

## **ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

М.Е. Анохина

**Аннотация.** С использованием концепции параметрического управления сформирована доказательная база по идентификации противоречия между увеличением объема производства сельскохозяйственной продукции и отсутствием условий для расширенного воспроизводства в отрасли, что выступает основным ограничением национального аграрного роста. Конкретизированы теоретические основы параметрического управления социально-экономическими системами и обосновано введение в процесс управления этапа параметризации управляемой системы. Указано, что выбор управленческого решения определяется на основе сопоставления оценки двух блоков параметров – потенциала внешнего управленческого воздействия и внутреннего потенциала управляемой системы. Сравнительное несоответствие результатов параметризации свидетельствует о наличии противоречия в процессе управления и определяет необходимость корректировки управленческого решения. Инструментальной основой для определения содержания противоречия в управлении развитием сельского хозяйства явились технологии нечеткого когнитивного моделирования. С применением экспертных оценок и корреляционно-регрессионного анализа на основе статистических данных за период 2000–2020 гг. была осуществлена параметризация сельского хозяйства в форме нечеткой когнитивной карты. Структурно-целевой анализ и расчет системных показателей когнитивной карты позволил выявить основные ограничения в развитии процессов аграрной динамики. Результаты когнитивного моделирования сценариев управления аграрным развитием показали, что потенциал управленческих действий по отношению к сельскому хозяйству не формирует адекватный уровень потенциала аграрного роста. Соответственно, обоснована необходимость изменения подходов к управлению сельским хозяйством для достижения устойчивости и сбалансированности аграрной динамики в долгосрочной перспективе.

**Ключевые слова:** параметрическое управление, социально-экономическая система, сельское хозяйство, аграрный рост, когнитивное моделирование, нечеткая когнитивная карта.

### **ВВЕДЕНИЕ. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Развитие аграрной сферы в современной ситуации геополитического противостояния выступает не только необходимым условием достижения национальных целей в области национальной безопасности, но и обеспечивает возможность выполнения страной миссии мирового поставщика продовольствия в борьбе с голодом на планете. Сельское хозяйство России в последние годы развивается достаточно активно, увеличиваются объемы производимой аграрной продукции, усиливается вклад отрасли в рост экономики в целом. Однако, обладая значительным аграрным потенциалом, Россия не в полной мере его использует, что обусловлено, по мнению автора, наличием противоречия между ростом объема производства сельскохо-

зяйственной продукции и отсутствием необходимых условий для расширенного воспроизводства в отрасли. Поэтому в рамках данного исследования формируется доказательная база по идентификации и определению содержания указанного противоречия как основного ограничения аграрного развития страны. Основным индикатором развития сельского хозяйства выступает аграрный рост, под которым понимается процесс социально-экономической динамики отрасли, обеспечивающий увеличение объема и улучшение содержания создаваемого общественного аграрного продукта в соответствии с нынешними и будущими ценностями потребителей.

Достаточно очевидным проявлением наличия такого ограничения является несогласованность параметров базовых нормативно-правовых доку-



ментов, определяющих аграрную политику в стране в целом (табл. 1). Еще в большей степени усугубляет данную проблему то, что в базовых

регламентах используются различные показатели для одних и тех же функциональных направлений аграрного производства. Безусловно, учитывая

Таблица 1

### Базовые параметры нормативно-правовых документов по управлению аграрным ростом

Наименование параметра, единица измерения	Государственная программа развития сельского хозяйства <sup>1</sup>	Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов <sup>2</sup>	Государственная программа «Комплексное развитие сельских территорий» <sup>3</sup>	Стратегия устойчивого развития сельских территорий <sup>4</sup>	Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы <sup>5</sup>
Индекс производства продукции сельского хозяйства (в сопоставимых ценах) в 2030 году к уровню 2020 г., %	114,6	125,4	–	–	–
Экспорт продукции агропромышленного комплекса, млрд долларов США	37	45	–	–	–
Валовая добавленная стоимость, создаваемая в сельском хозяйстве к 2024 году, млрд руб.	4 029,6	5 374,8	–	–	–
Уровень безработицы сельского населения трудоспособного возраста к 2025 г., %	–	6,0	5,7	–	–
Уровень занятости сельского населения трудоспособного возраста к 2025 г., %	–	80,0	80,0	69,3	–
Среднемесячная начисленная заработная плата работников сельского хозяйства (без субъектов малого предпринимательства) к 2024 г., руб.	43 473,0	–	–	–	–
Отношение заработной платы в сельском хозяйстве к среднему значению по экономике страны к 2024 г., %	–	–	–	64,1	–
Соотношение среднедушевых располагаемых ресурсов сельских и городских домохозяйств к 2024 г., %	–	–	79,0	77,9	–
Индекс физического объема инвестиций в основной капитал сельского хозяйства к 2024 г., %	115,8	110,6	–	–	–
Привлечение инвестиций в сельское хозяйство к 2024 г., тыс. руб.	–	–	–	–	3 175 660

<sup>1</sup> Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: утв. постановлением Правительства РФ от 14.07.2012 г. № 717.

<sup>2</sup> Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: утв. распоряжением Правительства РФ от 12.04.2020 № 993-р.

<sup>3</sup> Государственная программа Российской Федерации «Комплексное развитие сельских территорий»: утв. постановлением Правительства РФ от 31.05.2019 № 696.

<sup>4</sup> Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года: утв. постановлением Правительства РФ от 02.02.2015 №151-р.

<sup>5</sup> Постановление Правительства РФ от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы».

специфику программных документов, априори выбор целевых параметров должен в первую очередь определяться особенностью объектной области управления и регулирования. Однако согласованность таких программных документов должна обеспечиваться соответствием их базовых целевых показателей как по содержанию, так и по уровню.

Процесс корректировки программных документов часто приводил к еще большей их несогласованности. Так, в 2018 г. была изменена концепция Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия – в ней были выделены проектная и процессная части, увеличен срок действия документа до 2030 г. Все это обеспечило стратегическую направленность и комплексность подхода к управлению аграрным ростом. Однако произошла полная замена целевых показателей, что обусловило расхождение с параметрами других программных документов. Таким образом, ориентируясь на классическое правило управления «цель определяет результат», можно утверждать, что несогласованность по содержанию и по уровню целевых параметров программных документов, регулирующих аграрное производство в стране, выступает одним из барьеров эффективного управления стратегически важной отраслью, в том числе и ее ростом. Отдельные исследования также актуализируют организационные проблемы развития сельского хозяйства, связанные с необходимостью эффективной координации и унификации соответствующих государственных программ различного уровня [1].

Доказательство выдвинутой гипотезы о наличии противоречия между ростом сельского хозяйства и отсутствием условий для расширенного воспроизводства в отрасли построено на принципах параметрического управления. В качестве инструментария для прогнозирования параметров аграрного роста применяются технологии нечеткого когнитивного моделирования. Процесс доказательства включает в себя следующие этапы.

- Параметризация сельского хозяйства как объекта управления аграрным ростом в форме нечеткой когнитивной карты (НКК) на базе экспертных методов и корреляционно-регрессионного анализа.
- Структурно-целевой анализ НКК для оценки параметров и связей модели управления аграрным ростом.
- Проведение сценарного анализа НКК с целью оценки эффективности управления аграрным ростом на основе сопоставления потенциала управленческих действий по отношению к сель-

скому хозяйству с внутренним создаваемым потенциалом аграрной динамики.

Отметим, что инструментарий, используемый для формализации и решения задач управления сельским хозяйством как крупномасштабной системой, достаточно разнообразен. Примером может служить исследование на основе методов вероятностного математического моделирования перспектив развития российского агропромышленного комплекса (АПК), в ходе которого получена точно измеренная структура сельского хозяйства РФ [2]. Другим примером формализации поддержки принятия решений в АПК России является предложенная система математических моделей (операционное игровое сценарное моделирование, модели с иерархической структурой, модели межотраслевого баланса и др.) как основы построения единой цифровой платформы в аграрной сфере [3].

Выбор когнитивного моделирования в качестве инструментария данного исследования был предопределен рядом причин. Во-первых, доказательство выдвинутой гипотезы о наличии противоречия между ростом сельского хозяйства и отсутствием условий для расширенного воспроизводства в отрасли явилось частью комплексного исследования по разработке стратегии управления аграрным ростом, проведенного с помощью нечеткой логики [4–6]. Поэтому для доказательства была использована та же концептуальная основа и соответственно тот же инструментарий исследования. Во-вторых, моделируемая система управления аграрным ростом в данном исследовании идентифицирована как слабоструктурированная, так как с помощью экспертного метода была построена структура модели, определены факторы-концепты модели, установлены причинно-следственные связи между ними. Но вместе с тем, учитывая возможность получения количественных данных для оценки силы связей между факторами-концептами, были применены методы статистического анализа. Отметим, что когнитивные модели, построенные на основе комбинации экспертных оценок и статистического подхода, апробированы на нескольких прикладных задачах [7, 8].

В целом, применение когнитивного моделирования в решении задач управления социально-экономическими системами имеет ограниченный характер, однако достаточно активно развивается в современных условиях. В частности, для сельского хозяйства на основе когнитивного подхода построена модель экологического регулирования аграрного производства [9], разработаны сценарии инновационного развития отечественного аграрного сектора в условиях санкций [1], предложена модель управления комплексным развитием сельских



территорий [8, 10]. Исследования проблем управления аграрным ростом на основе когнитивных технологий в научной литературе не имеют комплексного характера и представлены отдельными направлениями решения задачи повышения эффективности динамики сельскохозяйственного производства. Так, нечеткая логика и инструментарий когнитивного моделирования были применены для принятия решений в области повышения интенсификации животноводства [11], при разработке прогнозов потенциальной урожайности сельскохозяйственных культур в растениеводстве [12], а также в ходе выбора стратегии социально-экономического развития и сокращения масштабов нищеты в сельских районах [13].

## 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Идея параметрического управления нашла достаточно широкое применение в управлении сложными техническими и биофизическими системами [14–16]. В отдельных исследованиях параметрическое управление описывается наряду с координатным, структурным и смешанным управлением [17, 18]. Выделяя в качестве факторов активного воздействия на систему координату, параметр, структуру, авторы указывают соответственно на координатное, параметрическое, структурное и смешанное (координатно-параметрическое, координатно-структурное, координатно-параметрически-структурное) управление.

Непосредственно исследуя научные основания параметрического управления, А.С. Бондаревский и А.В. Лебедев [18] связывают его содержание с «кибернетикой второго порядка». По мнению авторов, с возникновением в 1948 г. кибернетики и последующим вовлечением в ее сферу систем объектов живой природы (социумов) произошел переход от одномерного (координатного) управления по Н. Винеру, или «кибернетики первого порядка» [19] к дву- или многомерному управлению, или «кибернетике второго порядка» [20–22]. Именно к этому виду управления относят параметрическое управление. При этом, по мнению А.С. Бондаревского и В.А. Лебедева [18], параметрическое управление хотя и должно, но принципиально не может осуществляться на реальных объектах, а может быть реализовано только на моделях объектов управления посредством включения этих моделей в контур управления.

Параметрическое управление применяется и для решения управленческих проблем в экономике. Ряд авторов [23] использовали теоретические положения параметрического управления при про-

ведении макроэкономического анализа и оценки оптимальных значений параметров экономической политики для управления развитием макроэкономических систем. Потенциал параметрического управления, по мнению А. Ашимова и др. [24], имеет значение для решения продовольственной проблемы. Авторы на основе модели общего равновесия Globe 1<sup>6</sup>, описывающей функциональное взаимодействие экономик девяти регионов, с помощью параметрического управления определили оптимальные значения инструментов экономической политики для достижения желаемого уровня регионального экономического роста, сокращения разрыва между богатыми и бедными регионами, увеличения производства сельскохозяйственной продукции. Теоретические основы параметрического управления были применены в ходе вычислительных экспериментов на модели общего равновесия и при решении задачи диверсификации экономического роста путем стимулирования отдельных отраслей Республики Казахстан и ее региональных торговых партнеров [25].

Идея параметрического управления лежит и в основе естественно-научной концепции в теоретической экономике, которая рассматривает построение экономики по образу и подобию естественных наук с привлечением математического моделирования. В частности, в работах Д.С. Чернавского и др. [26, 27] исследуется параметрическое управление системами с множественными устойчивыми состояниями и утверждается, что динамические модели в экономике позволяют качественно (и даже полуколичественно) описать переходы между состояниями экономической системы и выявить главные параметры, управляющие этими процессами.

Применение параметрического управления в экономике исследуется и в работах А.Ю. Обыденнова [28, 29]. Автором раскрывается концепция параметрического управления на примере моделирования поведения хозяйствующих субъектов в условиях ограниченной рациональности и делается вывод о том, что параметрическое управление выступает решением проблемы координации [29]. Автор отмечает, что суть параметрического управления состоит в стимулировании эволюции управляемой экономической системы к одному из собственных для нее и благоприятных для управляющего устойчивых состояний и режимов функционирования. Такие состояния автор называет аттракторами и определяет их для экономической системы как дискретное множество [29]. Состоя-

<sup>6</sup> GLOBE 1. Applied General Equilibrium Modelling. URL: [www.cgemod.org.uk/globe1.html](http://www.cgemod.org.uk/globe1.html) (дата обращения 10.10.2022).

ние управляемой экономической системы задается динамическими переменными в фазовом пространстве, ее поведение описывается аналитическим уравнением, а управляющие параметры определяют вид фазового портрета. Изменяя в определенном порядке параметры, по мнению автора, можно осуществлять параметрическое управление системой. А.Ю. Обыденков определяет в качестве преимуществ параметрического управления снижение сопротивления управляемой системы, исключение неэффективных вариантов решения задач управления, сокращение затрат и минимизацию отклонения реального результата от желаемого [28, 29]. Идею параметрического управления автор переносит на методологию стратегического менеджмента [28, 30], соотносит ее с современными гибкими методами управления [31], обосновывает данный подход для решения проблем управления поведением хозяйствующих субъектов в условиях ограниченной рациональности [29], раскрывает способы математической формализации институтов для целей параметрического управления [32]; использует модель параметрического управления для выбора инструментов аграрной политики [33].

Примером использования параметрического управления является и система сбалансированных показателей (ССП), разработанная Д. Нортон и Р. Капланом [34]. В данной управленческой концепции используются четыре группы параметров, формируемых по проекциям «финансы», «клиенты», «бизнес-процессы», «сотрудники» и являющихся динамическими переменными, которые задают состояние управляемой социально-экономической системы. Однако, хотя и утверждается существенность причинно-следственных связей между этими параметрами, на практике достаточно сложно качественно и количественно их определить по причине отсутствия в данной концепции механизма учета и установления таких связей. То есть варьирование параметров как основа параметрического управления в рамках предложенной концепции не рассматривается. Поэтому метод СПП в практике управления используется часто формально на основе установления целевых значений показателей без обеспечения их сбалансированности по значениям с учетом их взвешенности. Усугубляется ситуация применения концепции СПП и турбулентностью окружения экономических систем, что часто приводит к нарушению основной идеи указанного метода – достижение целевых значений нефинансовых показателей должно обеспечивать достижение желаемых финансовых результатов [35].

Таким образом, можно констатировать, что единой концепции параметрического управления с определением ее содержания и механизма использования не сформировано. Имеет место достаточно широкое применение данного подхода в практике управления, что свидетельствует об определенном уровне его универсальности. Проведенный эксперимент по разработке стратегии управления аграрным ростом России позволил конкретизировать теоретическую основу параметрического управления социально-экономическими системами и продемонстрировать механизм его применения с обоснованием инструментальной базы для решения задач устойчивой динамики сельского хозяйства.

Прежде всего раскроем сущность данного вида управления социально-экономическими системами. Параметрическое управление – это управление по параметрам, которое путем формализации режима функционирования социально-экономической системы обеспечивает приведение ее в состояние устойчивости в соответствии с целями управления. В качестве параметров выступают динамические переменные, которые задают состояние управляемой системы и путем варьирования которых осуществляется поиск управленческих решений для достижения поставленных целей. При этом важно учитывать, что для выбора управленческого решения необходимо учитывать две группы параметров. Одна из них определяет эффективность самого управленческого воздействия как внешнего по отношению к объекту управления. Вторая характеризует по результатам воздействия внутреннюю потенциальную способность управляемой системы поддерживать свою устойчивость в заданном состоянии, не вызывая сопротивления управлению.

Параметрическое управление расширяет содержание классического варианта процесса принятия и реализации управленческих решений. Традиционно данный процесс представляет собой последовательность таких действий, как целеполагание, оценка ситуации, определение проблемы, разработка управленческих решений и их реализация, приводящая к желаемому состоянию управляемой системы (рис. 1). То есть достигнутые значения параметров управляемой системы являются результатом разработанного и реализованного управленческого решения. Само содержание управленческого решения определяется исходя из противоречия между целью и ситуацией, в которой функционирует система. При данном подходе у управляющего не в полной мере имеются возможности исключения неэффективных управленческих

решений, так как однозначно предсказать результат разработанного управленческого воздействия – желаемое состояние управляемой системы – достаточно сложно. Поэтому возникает риск увеличения разрыва между реальным результатом – достигнутым состоянием управляемой системы – и желаемым его уровнем.

При использовании параметрического управления вводится этап параметризации управления, содержание которого как совокупность параметров, полученных на основе перебора различных вариантов их комбинаций и отражающих состояние управляемой системы, определяет с учетом выявленной проблемы содержание самого управленческого решения (рис. 2). Для выбора управленческого решения необходимо сопоставить данные параметризации управляемой системы как результата внешнего управленческого воздействия с ее внутренним состоянием. Относительное равенство результатов параметризации между собой и их соответствие целевым значениям управления выступает в качестве критерия выбора управленческого решения. Наличие неравенства определяет необходимость и содержание корректировки управленческого решения.

Таким образом, изначально параметры управляемой системы, в зависимости от их вариаций, выполняют функции выбора управленческих решений, исключая из совокупности возможных вариантов неэффективные. Такая ситуация априори минимизирует сопротивление управляемой системы и ее элементов изменениям, определяемых выбранным управленческим решением. Соответ-

ственно, в совокупности оптимизируются ресурсы и сокращается разрыв между достигнутыми значениями параметров устойчивости системы и желаемым их уровнем. Кроме того, совокупность параметров как индикаторов состояния управляемой системы дает возможность эффективно контролировать процесс управления и обеспечивает поиск источника неудач на каждом из его этапов.

Этап параметризации управления необходимо выстраивать на изначально сформированной теоретической основе, элементами которой должны стать:

- теоретическая концепция, определяющая подходы и правила идентификации факторов управления социально-экономической системой и установления взаимосвязей между ними;
- принципы определения параметров состояния социально-экономической системы, описывающих варианты ее устойчивости в контексте решаемой управленческой проблемы;
- подходы к дифференциации параметров с выделением из них управляющих как рычагов управленческого воздействия для достижения целей и благоприятного режима функционирования социально-экономической системы;
- инструментарий моделирования состояния социально-экономической системы на основе вариаций параметров для достижения желаемого уровня ее устойчивости;
- критерии выбора управленческих решений и их оценки, реализация которых позволит разрешить проблему и достичь желаемого состояния устойчивости социально-экономической системы.



Рис. 1. Процесс управления социально-экономической системой (классический подход)

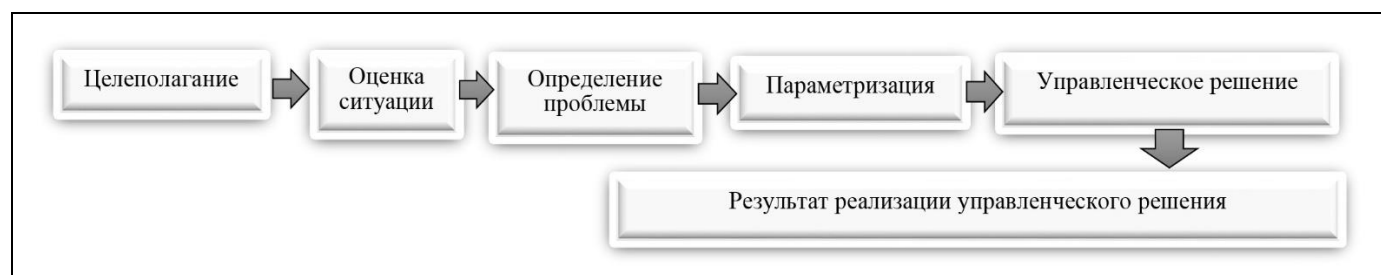


Рис. 2. Процесс параметрического управления социально-экономической системой (авторский подход)

Таким образом, введение этапа параметризации в процесс управления социально-экономическими системами позволяет изначально сформировать портрет управляемой системы и тем самым определить содержание управленческого решения. При этом состояние управляемой системы как результат реализации выбранного управленческого решения в силу наличия сформированного ее параметрического портрета обеспечит минимизацию отклонения от целевых параметров в сравнении с классической схемой управления.

Доказательная база сформулированных теоретических положений параметрического управления социально-экономическими системами была разработана в результате эксперимента на основе когнитивного моделирования стратегии управления аграрным ростом как инструмента идентификации противоречия между аграрным ростом и отсутствием условий для расширенного воспроизводства в отрасли.

## 2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЕНИЯ АГРАРНЫМ РОСТОМ

В качестве инструментария моделирования были использованы НКК В.Б. Силова [36, 37] и программная система СППР «ИГЛА» [38]. Нечеткая когнитивная карта – это причинно-следственная сеть, которая представляет исследуемую систему в виде графа и описывается выражением

$$G = \langle E, W \rangle,$$

где  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_k\}$  – множество факторов (концептов);  $W$  – бинарное отношение на множестве  $E$ , которое задает связи между его элементами. Отношение  $W$  – это набор чисел  $w_{ij}$ , определяющих направление и интенсивность влияния между концептами  $e_i$  (влияющим) и  $e_j$  (зависящим). При этом принимается

$$-1 \leq w_{ij} \leq 1.$$

Направление и интенсивность влияния в практике применения когнитивного моделирования слабоструктурированных систем могут определяться с помощью различных методов [6, 8, 39]. Учитывая, что ряд упрощений и допущений, используемых при разработке когнитивных моделей, обуславливают приближенный, в большей степени качественный результат моделирования, для повышения его точности и однозначного соответствия реальным тенденциям развития сельского хозяйства было принято решение об использовании исключительно количественных концептов. При этом определение интенсивности связей меж-

ду ними исключало применение экспертных методов и осуществлялось только на основе регрессионных моделей, построенных с использованием статистических данных за период 2000–2020 гг.

В нечеткой когнитивной карте для оценки прямых и опосредованных влияний концептов друг на друга применяется операция транзитивного замыкания, результатом которой является преобразование исходной матрицы взаимовлияний  $W$  в транзитивно замкнутую матрицу  $Z$ . В качестве элементов матрицы  $Z$  выступают пары значений:  $z_{ij}$  – характеризует силу положительного влияния и  $\bar{z}_{ij}$  – силу отрицательного влияния  $i$ -го концепта на  $j$ -й. Алгоритм расчета нечеткого транзитивного замыкания подробно описан В.Б. Силовым [36]. Транзитивная матрица в ходе статического анализа НКК позволяет рассчитать системные показатели [10]. В рамках данного исследования использованы следующие из них.

- Оценка влияния  $i$ -го концепта на систему и оценка влияния системы на  $j$ -й концепт:

$$\bar{P}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n p_{ij}, \quad (1)$$

$$\bar{P}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_{ij}, \quad (2)$$

где  $n$  – количество концептов;  $p_{ij}$  – влияние (воздействие)  $i$ -го концепта на  $j$ -й:

$$p_{ij} = \text{sign}(z_{ij} + \bar{z}_{ij}) \max(|z_{ij}|, |\bar{z}_{ij}|), |z_{ij}| \neq |\bar{z}_{ij}|, \quad (3)$$

где  $\text{sign}(x)$  – функция, возвращающая знак выражения  $x$ .

- Консонанс влияния  $i$ -го концепта на систему и консонанс влияния системы на  $j$ -й концепт:

$$\bar{C}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n c_{ij}, \quad (4)$$

$$\bar{C}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_{ij}, \quad (5)$$

где  $c_{ij}$  – консонанс влияния  $i$ -го концепта на  $j$ -й:

$$c_{ij} = \frac{|z_{ij} + \bar{z}_{ij}|}{|z_{ij}| + |\bar{z}_{ij}|}. \quad (6)$$

Анализ динамики системы управления аграрным ростом, заданной НКК, опирается на модель импульсного процесса на НКК, в котором значение параметров системы в момент времени  $t + 1$  определяется по формуле

$$v_i(t+1) = S(v_i(t) + q_i(t+1) + o_i(t+1) + \sum_{j=1}^K T(w_{ij}, p_j(t))), \quad (7)$$

где  $v_i(t+1)$  – значение  $i$ -го концепта в момент времени  $t+1$ ;  $v_i(t)$  – значение  $i$ -го концепта в момент времени  $t$ ;  $q_i(t+1)$  – внешнее воздействие на  $i$ -й концепт в момент времени  $t+1$ ;  $o_i(t+1)$  – управляющее воздействие на  $i$ -й концепт в момент времени  $t+1$ ;  $w_{ij} = w(e_j, e_i)$  – сила связи между  $j$ -м и  $i$ -м концептом;  $p_j(t)$  – изменение значения  $j$ -го концепта в момент времени  $t$ ;  $T$  – операция  $T$ -нормы (операция умножения);  $S$  – операция  $S$ -нормы ( $S$ -норма Лукасевича).

### 3. ПОСТРОЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ КОГНИТИВНОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ АГРАРНЫМ РОСТОМ И ЕЕ СТРУКТУРНО-ЦЕЛЕВОЙ АНАЛИЗ

В соответствии с разработанной схемой параметрического управления социально-экономическими системами первоначально для формирования параметрического содержания системы управления аграрным ростом необходимо было сформировать теоретическую концепцию, в соответствии с которой будут идентифицированы факторы исследуемой системы, выбраны подходы к их дифференциации и методологически определены связи между ними. В рамках проведенного исследования для этого была применена авторская методология управления аграрным ростом, подробное описание которой представлено в работе [4]. Разработанная методология основывается на структурно-динамической модели системы управления аграрным ростом (рис. 3).

Конструкция модели определяет параметрическое содержание системы управления на основе идентификации для управленческого воздействия факторов структурного блока (с учетом отраслевой специфики в качестве таковых обоснованы природно-биологические ресурсы, трудовые ресурсы, капитал как базовые факторы роста; инвестиции, инновации, инфраструктура, технологии, структура как детерминанты роста) и для оценки результатов аграрной динамики факторов динамического блока (количественная, качественная и генерирующая динамика). Базовые факторы аграрного роста непосредственно влияют на аграрную динамику, без их наличия рост как таковой невозможен. Детерминанты оказывают опосредованное влияние на процессы динамики в сельском хозяйстве, обеспечивают воспроизводство базовых факторов ро-

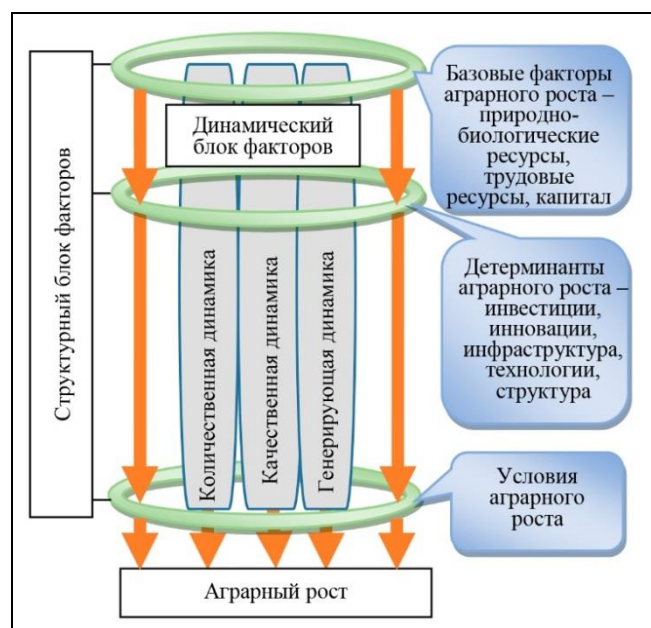


Рис. 3. Структурно-динамическая модель системы управления аграрным ростом

ста и более эффективное их использование. Количественная составляющая аграрного роста отражает объемное расширение аграрной экономики и определяет количественное приращение общественного аграрного продукта. Качественная аграрная динамика связана с интенсивным развитием сельского хозяйства и обеспечивает аграрному росту продолжительность, интенсивность и инновационность. Выделение количественной и качественной составляющих в аграрном росте является общепринятым подходом. Однако в современных условиях при наличии ограничений в ресурсах, значимости экологических факторов и необходимости сохранения условий для удовлетворения будущими поколениями своих потребностей, имеет место противоречие между обеспечением интенсивности аграрного роста и возможностями решения этих проблем. Поэтому следует учитывать третью важную составляющую аграрного роста – генерирующую, которая отражает условия обеспечения его устойчивости, сбалансированности, невозвратности и выступает основой нивелирования указанного противоречия.

Соответственно, концепция структурно-динамической модели строится на следующем положении – каждый базовый фактор и детерминанта имеют решающее значение для количественной, качественной и генерирующей аграрной динамики не столько в своем объективном проявлении как отдельные элементы системы, сколько в сочетании с другими базовыми факторами и детерминантами, что позволяет каждому из указанных блоков системы управления благодаря созданным условиям



выполнять соответствующие функции и генерировать дополнительные возможности аграрного роста. Структурный блок для достижения целей аграрного роста определяет факторы внешнего управленческого воздействия, динамический блок характеризует состояние сельского хозяйства и его внутреннюю способность поддерживать заданную управлением аграрную динамику.

Для определения параметров системы управления аграрным ростом России были использованы технологии когнитивного моделирования. Схема когнитивной методологии управления аграрным ростом и ее подробное описание представлены в работах [4, 5]. В рамках данного исследования для построения нечеткой когнитивной модели (НКМ), как указывалось выше, использовались исключительно количественные концепты, которые в основном соответствовали показателям-индикаторам регулирующих документов по управлению АПК РФ. При этом на основе экспертного метода все идентифицированные концепты были дифференцированы в соответствии со структурно-динамической моделью, содержание которой определяло также и подход к установлению связей между ними.

Были выбраны 14 концептов по структурному блоку и 16 концептов по динамическому блоку факторов. В каждом из этих блоков три целевых концепта были общими. Результатом когнитивного моделирования на данном этапе исследования явилась НКК (рис. 4) как визуализация нечеткой когнитивной матрицы. Интенсивность связей между концептами определялась путем построения моделей парной и множественной регрессии на основе данных Росстата за 2000–2020 гг. В процессе исследования для показателей, измеряемых в денежном выражении, были выполнены преобразования переменных с помощью метода прямого дефлятирования. В отдельные модели с учетом содержания показателей включались переменные с соответствующим лагом.

При верификации связей на основе парной и множественной регрессии применялись следующие критерии:

– высокий уровень статистической значимости уравнения и его коэффициентов,

- отсутствие мультиколлинеарности (для множественной регрессии),
- соответствие остатков нормальному закону распределения,
- соответствие модели требованиям тестов Вальда и Бреуша – Пагана.

Таким образом, были построены 30 моделей парной и множественной регрессии, удовлетворяющих установленным критериям. Для расчета весов связей был использован коэффициент эластичности

$$e_{ij} = k_{ij} \frac{i_{cp}}{j_{cp}},$$

где  $i_{cp}$  – среднее значение соответствующего факторного признака;  $j_{cp}$  – среднее значение резуль- тативного признака;  $k_{ij}$  – регрессионный коэффи- циент в модели линейной регрессии.

Выбранная модель НКМ предписывает исполь- зование качественной/лингвистической шкалы, значения которой лежат в диапазоне  $[-1, 1]$ , по- этому нормализация коэффициентов эластичности осуществлена с помощью сигмоидальной норми- ровочной функции, вычисляемой по формуле

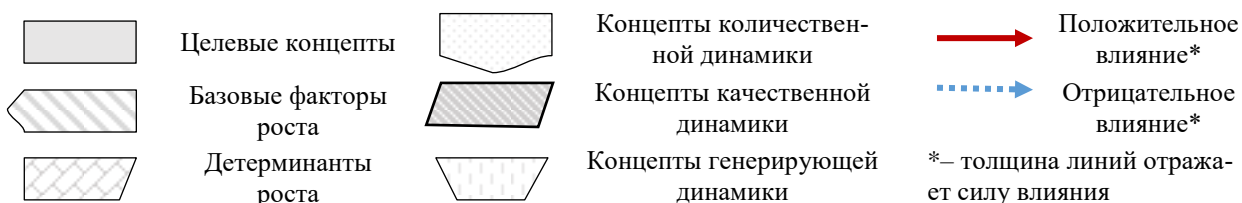
$$S_b(e_{ij}) = \frac{1 - \exp(-be_{ij})}{1 + \exp(-be_{ij})},$$

где  $b$  – коэффициент, определяющий угол наклона функции.

Одним из вариантов определения значения ко- эффициента  $b$  является задание экспертным путем значения эластичности  $e_0 > 0$ , при котором вес связи будет равен некоторому заданному значению  $\alpha$ . В проведенном исследовании было задано  $\alpha = 0,5$ . Следовательно, для имеющих положитель- ных и отрицательных коэффициентов было принято значение  $e_0$ , равное  $e_{мед}$  – медианному значению соответствующего набора коэффициен- тов. При данном подходе коэффициент  $b$  расчи- тывался по формуле

$$b = -\frac{1}{e_{мед}} \ln \frac{1 - \alpha}{1 + \alpha}.$$

Условные обозначения к рис. 4





Пример расчета весов связей НКК представлен в табл. 2.

В результате структурно-целевого анализа НКМ управления аграрным ростом по формулам (1)–(6) были рассчитаны основные системные показатели (табл. 3). Оценки консонанса влияния концептов на систему и консонанса влияния системы на концепты достаточно высокие, что определило высокую степень доверия как к знаку, так и к силе воздействия.

В структурном блоке факторов, с учетом содержания теоретической концепции управления аграрным ростом, концепты группы детерминант роста рассматривались в качестве управляемых концептов (см. рис. 4). Отметим, что инвестиционная («Инвестиции в основной капитал») и технологическая («Внесение минеральных удобрений») детерминанты практически не определяли аграрный рост, их влияние оказалось минимальным. Наибольшее влияние на аграрный рост исходило от структурных детерминант («Отношение заработной платы в сельском хозяйстве к среднероссийскому уровню» и «Концентрация сельскохозяйственного производства»). Анализируя влияние системы на целевые концепты как индикатор ее согласованности, отметим, что данные концепты поддерживались системой, так как оценки такого влияния соизмеримы или значительно превышали оценки обратного влияния.

По динамическому блоку факторов концепты

генерирующей динамики, согласно принятой концепции, рассматривались как управляемые (см. рис. 4). Существенное влияние на систему оказывали такие концепты, как «Продолжительность жизни сельского населения» и «Внутренние затраты на научные исследования в сельском хозяйстве». При этом отметим довольно значимое отрицательное влияние концепта «Производство молока» и незначительное, но также отрицательное влияние концепта «Надой на одну корову» на систему в целом. Такое влияние указанных концептов на систему противоречит их объективному содержанию как количественных и качественных факторов аграрного роста – априори увеличение производства молока и его эффективность должны положительно влиять на рост сельского хозяйства. Поэтому отрицательное влияние указанных концептов свидетельствует о формировании ограничений аграрного роста по данному отраслевому направлению.

На наличие проблем в системе в целом как основы формирования потенциала аграрного роста указывает также и отрицательное значение влияния системы на концепт «Продолжительность жизни сельского населения» при положительном его влиянии на систему. В совокупности наблюдался недостаточный уровень согласованности системы в целом, о чем свидетельствуют оценки влияния системы на целевые концепты, значения которых меньше оценок обратного влияния.

Таблица 2

**Веса связей НКК между целевыми концептами**

Содержание связи	Коэффициент регрессии	Коэффициент эластичности	Вес связи
Структурный блок параметров			
Влияние концепта «Базовый рост производства продукции сельского хозяйства» на концепт «Валовая добавленная стоимость сельского хозяйства»	46,1928	3,6383	0,9989
Влияние концепта «Валовая добавленная стоимость сельского хозяйства» на концепт «Валовая добавленная стоимость сельского хозяйства на одного занятого»	0,2569	1,2462	0,8589
Динамический блок параметров			
Влияние концепта «Базовый рост производства продукции сельского хозяйства» на концепт «Валовая добавленная стоимость сельского хозяйства»	46,1928	3,6383	0,996
Влияние концепта «Валовая добавленная стоимость сельского хозяйства» на концепт «Валовая добавленная стоимость сельского хозяйства на одного занятого»	0,2935	1,4233	0,8385



## Системные показатели когнитивной карты управления аграрным ростом

Концепты	$\bar{C}_i$	$\bar{C}_j$	$\bar{P}_i$	$\bar{P}_j$
Структурный блок параметров				
Базовый рост производства продукции сельского хозяйства	0,9579	0,9762	0,1766	0,1573
Валовая добавленная стоимость сельского хозяйства	0,9571	0,9770	0,1111	0,2227
Валовая добавленная стоимость сельского хозяйства на одного занятого в сельском хозяйстве	0,9562	0,9778	0,0637	0,2477
Численность занятых в сельском хозяйстве	0,9949	0,9976	-0,3063	-0,1836
Доля занятых в сельском хозяйстве, имеющих профессиональное образование	0,9950	0,9988	0,2407	0,0796
Посевная площадь	0,9677	0,7330	0,1132	0,0697
Поголовье скота и птицы	0,9833	0,7174	0,1057	0,0504
Основные фонды сельского хозяйства	0,9587	0,9011	0,0430	0,3137
Инвестиции в основной капитал	0,9677	0,9987	0,0671	0,2075
Инновационная активность	0,7812	0,9870	0,1190	0,1382
Внесение минеральных удобрений	0,9677	0,9832	0,0492	0,1112
Концентрация сельскохозяйственного производства	0,8791	0,9795	0,3136	0,0421
Отношение заработной платы в сельском хозяйстве к среднероссийскому уровню	0,8671	0,9832	0,3186	0,0681
Бюджетная поддержка сельского хозяйства	0,9554	0,9786	0,1882	0,0787
Динамический блок параметров				
Базовый рост производства продукции сельского хозяйства	0,7921	0,6151	0,1631	0,0324
Валовая добавленная стоимость сельского хозяйства	0,7329	0,6743	0,1010	0,0947
Валовая добавленная стоимость сельского хозяйства на одного занятого в сельском хозяйстве	0,7269	0,8300	0,0762	0,0579
Производство зерна	0,9105	0,5182	0,0947	0,0902
Производство мяса	0,8513	0,5559	0,0745	0,0355
Производство молока	0,9105	0,9339	-0,1358	0,0306
Урожайность зерновых	0,9556	0,9560	0,1373	0,0722
Надой на одну корову	0,9589	0,9472	-0,0338	0,0726
Производительность труда	0,7277	0,9351	0,1305	0,0725
Экспорт сельскохозяйственного сырья и продовольствия	0,7486	0,9058	0,0336	0,0562
Соотношение среднедушевых денежных ресурсов сельского и городского населения	0,9623	0,8539	0,0089	0,0444
Продолжительность жизни сельского населения	0,8112	0,8479	0,1056	-0,0091
Количество высокопроизводительных рабочих мест в сельском хозяйстве	0,5756	0,8419	0,0547	0,0908
Уровень безработицы сельского населения	0,8205	0,8419	-0,0937	-0,0337
Внутренние затраты на научные исследования в сельском хозяйстве	0,7209	0,8360	0,1037	0,0475
Валовая добавленная стоимость перерабатывающей промышленности	0,7694	0,8817	0,0631	0,0889

#### 4. РАЗРАБОТКА СЦЕНАРИЕВ УПРАВЛЕНИЯ АГРАРНЫМ РОСТОМ

Определение параметров системы управления аграрным ростом как основы принятия решений по обеспечению динамичного развития отечественного сельского хозяйства было реализовано на базе сценарного анализа НКК с использованием технологии импульсных процессов (см. формулу (7)). Основная задача на данном этапе исследования заключалась в разработке сценариев аграрного роста России как совокупности тенденций, определяемых параметрами, которые характеризуют ситуацию в данный момент, выступают в качестве целевых ориентиров роста, формируют комплекс управляющих воздействий на ситуацию и иллюстрируют уровень аграрной динамики. Выбор сценариев определялся современной геополитической ситуацией и содержанием действующей аграрной политики России. Современные вызовы определяют необходимость эффективного использования аграрного потенциала страны и возможности государства занять лидирующие позиции на мировых агропродовольственных рынках.

Изменение действующей аграрной политики прежде всего связано с новым вариантом Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года (далее – Стратегия), утвержденным распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. № 2567-р. Стратегия ориентирована на создание новой модели экономического развития, обеспечивающей устойчивый и динамичный рост сельского хозяйства. Учитывая эти два условия, для апробации теоретической концепции параметрического управления были определены три сценария:

- сценарий 1 – прогноз развития ситуации в рамках вновь принятой Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации (стратегия «Действующая»);
- сценарий 2 – прогноз развития ситуации с комплексом мероприятий-управлений для сбалансированного и устойчивого роста сельского хозяйства в соответствии с имеющимся аграрным потенциалом (стратегия «Комплексная»);
- сценарий 3 – синтез комплекса мероприятий для достижения прорывного аграрного роста,

обеспечивающего стране положение мирового лидера агропродовольственного рынка (стратегия «Прорывная»).

Содержание каждого из сценариев составили два комплекса параметров. По структурному блоку сгенерированные параметры позволили определить набор средств и способов управленческого воздействия на аграрную динамику. Параметры динамического блока отражали состояние сельского хозяйства как результат процессов аграрного роста, формирующего устойчивость аграрной динамики на долгосрочную перспективу.

Значения состояния концептов рассчитывались как отношение текущего уровня показателей к целевому их уровню, определяемому экспертным методом с учетом лучшей зарубежной или отечественной практики. Далее в соответствии с используемой когнитивной технологией для определения состояния концептов полученные значения интерпретировались по шкале от 0 до 1, построенной по принципу равенства интервалов (табл. 4). Начальные состояния и значения концептов представлены в табл. 5.

Таблица 4

**Шкала оценки концептов**

Интервал значений	Интерпретация
0,000–0,142	Очень низкий
0,143–0,285	Низкий
0,286–0,428	Ниже среднего
0,429–0,571	Средний
0,572–0,714	Выше среднего
0,715–0,857	Высокий
0,858–1,000	Очень высокий

Горизонт этапов прогнозирования, с учетом специфики когнитивного моделирования, определяли модельным временем. В соответствии с принятой этапностью основных регулирующих развитие сельского хозяйства документов (первый этап – 2020–2025 гг.; второй этап – 2025–2030 гг.) были соотнесены шкалы модельного и физического времени. Содержание трех сценариев аграрной динамики как результат параметризации сельского хозяйства представлены в табл. 6.

**Начальные состояния и значения концептов когнитивной модели управления аграрным ростом**

Концепты	Начальное состояние концепта	Значение начального состояния концепта
<b>Целевой блок</b>		
Базовый рост производства продукции сельского хозяйства	Низкий	0,21
Валовая добавленная стоимость сельского хозяйства	Низкий	0,28
Валовая добавленная стоимость сельского хозяйства на одного занятого в сельском хозяйстве	Очень низкий	0,14
<b>Структурный блок</b>		
Численность занятых в сельском хозяйстве	Выше среднего	0,7
Доля занятых в сельском хозяйстве, имеющих профессиональное образование	Ниже среднего	0,41
Посевная площадь	Средний	0,49
Поголовье скота и птицы	Ниже среднего	0,39
Основные фонды сельского хозяйства	Низкий	0,24
Инвестиции в основной капитал	Низкий	0,28
Инновационная активность	Очень низкий	0,14
Внесение минеральных удобрений	Низкий	0,22
Концентрация сельскохозяйственного производства	Ниже среднего	0,41
Отношение заработной платы в сельском хозяйстве к среднероссийскому уровню	Низкий	0,25
Бюджетная поддержка сельского хозяйства	Низкий	0,28
<b>Динамический блок</b>		
Производство зерна	Выше среднего	0,65
Производство мяса	Выше среднего	0,61
Производство молока	Низкий	0,28
Урожайность зерновых	Низкий	0,25
Надой на одну корову	Низкий	0,28
Производительность труда	Низкий	0,22
Экспорт сельскохозяйственного сырья и продовольствия	Низкий	0,24
Соотношение среднедушевых денежных ресурсов сельского и городского населения	Низкий	0,25
Продолжительность жизни сельского населения	Очень низкий	0,1
Количество высокопроизводительных рабочих мест в сельском хозяйстве	Очень низкий	0,12
Уровень безработицы сельского населения	Высокий	0,81
Внутренние затраты на научные исследования в сельском хозяйстве	Очень низкий	0,08
Валовая добавленная стоимость перерабатывающей промышленности	Низкий	0,2

**Сценарий 1.** Разработка данного сценария проводилась на основе изучения принятой 8 сентября 2022 г. Стратегии. По структурному блоку параметров в качестве основных управляющих воздействий рассматривались «Инвестиции в основной капитал», «Внесение минеральных удобрений» и «Бюджетная поддержка сельского хозяйства». По динамическому блоку параметров такими концептами выступили «Уровень безработицы сельского населения», «Внутренние затраты на научные исследования в сельском хозяйстве», «Валовая добавленная стоимость перерабатывающей промышленности» и «Соотношение среднедушевых денежных ресурсов сельского и городского населения». Величина, время и продолжительность импульса определялись в соответствии с показателями целевого варианта действующей Стратегии.

Полученные результаты моделирования по структурному блоку параметров позволили в целом признать потенциальную эффективность управленческих воздействий для достижения целевых значений параметров аграрного роста. Возможно достижение к 2030 г. уровня валовой добавленной стоимости сельского хозяйства, установленного Стратегией (6,55 трлн руб.). Следует ожидать увеличения в 2,8 раза валовой добавленной стоимости на одного занятого в сельском хозяйстве, но при снижении количества занятых до 2,5 млн чел. Однако достигнуть среднего роста сельскохозяйственного производства на уровне 102,9 %, определенного Стратегией, будет сложно (базовый рост – 129,7 %). Результаты моделирования по структурному блоку параметров указывают на более низкое его значение – 102,4 % (базовый

рост – 123,9 %). Но и такой уровень роста может быть ограничен, если учитывать данные моделирования по динамическому блоку параметров.

Состояние сельского хозяйства как результат количественных, качественных и генерирующих изменений показывает, что в среднем рост может быть обеспечен на уровне не более 102 % (базовый рост – 119,95 %). Валовая добавленная стоимость может увеличиться в 1,2 раза (достигнет значения 5,2 трлн руб.), что не позволит обеспечить уровень, определяемый целевым вариантом принятой Стратегии. Уровень параметра «Валовая добавленная стоимость на одного занятого» будет иметь неустойчивый характер и его значение в среднем практически не изменится.

**Сценарий 2.** Стратегия управления аграрным ростом по данному сценарию исходила из имеющихся возможностей и предполагала комплексное воздействие всех управляемых концептов с целью максимального использования национального аграрного потенциала. По структурному блоку параметров управленческое воздействие формировалось на основе поэтапного изменения всех детерминант роста и усиления в целом их влияния на два уровня относительно первоначального значения. Исключением стал концепт «Концентрация сельскохозяйственного производства» – значение этого показателя, учитывая многообразие форм хозяйствования в аграрном секторе, принято было повысить на один уровень.

В результате спрогнозировано: средний рост производства продукции сельского хозяйства на уровне 103,8 % (базовый рост – 138,3 %), увеличение валовой добавленной стоимости более чем в три раза. Значительно, почти в семь раз, может повыситься параметр валовой добавленной стоимости на одного занятого при снижении численности занятых до 2 млн чел. Моделирование по динамическому блоку параметров в рамках комплексного подхода было реализовано на основе поэтапного усиления концептов генерирующей группы факторов. Усиление по каждому концепту определялось в зависимости от их экономического содержания и реальных национальных возможностей провести такие изменения. В результате ситуация оказалась схожей с предыдущим сценарием. Было установлено, что при достаточно высоком уровне эффективности управленческих воздействий на процессы аграрной динамики в рамках структурного блока параметров сформировать соответствующий внутренний потенциал аграрного роста в рамках динамического блока параметров не представляется возможным. Спрогнозированы средний рост производства на уровне 102,2 % (ба-

зовый рост – 122,4 %), увеличение валовой добавленной стоимости в 1,6 раза. Уровень параметра «Валовая добавленная стоимость на одного занятого» будет иметь еще более неустойчивый характер и его значение также практически не изменится.

**Сценарий 3.** По данному сценарию стратегии управления аграрным ростом придали прорывной характер. Предполагалось интенсивное изменение значений управляемых концептов на начальных этапах, что не всегда соответствовало реальным возможностям современной аграрной экономики страны. Однако целью такого сценария явилась проверка возможности нивелировать противоречие между аграрным ростом и отсутствием условий расширенного воспроизводства в сельском хозяйстве исходя из существующего опыта хозяйствования. По структурному блоку параметров инвестиции в основной капитал были увеличены в 2,3 раза, рост инновационной активности сельскохозяйственных организаций составил до 30%, обеспечение использования минеральных удобрений на уровне практики развитых стран (увеличение в 3,4 раза). С учетом изменений в подходах к бюджетной политике в сельском хозяйстве и заявление Правительства РФ о возможном увеличении бюджетной поддержки на уровне 900 млрд руб. концепт «Бюджетная поддержка сельского хозяйства» был увеличен в 2,7 раза. Одним из важных факторов, обеспечивающих аграрный рост в стране, по мнению автора, является социальная справедливость. Поэтому управляемый концепт «Отношение заработной платы в сельском хозяйстве к средне-российскому уровню» был увеличен до 84 %. Как и в предыдущем сценарии, значение параметра «Концентрация сельскохозяйственного производства» было повышено на один уровень. Результат моделирования – возможность достижения среднего роста аграрного производства на уровне 106%. Значительно может быть увеличена валовая добавленная стоимость, созданная в сельском хозяйстве (в 3,5 раза). Более быстрыми темпами по сравнению с комплексной стратегией можно выйти на высокий уровень валовой добавленной стоимости на одного занятого в сельском хозяйстве (более чем в семь раз). При этом будет иметь место дальнейшее сокращение занятых в сельском хозяйстве до 1,6 млн чел. Результаты моделирования по динамическому блоку параметров свидетельствовали о том, что даже при достаточно интенсивном изменении управляемых концептов, начиная с первых тактов, внутренний потенциал роста сельского хозяйства не будет соответствовать потенциалу внешнего управленческого воздействия.



**Параметризация сельского хозяйства при различных сценариях аграрного роста**

Концепты	Динамика и значения параметров		
	Сценарий 1 – Действующая стратегия	Сценарий 2 – Комплексная стратегия	Сценарий 3 – Прорывная стратегия
<b>Структурный блок параметров</b>			
<p><b>Целевые концепты</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Базовый рост производства</li> <li>Валовая добавленная стоимость</li> <li>Валовая добавленная стоимость на одного занятого</li> </ul>			
<p><b>Факторы роста</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Численность занятых</li> <li>Доля занятых, имеющих проф. образование (правая шкала)</li> <li>Посевная площадь (правая шкала)</li> <li>Поголовье скота и птицы</li> <li>Основные фонды</li> </ul>			
<p><b>Детерминанты роста</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Инвестиции в основной капитал (правая шкала)</li> <li>Инновационная активность (правая шкала)</li> <li>Внесение минеральных удобрений</li> <li>Концентрация с/х производства</li> <li>Отношение заработной платы в с/х к среднероссийскому уровню (правая шкала)</li> <li>Бюджетная поддержка с/х</li> </ul>			
<b>Динамический блок параметров</b>			
<p><b>Целевые концепты</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Базовый рост производства</li> <li>Валовая добавленная стоимость</li> <li>Валовая добавленная стоимость на одного занятого</li> </ul>			
<p><b>Количественная динамика</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Производство зерна</li> <li>Производство мяса</li> <li>Производство молока</li> </ul>			
<p><b>Качественная динамика</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Урожайность зерновых</li> <li>Надой на одну корову</li> <li>Производительность труда</li> <li>Экспорт с/х сырья и продовольствия</li> </ul>			
<p><b>Генерирующая динамика</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Соотношение среднудушевых денежных ресурсов</li> <li>Продолжительность жизни сельского населения</li> <li>Количество высокопроизводительных рабочих мест в с/х</li> <li>Уровень безработицы сельского населения</li> <li>Внутренние затраты на научные исследования</li> <li>Валовая добавленная стоимость перераб. промышленности</li> </ul>			



Максимально возможный средний рост останется на уровне 102,2 %, не увеличится и уровень валовой добавленной стоимости. Однако более устойчивый характер и рост в 1,4 раза будет наблюдаться по целевому концепту «Валовая добавленная стоимость на одного занятого», что значительно ниже прогнозируемого значения по структурному блоку параметров.

Таким образом, полученные результаты прогнозирования параметров аграрного роста с помощью методологии параметрического управления в качестве теоретической основы и когнитивных технологий в качестве инструментальной платформы позволили доказать, что противоречие между ростом сельскохозяйственного производства в стране и отсутствием условий расширенного воспроизводства при существующих подходах к управлению отраслью сохраняется. Такая ситуация выступает значимым барьером на пути решения стратегических задач по развитию аграрной экономики страны. Анализируя результаты структурно-целевого и сценарного анализа когнитивной модели, можно предположить в качестве основной причины наличия такого противоречия несогласованность параметрического содержания системы управления аграрным ростом.

Как было указано выше, с учетом актуальных тенденций политического, экономического, технологического, экологического и социального характера, с применением методологии когнитивного моделирования, автором разработана комплексная стратегия управления аграрным ростом по критериям достижения целевых показателей и выведения аграрного производства на новый уровень качества роста. Предложенная инструментальная база управления аграрным ростом включает в себя, с одной стороны, набор средств и способов управленческого воздействия на аграрную динамику, с другой – набор индикаторов для мониторинга ее соответствия заданным показателям [4].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В исследовании для подтверждения гипотезы о наличии противоречия между ростом сельского хозяйства и отсутствием условий для расширенного воспроизводства в отрасли была использована концепция параметрического управления, которая позволила на основе экспертных оценок и статистических данных за последние 20 лет провести параметризацию сельского хозяйства как объекта управления, идентифицировать набор согласованных и сбалансированных показателей, сформиро-

вать аналитическую основу для когнитивного моделирования сценариев аграрного роста.

Полученные данные сценарного моделирования показали, что в современной практике хозяйствования потенциал управленческих действий по отношению к сельскому хозяйству как к объекту управления аграрным ростом превышает внутренний создаваемый потенциал роста самого сельского хозяйства. Поэтому достичь высоких показателей аграрного роста, обеспечить его устойчивость и сбалансированность в долгосрочной перспективе возможно только при изменении подходов к управлению отраслью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чернов И.В., Шелков А.Б. Сценарный подход к исследованию возможностей инновационного развития сельского хозяйства в современных условиях // Тр. 15-й Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2022). – Москва, 2022. – С. 996–1005. [Chernov, I.V., Shelkov, A.B. Scenarnyj podhod k issledovaniyu vozmozhnostej innovacionnogo razvitiya sel'skogo khozyajstva v sovremennyh usloviyah / Tr. 15-j Mezhdunarodnoj konferencii «Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnyh sistem» (MLSD'2022). – Moscow, 2022. – P. 996–1005. (In Russian)]
2. Богатырев А., Лутыев В. Математическое и вероятностное моделирование развития российского АПК // АПК: Экономика, управление. – 2016. – № 8. – С. 20–30. [Bogatyrev, A., Lituev, V. Matematicheskoe i veroyatnostnoe modelirovanie razvitiya rossijskogo APK // APK: Ekonomika, upravlenie. – 2016. – No. 8. – P. 20–30. (In Russian)]
3. Будзко В.И., Огнивцев С.Б., Цвиркун А.Д. и др. Моделирование экономических механизмов АПК // Тр. 14-й Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2021). – Москва, 2021. – С. 1790–1817. [Budzko, V.I., Ognivcev, S.B., Cvirkun, A.D., et al. Modelirovanie ekonomicheskikh mekhanizmov APK / Tr. 14-j Mezhdunarodnoj konferencii «Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnyh sistem» (MLSD'2021). – Moscow, 2021. – P. 1790–1817. (In Russian)]
4. Анохина М.Е. Моделирование стратегии управления экономическим ростом сельского хозяйства: монография. – М.: РУСАЙНС, 2020. – 330 с. [Anokhina, M.E. Modelirovanie strategii upravleniya ekonomicheskim rostom sel'skogo khozyajstva: monografiya. – M.: RUSAINS, 2020. – 330 s. (In Russian)]
5. Anokhina, M. Parameters of the Strategy for Managing the Economic Growth of Agricultural Production in Russia // Agricultural Economics. Czech. – 2020. – Vol. 66. – P. 141–149.
6. Anokhina, M. Fuzzy Cognitive Model of Agricultural Economic Growth // Economic Systems Research. – 2022. – DOI: 10.1080/09535314.2022.2065466.
7. Подвесовский А.Г., Исаев Р.А. Идентификация структуры и параметров нечетких когнитивных моделей: экспертные и статистические методы // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Т. 7, № 6. – С. 35–61. [Podvesovskii, A.G., 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. – P. 35–61. (In Russian)]
8. *Подгорская С.В., Подвесовский А.Г., Исаев Р.А., Антонова Н.И.* Построение нечетких когнитивных моделей социально-экономических систем на примере модели управления комплексным развитием сельских территорий // *Бизнес-информатика*. – 2019. – Т. 13, № 3. – С. 7–19. [*Podgorskaya, S.V., Podvesovskii, A.G., Isaev, R.A., Antonova, N.I.* Fuzzy Cognitive Models for Socio-Economic Systems as Applied to a Management Model for Integrated Development of Rural Areas. *Business Informatics*. – 2019. – Vol. 13, no. 3. – P. 7–19. (In Russian)]
  9. *Christen, B., Kjeldsen, C., Dalgaard, T., Martin-Ortega, J.* Can Fuzzy Cognitive Mapping Help in Agricultural Policy Design and Communication? // *Land Use Policy*. – 2015. – Vol. 45. – P. 64–75.
  10. *Подгорская С.В., Подвесовский А.Г., Исаев Р.А.* и др. Моделирование сценарного развития сельских территорий на основе нечеткой когнитивной модели // *Проблемы управления*. – 2019. – № 5. – С. 49–59. [*Podgorskaya, S.V., Podvesovskii, A.G., Isaev, R.A., et al.* Modeling of Scenario development of Rural Territories Based on Fuzzy Cognitive Model // *Control Sciences*. – 2019. – No. 5. – P. 49–59. (In Russian)]
  11. *Alomia-Hinojosa, V., Groot, J.C.J., Andersson, J. A., et al.* Assessing Farmer Perceptions on Livestock Intensification and Associated Trade-offs Using Fuzzy Cognitive Maps; A Study in Mixed Farming Systems in the Mid-Hills of Nepal // *Systems Research and Behavioral Science*. – 2023. – Vol. 40(1). – P. 146–158.
  12. *Al-Gunaid, M.A., Salygina, I.I., Shcherbakov, M.V., et al.* Forecasting Potential Yields under Uncertainty Using Fuzzy Cognitive Maps // *Agriculture and Food Security*. – 2021. – Vol. 10. – Art. no. 32.
  13. *Papageorgiou, K., Singh, P.K., Papageorgiou, E., et al.* Fuzzy Cognitive Map-Based Sustainable Socio-Economic Development Planning for Rural Communities // *Sustainability*. – 2020. – Vol.12. – Art. no. 305.
  14. *Глумов В.М., Земляков С.Д., Рутковский В.Ю.* Адаптивное координатно-параметрическое управление нестационарными объектами: некоторые результаты и направления развития // *Автоматика и телемеханика*. – 1999. – № 6. – С. 100–116. [*Glumov, V.M., Zemlyakov, S.D., Rutkovskii, V.Yu.* Adaptive Coordinate-Parametric Control of Nonstationary Plants. *Recent Results and Prospects // Automation and Remote Control*. – 1999. – Vol. 60, no 6. – P. 839–851. (In Russian)]
  15. *Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С.* Математическая биофизика. – М.: Наука, 1984. – 304 с. [*Romanovskiy, Yu.M., Stepanova, N.V., Chernavskiy, D.S.* *Matematicheskaya biofizika*. – М.: Nauka, 1984. – 304 s. (In Russian)]
  16. *Ризниченко Г.Ю.* Лекции по математическим моделям в биологии. – М.-Ижевск: Изд-во «Регулярная и хаотическая динамика», 2011. – 560 с. [*Riznichenko, G.Yu.* *Lektsii po matematicheskim modelyam v biologii*. – М.-Izhevsk: Izd-vo «Regulyarnaya i khaoticheskaya dinamika», 2011. – 560 s. (In Russian)]
  17. *Бондаревский А.С., Лебедев А.В.* О «кибернетике второго порядка»: научные основания и критерий применимости координатно-параметрического управления // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2010. – № 5. – С. 30–34. [*Bondarevskiy, A.S., Lebedev, A.V.* About Second – Order Cybernetics: The Scientific Bases and Criterion of Applicability of Koordinatno-Parametrical Management // *International Journal of Applied and Fundamental Research*. – 2010. – No 5. – P. 30–34. (In Russian)]
  18. *Бондаревский А.С., Лебедев А.В.* О необходимости моделирования при параметрическом управлении // *Современные наукоемкие технологии*. – 2011. – № 2. – С. 17–22. [*Bondarevskiy, A.S., Lebedev, A.V.* Necessity of Modelling at Parametrical Management // *Modern High Technologies*. – 2011. – No 2. – P. 17–22. (In Russian)]
  19. *Винер Н.* Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. – М.: Советское радио, 1968. – 326 с. [*Wiener, N.* *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. – М.: Soviet radio, 1968. – 326 s. (In Russian)]
  20. *Beer, S.* *Cybernetics and Management*. – London: The English University Press, 1959. – 214 p.
  21. *Ashby, W.R.* *An Introduction to Cybernetics*. London: Chapman and Hall, 1956. – 295 p.
  22. *Foerster, H.* *Understanding Understanding: Essays on Cybernetics and Cognition*. – N.-Y.: Springer-Verlag, 2003. – 362 p.
  23. *Ashimov, A., Adilov, Z., Alsharov, R., et al.* The Theory of Parametric Control of Macroeconomic Systems and Its Applications (I) // *Advances in Systems Science and Applications*. – 2014. – Vol. 14, no. 1. – P. 1–21.
  24. *Ashimov, A., Borovskiy, Y.* Solution of one Global Problem by Approach of the Parametric Control Theory // *Advances in Systems Science and Applications*. – 2018. – Vol. 18, no. 4. – P. 64–73.
  25. *Ashimov, A., Borovskiy, Yu., Onalbekov, M.A.* Parametric Control of the Diversification of Economic Growth by Stimulating Certain Industries. *Proceedings of the 2017 International Conference on Education, Economics and Management Research (ICEEMR 2017) // Atlantis Press. Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. – 2017. – Vol. 95. – P. 44–48.
  26. *Чернавский Д.С., Старков Н.И., Щербakov А.В.* Естественно-научная концепция в теоретической экономике / Центр социально-экономического прогнозирования им. Д. И. Менделеева. – М.: Грифон, 2016. – 48 с. [*Chernavskii, D.S., Starkov, N.I., Shcherbakov, A.V.* *Estestvenno-nauchnaya kontseptsiya v teoreticheskoi ehkonomike / Tsentr sotsial'no-ehkonomicheskogo prognozirovaniya im. D.I. Mendeleeva*. – М.: Grifon, 2016. – 48 s. (In Russian)]
  27. *Чернавский Д.С., Старков Н.И., Щербakov А.В.* О проблемах физической экономики // *Успехи физических наук*. – 2002. – Т. 172, № 9. – С. 1045–1066. [*Chernavskii, D.S., Starkov, N.I., Shcherbakov, A.V.* On Some Problems of Physical Economics // *Physics-Uspekhi*. – 2002. – Vol. 45, no. 9. – P. 977–997. (In Russian)]
  28. *Обыденов А.Ю.* Основания параметрического стратегического управления: институциональный анализ // *Вопросы экономики*. – 2016. – № 8. – С. 120–136. [*Obydenov, A.* *Foundations of the Parametric Strategic Management: An Institutional Economics Perspective // Voprosy Ekonomiki*. – 2016. – No. 8. – P. 120–136. (In Russian)]
  29. *Обыденов А.Ю.* Параметрическое управление поведением хозяйствующих субъектов в условиях ограниченной рациональности // *Стратегические решения и риск-менеджмент*. – 2017. – № 4–5. – С. 58–67. [*Obydenov, A.Y.* *Parametric Management of Economic Actor Behavior Under Bounded Ra-*

- tionality // Strategic Decisions and Risk Management. – 2017. – No. 4–5. – P. 58–67. (In Russian)]
30. *Обыденов А.Ю.* Параметрическое стратегическое управление: генезис & праксис // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2018. – № 2. – С. 76–85. [*Obydenov, A.Y.* Parametric Strategic Management: Genesis & Praxis // Strategic Decisions and Risk Management. – 2018. – No. 2. – P. 76–85. (In Russian)]
31. *Обыденов А.Ю.* Гибкие методы управления и параметрическое стратегическое управление // Креативная экономика. – 2020. – Т. 14. – № 12. – С. 3503–3520. [*Obydenov, A.Y.* Agile Methods and Parametric Strategic Management // Kreativnaya ekonomika. – 2020. – Vol. 14. – No. 12. – P. 3503–3520. (In Russian)]
32. *Обыденов А.Ю.* Математическая формализация институтов // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2018. – № 4. – С. 54–57. [*Obydenov, A.Y.* Mathematical Formalization of Institutions // Strategic Decisions and Risk Management. – 2018. – No. 4. – P. 54–57. (In Russian)]
33. *Обыденов А.Ю.* Экономическая политика в области сельского хозяйства как форма параметрического управления // АПК: экономика, управление. – 2021. – № 1. – С. 27–34. [*Obydenov, A.Y.* Economic Policy in the Agriculture is as a Form of Parametric Management // AIC: Economics, Management. – 2021. – No. 1. – P. 27–34. (In Russian)]
34. *Kaplan, R.S., Norton, D.* The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance // Harvard Business Review. – 1992. – Vol. 70, no. 1. – P. 71–79.
35. *Ittner, C.D., Larcker, D.F.* Coming up Short on Nonfinancial Performance Measurement // Harvard Business Review. – 2003. – Vol. 81, no. 11. – P. 88–95.
36. *Силов В.Б.* Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. – М.: ИНПРО-РЕС, 1995. – 228 с. [*Silov, V.B.* Prinjatie strategicheskikh reshenij v nechetkoj obstanovke. M.: INPRO-RES, 1995. – 228 s. (In Russian)]
37. *Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С.* Нечеткие модели и сети. – М.: Горячая линия – Телеком, 2018. – 284 с. [*Borisov, V.V., Kruglov, V.V., Fedulov, A.S.* Nechetkie modeli i seti. – M.: Goryachaya liniya – Telekom., 2018. – 284 s. (In Russian)]
38. *Подвесовский А.Г., Лагерев Д.Г., Коростелев Д.А., Исаев Р.А.* СППР «ИГЛА». Система поддержки принятия решений «Интеллектуальный Генератор Лучших Альтернатив». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019617827. Зарег. 20.06.2019. [*Podvesovskiy, A.G., Lagerev, D.G., Korostelev, D.A., Isaev, R.A.* SPPR «IGLA». Sistema podderzhki prinyatiya reshenii «Intel'ktual'nyi Generator Luchshikh Al'ternativ». Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EVM No. 2019617827. Reg. 20.06.2019. (In Russian)]
39. *Холодова М.А., Подвесовский А.Г., Исаев Р.А.* Нечеткая когнитивная модель стратегического управления агропродовольственным рынком // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2022. – № 2. – С. 106–125. [*Kholodova, M.A., Podvesovskiy, A.G., Isaev, R.A.* Fuzzy Cognitive Model of Strategic Management of the Agri-food Market // Models, Systems, Networks in Economics, Technology, Nature and Society. – 2022. – No. 2. – P. 106–125. (In Russian)]

Статья представлена к публикации членом редколлегии  
О.П. Кузнецовым.

Поступила в редакцию 21.11.2022,  
после доработки 11.05.2023.  
Принята к публикации 16.05.2023.

**Анохина Марина Егоровна** – канд. экон. наук, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, г. Москва,  
✉ [Anokhina.ME@rea.ru](mailto:Anokhina.ME@rea.ru), [marina\\_anokhina@mail.ru](mailto:marina_anokhina@mail.ru),  
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4152-8795>

© 2023 г. Анохина М.Е.



Эта статья доступна по [лицензии Creative Commons «Attribution» \(«Атрибуция»\) 4.0 Всемирная](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



# PARAMETRIC CONTROL OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT BASED ON COGNITIVE MODELING

M.E. Anokhina

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

✉ Anokhina.ME@rea.ru, ✉ marina\_anokhina@mail.ru

**Abstract.** The concept of parametric control is used to prove the existence of a contradiction between the growth of agricultural production and the lack of conditions for expanded reproduction in Russian agriculture. This contradiction is the main limitation of agricultural growth in the country. The theoretical foundations of parametric control are specified for socio-economic systems and the parameterization stage of the controlled system is included in the control process. A control action should be chosen by comparing the estimates of two blocks of parameters. The first block assesses the potential of an external control action affecting the system. The second block of parameters shows the internal potential of the controlled system. If the estimates do not match, the control process has a contradiction, and the control action should be corrected. Fuzzy cognitive modeling is used to determine the contradiction in the control of agricultural development. A fuzzy cognitive map of Russian agriculture is constructed using expert assessments and correlation-regression analysis according to statistical data for the period 2000–2020. The structural-target analysis of this map is performed and its system indicators are calculated to identify the main limitations in agricultural dynamic processes. Agricultural development is forecasted through the scenario analysis of the fuzzy cognitive map. According to the cognitive modeling results, the control action potential exceeds the agricultural growth potential. Therefore, for sustainable long-term agricultural growth in Russia, it is necessary to change approaches to agricultural management.

**Keywords:** parametric control, socio-economic system, agriculture, agricultural growth, cognitive modeling, fuzzy cognitive map.