс. руб. |
| 538 | КРС, животные молочного стада на выращивании и откорме, затраты на экторознергию, тыс. руб.                   |
| 539 | КРС, основное стадо мясного направления, затраты на корма, тыс. руб.                                          |
| 540 | КРС, основное стадо мясного направления, затраты на корма собственного производства, тыс. руб.                |
| 541 | КРС, основное стадо мясного направления, затраты на экторознергию, тыс. руб.                                  |

|     | Показатели                                                                                                        |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 542 | КРС, животные мясного стада на выращивании и откорме, затраты на корма, тыс. руб.                                 |
| 543 | КРС, животные мясного стада на выращивании и откорме, затраты на корма собственного производства, тыс. руб.       |
| 544 | КРС, животные мясного стада на выращивании и откорме, затраты на экторо-энергию, тыс. руб.                        |
| 545 | Свиноводство, среднегодовое поголовье, затраты на корма, тыс. руб.                                                |
| 546 | Свиноводство, среднегодовое поголовье, затраты на корма собственного про-изводства, тыс. руб.                     |
| 547 | Свиноводство, среднегодовое поголовье, затраты на эктороэнергию, тыс. руб.                                        |
| 548 | Овцеводство (без каракульского и смушкового) и козоводство, затраты на корма, тыс. руб.                           |
| 549 | Овцеводство (без каракульского и смушкового) и козоводство, затраты на корма собственного производства, тыс. руб. |
| 550 | Овцеводство (без каракульского и смушкового) и козоводство, затраты на эктороэнергию, тыс. руб.                   |
| 551 | Овцеводство каракульское и смушковое, затраты на корма, тыс. руб.                                                 |
| 552 | Овцеводство каракульское и смушковое, затраты на корма собственного про-изводства, тыс. руб.                      |
| 553 | Овцеводство каракульское и смушковое, затраты на эктороэнергию, тыс. руб.                                         |
| 554 | Птицеводство, куры взрослые, затраты на корма, тыс. руб.                                                          |
| 555 | Птицеводство, куры взрослые, затраты на корма собственного производства, тыс. руб.                                |
| 556 | Птицеводство, куры взрослые, затраты на эктороэнергию, тыс. руб.                                                  |
| 557 | Птицеводство, молодняк на выращивании, затраты на корма, тыс. руб.                                                |
| 558 | Птицеводство, молодняк на выращивании, затраты на корма собственного производства, тыс. руб.                      |
| 559 | Птицеводство, молодняк на выращивании, затраты на эктороэнергию, тыс. руб.                                        |
| 560 | Птицеводство, прочая птица взрослая, затраты на корма, тыс. руб.                                                  |
| 561 | Птицеводство, прочая птица взрослая, затраты на корма собственного произ-водства, тыс. руб.                       |
| 562 | Птицеводство, прочая птица взрослая, затраты на эктороэнергию, тыс. руб.                                          |
| 563 | Птицеводство, прочий молодняк на выращивании, затраты на корма, тыс. руб.                                         |
| 564 | Птицеводство, прочий молодняк на выращивании, затраты на корма собствен-ного производства, тыс. руб.              |
| 565 | Птицеводство, прочий молодняк на выращивании, затраты на эктороэнергию, тыс. руб.                                 |
| 566 | Птицеводство, инкубация, затраты на корма, тыс. руб.                                                              |

|     | Показатели                                                                                                            |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 567 | Птицеводство, инкубация, затраты на корма собственного производства, тыс. руб.                                        |
| 568 | Птицеводство, инкубация, затраты на эктороэнергию, тыс. руб.                                                          |
| 569 | Племенное коневодство, основное стадо, затраты на корма, тыс. руб.                                                    |
| 570 | Племенное коневодство, основное стадо, затраты на корма собственного производства, тыс. руб.                          |
| 571 | Племенное коневодство, основное стадо, затраты на эктороэнергию, тыс. руб.                                            |
| 572 | Племенное коневодство, молодняк на выращивании, затраты на корма, тыс. руб.                                           |
| 573 | Племенное коневодство, молодняк на выращивании, затраты на корма собственного производства, тыс. руб.                 |
| 574 | Племенное коневодство, молодняк рабочих лошадей на выращивании, затраты на корма, тыс. руб.                           |
| 575 | Племенное коневодство, молодняк рабочих лошадей на выращивании, затраты на корма собственного производства, тыс. руб. |
| 576 | Пчеловодство, затраты на корма, тыс. руб.                                                                             |
| 577 | Пчеловодство, затраты на корма собственного производства, тыс. руб.                                                   |
| 578 | Пчеловодство, затраты на эктороэнергию, тыс. руб.                                                                     |
| 579 | Звероводство, затраты на корма, тыс. руб.                                                                             |
| 580 | Звероводство, затраты на корма собственного производства, тыс. руб.                                                   |
| 581 | Звероводство, затраты на эктороэнергию, тыс. руб.                                                                     |
| 582 | Рыбоводство, затраты на корма, тыс. руб.                                                                              |
| 583 | Рыбоводство, затраты на корма собственного производства, тыс. руб.                                                    |
| 584 | Рыбоводство, затраты на эктороэнергию, тыс. руб.                                                                      |
| 585 | Вылов рыбы и водных биоресурсов, затраты на корма, тыс. руб.                                                          |
| 586 | Вылов рыбы и водных биоресурсов, затраты на корма собственного производства, тыс. руб.                                |
| 587 | Вылов рыбы и водных биоресурсов, затраты на эктороэнергию, тыс. руб.                                                  |

## Глоссарий

**АПС** – агропродовольственная система;

**РАДИАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ** - это разница между входящей и исходящей энергией в климате Земли. Когда увеличение количества парниковых газов приводит к тому, что входящая энергия превышает исходящую, планета нагревается из-за увеличения радиационного воздействия. Некоторые воздействия положительны, а другие, например, извержения вулканов или аэрозолей, выбрасываемых человеком, отрицательны;

**АОГСМ (МОЦАО)** - модели общей циркуляции атмосферы и океана (Atmosphere-ocean general circulation model);

**BAU**– “дела как обычно”, инерционный сценарий антропогенного воздействия на климатическую систему (Business-As-Usual);

**CMIP**– проект сравнения объединенных моделей (Coupled Model Intercomparison Project);

**IPCC (МГЭИК)** - Межправительственная группа экспертов по изменению климата (Intergovernmental Panel on Climate Change);

**IAM** - модель комплексной оценки (Integrated assessment model), термин, используемый для типа научного моделирования, которое пытается связать основные характеристики общества и экономики с биосферой и атмосферой в одну структуру модели.

**RCP** – репрезентативные траектории концентраций: сценарий антропогенного воздействия на климатическую систему (Representative Concentration Pathway);

**SSP** - социально-экономические сценарии (Shared Socio-Economic Pathways);

**Вт/м<sup>2</sup>** – ватт на квадратный метр (W/m<sup>2</sup>), единица СИ поверхностной плотности теплового потока; 1 Вт/м<sup>2</sup> равен поверхностной плотности теплового потока 1 Вт, равномерно распределённого по поверхности площадью 1 м<sup>2</sup>.

.

*Научное издание*

**Методология оценки рисков утраты продовольственной  
безопасности Российской Федерации под воздействием  
факторов нестационарной климатической динамики.**

**Том 1.**

**Научные труды ВИАПИ им. А.А.Никонова. Выпуск 55.**

**Монография**

Редактор: Н.Е. Евдокимова

ISBN 978-5-6045406-8-8

Формат 60х90/16

Объем 10,5 п.л.

Тираж 500 экз.

ООО «Типография Айколорит»  
125171, Москва, ул. Клары Цеткин, д.18, корп. 3  
Тел.: 8 (495) 617-09-24  
<https://icolorit.ru>