

УДК 338.43:330.4

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**Сайкинов В.Е.,**

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар,
email: sajkinov.v@kubsau.ru

Золкин А.А.,

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ), Самара,
email: alzolkin@list.ru

Зарецкая З.И.,

Московский финансово-промышленный университет «Синергия», Москва,
email: zlatunchik@mail.ru

Малова Н.Н.,

Московский политехнический университет, Москва,
email: malova@bk.ru

Аннотация. В статье представлено исследование применения математического моделирования для оптимизации производственных процессов в сельском хозяйстве. Основной целью исследования является анализ существующих экономико-математических моделей, направленных на повышение эффективности управления аграрными предприятиями. Авторы рассматривают такие модели, как Ridge, Lasso и ElasticNet, которые демонстрируют эффективность в прогнозировании сельскохозяйственной продукции, учитывая экономические, технологические и экологические факторы. Методы исследования включают корреляционный и регрессионный анализ, с использованием данных сельскохозяйственных организаций Краснодарского края за период 2010-2023 г. Для оценки влияния факторов применены многофакторные регрессионные модели, которые позволили выявить степень их воздействия на валовую продукцию сельского хозяйства. Основные результаты исследования показали, что увеличение инвестиций в основные фонды и внесение минеральных удобрений положительно влияют на рост сельскохозяйственной продукции. Модели позволяют прогнозировать валовую продукцию, строить пессимистичные и оптимистичные сценарии развития.

Ключевые слова: математическое моделирование, сельское хозяйство, производственные процессы, оптимизация ресурсов, регрессионный анализ, прогнозирование.

MATHEMATICAL MODELING OF PRODUCTION PROCESSES IN AGRICULTURE**Sajkinov V.E.,**

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar,
email: sajkinov.v@kubsau.ru

Zolkin A.A.,

Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics (PGUTY), Samara,
email: alzolkin@list.ru

Zaretskaya Z.I.,

Moscow University of Industry and Finance, Moscow,
email: zlatunchik@mail.ru

Malova N.N.,

Moscow Polytechnic University, Moscow,
email: malova@bk.ru

Abstract. *The article presents a study of the application of mathematical modeling to optimize production processes in agriculture. The main purpose of the study is to analyze existing economic and mathematical models aimed at improving the efficiency of management of agricultural enterprises. The authors consider models such as Ridge, Lasso and ElasticNet, which demonstrate efficiency in forecasting agricultural products, taking into account economic, technological and environmental factors. The research methods include correlation and regression analysis using data from agricultural organizations of the Krasnodar Territory for the period 2010-2023. To assess the impact of factors, multifactorial regression models were used, which made it possible to identify the degree of their impact on gross agricultural output. The main results of the study showed that an increase in investments in fixed assets and the introduction of mineral fertilizers have a positive effect on the growth of agricultural products. Models allow you to predict gross output, build pessimistic and optimistic development scenarios.*

Keywords: mathematical modeling, agriculture, production processes, resource optimization, regression analysis, forecasting.

Математическое моделирование является инструментом анализа и управления экономическими процессами, в том числе, в сельском хозяйстве, которое характеризуется сложными взаимодействиями между биологическими, технологическими и экономическими компонентами. Современные методы моделирования позволяют оценивать текущее состояние производственных процессов и прогнозировать их развитие с учетом множества факторов.

В сельском хозяйстве использование математического моделирования способствует оптимизации использования земельных ресурсов, повышению эффективности управления агротехническими процессами и снижению производственных затрат. Так, например, в работе И. С. Абышова и коллег отмечается роль корреляционно-регрессионного анализа в прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур, предоставляя возможность аграрным предприятиям осуществлять планирование объемов сельскохозяйственного производства [2]. Коллектив авторов под руководством В.И. Лойко рассмотрели модели оценки цепочек создания добавленной стоимости в сельском хозяйстве, акцентируя внимание на финансовых потоках и затратах на хранение и переработку сельскохозяйственной продукции [8].

Экономико-математическое моделирование становится неотъемлемой частью планирования и управления сельскохозяйственными предприятиями. Данное утверждение подтверждается результатами исследований, опубликованных во многих научных трудах. Так, например, З. М. Увайсова указывает, что применение математических моделей позволяет сельскохозяйственным предприятиям эффективно решать задачи внутреннего планирования, оптимизируя использование земельных, трудовых и прочих ресурсов [11].

Современное сельское хозяйство сталкивается с большим количеством проблем, таких как климатические изменения, ограниченность природных ресурсов и потребность в повышении продуктивности сельского хозяйства. Поэтому разработка и применение математического моделирования предоставляет руководству и специалистам аграриям эффективный инструмент, на основе которого строятся сценарии развития сельскохозяйственных предприятий. Математические модели,

применяемые в сельском хозяйстве, позволяют оптимизировать агротехнические мероприятия, сократить издержки, повысить эффективность управления и обеспечить экологическую устойчивость производства.

Основные вопросы, рассматриваемые в рамках экономико-математического моделирования в сельском хозяйстве, включают оптимизацию ресурсопользования, управление производственными процессами, прогнозирование урожайности и оценку экономической эффективности производственных мероприятий.

Цель исследования

Целью данной работы является анализ экономико-математических моделей, направленных на повышение эффективности производственных процессов в сельском хозяйстве. Основными задачами исследования являются анализ существующих моделей, адаптация их под условия конкретных регионов и сельскохозяйственных предприятий, а также разработка подходов к управлению производственными процессами с учётом экономических, экологических и технологических факторов. Математическая модель направлена на оптимизацию ресурсопользования и повышение продуктивности предприятий сельского хозяйства.

Обзор литературы

Актуальность использования экономико-математических методов в сельском хозяйстве неоднократно отмечается в научной литературе. Так, в статье И. С. Абышова и коллег представлено исследование, основанное на статистической обработке многолетних данных. В работе построена экономико-математическая модель для прогнозирования урожайности зерновых культур (пшеницы, ячменя и риса). Итоги исследования, позволяют повысить точность планирования в сельском хозяйстве и обеспечить стабильные результаты производства, несмотря на влияние таких факторов, как климатические условия [2]. Математические модели, основанные на корреляционно-регрессионном анализе, показали высокую степень взаимосвязи между основными параметрами сельскохозяйственного производства, которая определяет их практическую значимость в повышении эффективности управления аграрными предприятиями.

Р. Б. Шестаков и Н. А. Яковлев в своей работе используют моделирование, как инструмент для оценки производственных процессов и потенциала сельскохозяйственных предприятий. Они представили производственную функцию, которая учитывает такие факторы, как труд и капитал и показали, что для увеличения эффективности агропроизводства необходимо эффективно сбалансировать эти параметры [13]. Анализ данных позволил авторам предложить программное обеспечение для моделирования производственных функций, которое способствует эффективному управлению аграрными ресурсами.

В работе авторов Р. А. Абдуллаева и И. Ш. Мевлюта рассматриваются оптимизационные модели, применяемые в системе управления ресурсным потенциалом сельскохозяйственных предприятий. Авторы предлагают математическую модель для оптимизации использования таких минеральных удобрений, как азот, фосфор и калий, и проводят оценку эффективности их применения на практике. Математические модели такого рода позволяют аграриям на региональном уровне рационально распределять ресурсы, повышать урожайность и снижать материальные и трудовые затраты [1].

Другие авторы, такие как Н. В. Батракова и О. А. Протасов, в своей работе акцентируют внимание на влиянии цифровых технологий и Индустрии 4.0 на сельское хозяйство. Они утверждают, что цифровизация и внедрение информационных систем оказывают влияние на производственные процессы и их управление. Внедрение цифровых технологий в сельском хозяйстве открывает новые возможности для оптимизации бизнес-процессов и повышения экономической эффективности предприятий. Этот подход крайне необходим в современных условиях, когда сельхозтоваропроизводители вынуждены адаптироваться к изменяющимся условиям рынка и окружающей среды [6].

Большинство авторов настаивают на необходимости разработки оптимизационных моделей, которые учитывают большое количество динамических факторов. Отмечается, что процесс моделирования должен быть циклическим и совершенствоваться на каждом этапе, благодаря чему появляется возможность достичь точных результатов в управлении аграрными предприятиями. Анализ указывают, что успех управления в сельском хозяйстве основывается на точности прогноза урожайности, рациональном распределении ресурсов и использовании цифровых технологий, позволяющих повысить эффективность сельскохозяйственных процессов. Математическое моделирование выступает в качестве эффективного инструмента, который позволяет сельскохозяйственным предприятиям снижать риски и увеличивать производительность.

В работе З. М. Увайсовой отмечается, что моделирование позволяет упрощать и структурировать сложные экономические процессы, которые особенно характерны для предприятий агропромышленного комплекса [11]. Применение экономико-математического моделирования в сельском хозяйстве решает принципиально новые задачи, связанные с оптимизацией территориальной организации сельскохозяйственного производства и установление рациональных размеров землевладений.

Работа Н. М. Чапаева демонстрирует, что моделирование производственных функций сельскохозяйственных предприятий позволяет оценить влияние таких производственных факторов, как численность занятых и основные фонды, на объемы производства. Например, двухфакторные модели, построенные на данных Республики Дагестан, выявили, что увеличение стоимости основных фондов на 1 млрд руб. ведет к росту производства продукции на 168 млн руб., а рост числа занятых на 1 тыс. человек повышает выпуск на 69,55 млн руб. [12]. Выводы, сделанные автором, подтверждают высокую значимость эффективного распределения ресурсов и их планирования для достижения стабильных результатов.

Кроме того, в работе А. В. Бабкиной акцент сделан на логистические процессы фермерских хозяйств. Применение экономико-математических моделей позволяет оптимизировать цепочки поставок кормов, сбыт продукции, а также структуру поголовья животных. Такие мероприятия ведут к повышению эффективности фермерских хозяйств, обеспечивая эффективное управление ограниченными ресурсами [5].

Оптимизация производственных процессов, как отмечается в статье Ш. Акмырадова, Д. Розыевой и Д. Атамырадова, начинается с подхода к подготовке почвы, посеву и уходу за культурами. Механизация этих процессов позволяет снизить затраты и повысить производительность сельского хозяйства [3]. Все рассмотренные авторами этапы, начиная от обработки почвы до уборки урожая, должны быть спланированы, а управление ресурсами осуществлено на основе математических моделей.

Одной из основных тем развития сельского хозяйства является управление производственными ресурсами, которое оказывает непосредственное влияние на повышение эффективности сельскохозяйственного производства. Математические модели, разработанные на основе оптимизации использования минеральных удобрений, показывают, что рациональный выбор соотношений азотных, фосфорных и калийных удобрений повышает урожайность и сокращает издержки на агротехнические мероприятия.

В статье «Управление и моделирование процессов оплаты труда работникам сельского хозяйства» рассматриваются особенности разработки систем управления заработной платой в сельском хозяйстве на основе математического моделирования [7]. Авторы отмечают, что эффективное управление оплатой труда в сельскохозяйственных организациях базируется на учете большинства факторов, включая производительность, качество работы и объемы выпускаемой продукции. Авторы предлагают использовать математические модели, которые позволяют оптимизировать затраты на оплату труда и мотивировать работников к повышению производительности. Математическая модель предусматривает учет центра ответственности, устанавливая четкую связь между результатами труда и оплатой, улучшая тем самым организацию труда и снижая задолженности по зарплате. Важно отметить, что такой подход позволяет одновременно стимулировать увеличение объемов производства и повысить его качество, снижая затраты на единицу продукции.

В статье К. А. Ахметова, Г. Р. Мадиева и А. Б. Бекбосыновой рассматривается проблема комплексной оценки ресурсов сельскохозяйственных предприятий с использованием экономико-математических моделей. Авторы отмечают, что для эффективного управления ресурсами необходимо учитывать материальные, трудовые и природные ресурсы. Акцент в исследовании сделан на применении математических моделей способных проанализировать взаимосвязи между ресурсами и производительностью, а также провести оптимизацию их использования. В статье приводятся примеры моделей, которые направлены на оценку текущего потенциала сельскохозяйственных предприятий и перспектив его развития в будущем. Основное внимание уделяется системному подходу к оценке ресурсов, который включает в себя экономические и социальные аспекты, например, доступность рабочей силы и уровень развития инфраструктуры в сельских территориях [4].

Математическое моделирование является не заменимым инструментом в анализе и оптимизации производственных процессов в сельском хозяйстве, особенно в условиях современных изменений. В статье З. А. Сеферовой отмечено, что использование экономико-математических моделей направлено на оценку эффективности сельскохозяйственных предприятий и прогнозирование результатов управленческих решений, которые позволяют обеспечить устойчивое развитие аграрной отрасли [9]. Автор указывает, что математическое моделирование способно интегрировать биологические, технологические и экономические процессы, обеспечивая тем самым управление сельскохозяйственными предприятиями.

В работе авторов В. И. Лойко и Т. П. Барановской отмечается важность моделирования цепочек создания добавленной стоимости для управления производственными процессами в сельском хозяйстве [8]. Авторы разработали математическую модель, описывающую движение материальных и финансовых потоков в цепочках добавленной стоимости, которая позволяет оптимизировать затраты и повысить рентабельность производственных процессов. Исследование демонстрирует,

как математическое моделирование улучшает управление процессами переработки сельскохозяйственной продукции в рамках циклического производства.

Исследование Е. В. Бердновой и соавторов акцентирует внимание на проблеме сохранения трудовых ресурсов в сельских территориях, где экономико-математические модели незаменимы в выборе оптимальных крестьянских хозяйств [10]. Разработанная авторами математическая модель позволяет оценивать эффективность фермерских хозяйств на основе таких критериев, как доходность и объемы обрабатываемой земли. Важно отметить, что такая модель учитывает природно-климатические условия региона и такие социальные факторы, как миграция и занятость сельского населения.

Таким образом, литературный анализ вопросов применения математических моделей в производственных процессах сельского хозяйства показал, что математическое моделирование является актуальным и эффективным инструментом, позволяющим получить сценарии реализации эффективного и устойчивого производства. Математические модели демонстрируют разнообразные аспекты применения: от управления логистическими цепочками до прогнозирования экономической эффективности и использования ресурсов. Математические модели позволяют точно оценивать и прогнозировать результаты управленческих решений, эффективность которых особенно ценна в условиях современного сельскохозяйственного производства.

Результаты исследования

Математическое моделирование достаточно часто применяют для оценки эффективности производственных процессов. Моделирование эффективный инструмент оптимизации сельскохозяйственного производства, который позволяет учитывать разнообразие факторов, влияющих на результаты хозяйственной деятельности. Использование математических моделей позволяет прогнозировать результаты управленческих решений, минимизировать риски и улучшать ресурсопользование.

В работе З. А. Сеферовой рассматривается подход к использованию экономико-математических моделей оптимизации использования удобрений и прочих агротехнических мероприятий [9]. Приводится модель оценки оптимальной площади посева с учетом затрат на удобрения и прироста урожайности, которая может быть дополнена показателями учета влияния технологий и механизации, государственной поддержки и климатических условий. Усовершенствованная модель может иметь вид:

$$F = \sum_{k=1}^n x_k y_k (c_k - V_k) - \sum_{i=1}^m z_{ki} x_k + T_m + G_s + C_c \rightarrow \max,$$

где x_k — площадь культуры, га;

y_k — планируемая прибавка урожайности, ц с 1 га;

c_k — стоимость продукции, тыс. руб.;

V_k — затраты на уборку, тыс. руб.;

z_{ki} — затраты на удобрения, тыс. руб.;

T_m — технологический уровень;

G_s — государственная поддержка, тыс. руб.;

C_c — климатические условия.

Н. М. Чапаев в своих исследованиях предлагает использовать многофакторные модели, которые позволяют выявлять корреляции и на их основе осуществлять анализ, а также проводить прогнозирование дальнейшего развития отрасли сельского хозяйства.

Нами в рамках данного исследования проводится анализ влияния основных факторов сельскохозяйственного производства на развитие отрасли. Для этого использована следующая модель:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_6 x_6 + \beta_7 x_7 + \beta_8 x_8 + \beta_9 x_9 + \varepsilon,$$

где Y — продукция сельского хозяйства, млн руб.;

x_1 — наличие основных фондов по полной учетной стоимости, млн руб.;

x_2 — среднесписочная численность работников сельского хозяйства, тыс. чел.;

x_3 — площадь зерновых и зернобобовых культур, тыс. га;

x_4 — урожайность зерновых и зернобобовых культур, ц с 1 га;

x_5 — всего тракторов, шт.;

x_6 — всего комбайнов, шт.;

x_7 — внесено минеральных удобрений, т.;

x_8 — поголовье крупного рогатого скота, тыс. гол.;

x_9 — надой молока на одну корову, кг;

β_0 — константа;

$\beta_1, \beta_2 \dots \beta_9$ — коэффициенты при соответствующих переменных;

ε — случайная ошибка модели.

Для оценки взаимовлияния факторов был проведен корреляционный анализ, определенные показатели, характеризующие развитие сельского хозяйства Краснодарского края за период с 2010 по 2023 г., результаты отображены на рисунке 1.

По результатам корреляционного анализа можно выделить следующие ключевые моменты: наблюдается высокая положительная корреляция между продукцией сельского хозяйства и основными фондами указывая на то, что увеличение инвестиций в основные фонды ведет к росту сельскохозяйственной продукции. Обратная сильная связь между численностью работников и продукцией сельского хозяйства, которая свидетельствует о росте производительности труда, в результате чего сокращается количество работников необходимых для производства продукции. Урожайность зерновых и количество минеральных удобрений, внесенных в почву, имеют значительную корреляцию (0,90), отмечая роль удобрений в увеличении урожайности.

Для определения построения многофакторной модели, позволяющей выявить степень влияния отдельных факторов на валовую продукцию сельского хозяйства и прогнозирования дальнейших тенденций нами использовались следующие виды регрессионных моделей Ridge, Lasso и ElasticNet. Процесс построения выполнен в следующей последовательности: масштабирование данных, разделение данных на обучающую и тестовую выборки, выбор и настройка моделей, обучение моделей, оценка качества моделей, анализ коэффициентов, выбор наилучшей модели.

В результате проведенного исследования были получены коэффициенты регрессионных моделей, которые отражены в таблице 1.

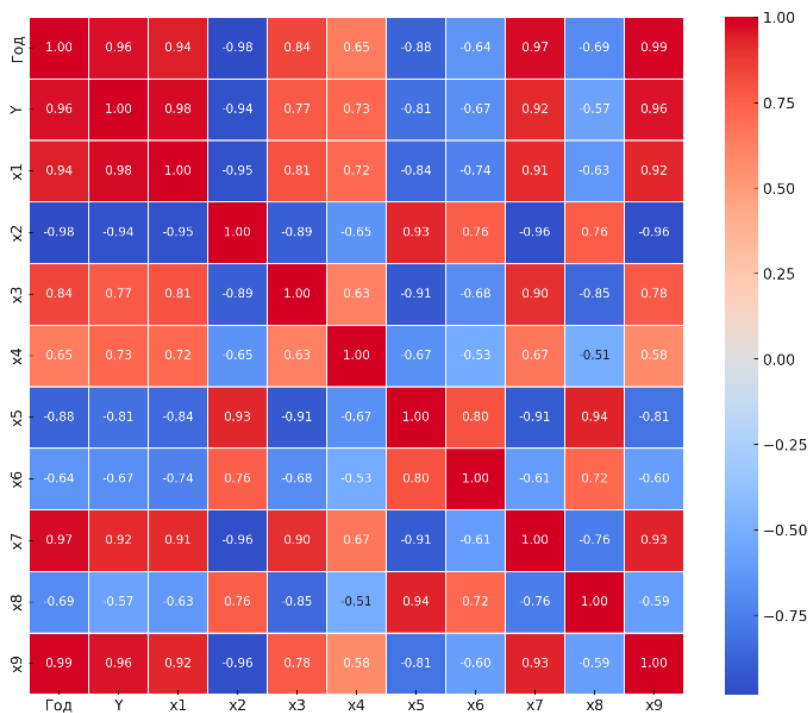


Рис. 1. Матрица корреляций

Таблица 1

Коэффициенты регрессионных моделей

Фактор	Ridge -регрессия	Lasso -регрессия	ElasticNet -регрессия
Площадь зерновых и зернобобовых культур, тыс. га	36664,6	61627,5	26453,6
Урожайность зерновых и зернобобовых культур, ц с 1 га	-19308,2	16973,1	-17807,4
Поголовье КРС, тыс. гол.	-15120,5	-18363,0	-2441,8
Надой молока на одну корову, кг	18177,2	19319,6	16015,6
Среднесписочная численность работников, тыс. чел.	-7797,3	-43503,2	-7067,0
Внесено минеральных удобрений, тыс. т.	-4907,7	17392,3	-6425,0
Наличие основных фондов по полной учетной стоимости, млн. руб.	16050,5	-34455,6	15776,3
Всего тракторов, шт.	11718,2	4652,3	6873,4
Всего комбайнов, шт.	36767,7	77269,7	27466,1

Анализ коэффициентов регрессионных моделей показывает вклад каждого фактора в предсказание продукции сельского хозяйства. Так, площадь зерновых и зернобобовых культур имеет положительное влияние во всех моделях. Урожайность зерновых оказывает различное влияние в разных моделях: негативное в Ridge и ElasticNet, но положительное в Lasso. Поголовье КРС оказывает отрицательное

влияние на продукцию во всех моделях. Надой молока на одну корову положительно коррелирует с продукцией сельского хозяйства в каждой модели.

Для оценки качества моделей были рассчитаны показатели R^2 (коэффициент детерминации) и MSE (средняя квадратичная ошибка), результаты для каждого вида регрессии представлены в таблице 2.

Таблица 2

Оценка качества моделей

Модель	R^2 (коэффициент детерминации)	MSE (средняя квадратичная ошибка)
Ridge	0,9869	186103,1
Lasso	0,9978	30738,2
ElasticNet	0,9885	163494,1

Анализ качества моделей показал, что ElasticNet отражает промежуточные результаты между Ridge и Lasso, т. к. его коэффициент детерминации выше, чем у Ridge, но ниже, чем у Lasso, а средняя квадратичная ошибка находится между ними. ElasticNet сочетает преимущества Lasso и Ridge, сохраняя баланс между регуляризацией и отбором признаков.

На основе полученных моделей можно разработать прогноз развития сельского хозяйства Краснодарского края до 2025 года. В прогнозе, следует определить два дополнительных сценария – пессимистичный сценарий, при котором наблюдается уменьшение факторов на 3 % для каждого года прогноза и оптимистичный сценарий, характеризующийся увеличением факторов на аналогичный процент для создания благоприятных условий. Результаты прогнозирования представлены на рисунке 2.

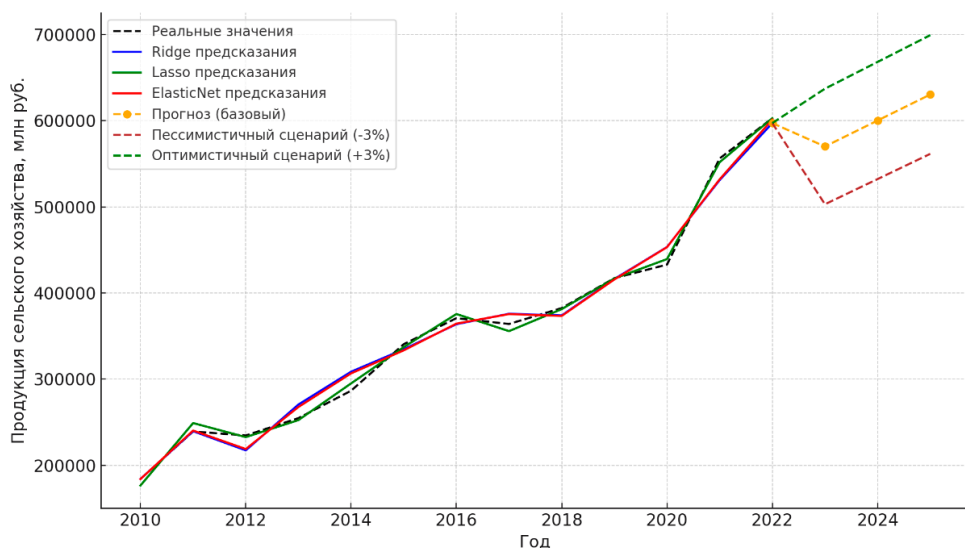


Рис. 2. Прогноз развития сельского хозяйства Краснодарского края

Анализ результатов прогноза, полученного на основе математического моделирования производственных процессов в сельском хозяйстве Краснодарского края, позволяет сделать следующие выводы: базовый сценарий показывает увеличение валовой продукции сельского хозяйства Краснодарского края в течение прогнозируемого периода, исходя из текущих тенденций и динамики факторов. Сценарий основан на экстраполяции данных и отражает средний уровень реализации условий. Пессимистичный сценарий демонстрирует, что при неблагоприятных условиях (снижение факторов, таких как посевные площади, урожайность и т.д.) продукция сельского хозяйства Краснодарского края незначительно снизится и отражает устойчивость системы. Оптимистичный сценарий показывает, что при благоприятных условиях (повышение эффективности, увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животных, и прочих факторов) возможен высокий рост валовой продукции.

Таким образом, согласно полученной модели, изменения в факторах оказывают влияние на прогноз, диапазон между пессимистичным и оптимистичным сценариями достаточен, указывая на стабильность сельского хозяйства Краснодарского края в ближайшие годы.

Выводы

Проведенный анализ теоретических и практических аспектов применения математического моделирования производственных процессов в сельском хозяйстве показал, что использование методов регрессионного анализа и прогнозирования на основе временных рядов позволяет точно оценивать влияние факторов на объем сельскохозяйственной продукции и предсказывать динамику на основе текущих данных. Модели, такие как Ridge, Lasso и ElasticNet, продемонстрировали свою эффективность в учете взаимосвязей между факторами и показали возможность моделировать сценарии, учитывающие пессимистичные и оптимистичные условия.

Базовый, пессимистичный и оптимистичный сценарии прогнозирования позволяют планировать развитие сельского хозяйства, предвидеть возможные риски и оперативно корректировать управленческие решения. Таким образом, математическое моделирование — эффективный инструмент для повышения устойчивого и адаптивного сельского хозяйства в условиях изменяющихся внешних факторов.

Литература

1. Абдуллаев Р.А., Мевлют И.Ш. Моделирование в системе управления производственными ресурсами в сельском хозяйстве // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. 2018. № 3 (61). С. 9-15.
2. Абышов И.С., Момунбеков У.К., Асанбекова А.А. Использование экономико-математических моделей для цифровизации сельского хозяйства // М. Рыскулбеков атындагы Кыргыз экономикалык университетинин кабарлары. 2024. № 1 (62). С. 111-112.
3. Акмырадов Ш., Розыева Д., Атамырадов Д. Производственные процессы в сельском хозяйстве // Ceteris Paribus. 2024. № 3. С. 25-27.
4. Ахметов К.А., Мадиев Г.Р., Бекбосынова А.Б. Системная оценка ресурсного потенциала сельского хозяйства на основе корреляционно-регрессионного анализа и моделирования производственными функциями // Проблемы агорынка. 2019. № 3. С. 58-67.
5. Бабкина А.В., Пучкова О.С., Осипова М.Б. Оптимизация логистических процессов в крестьянских (фермерских) хозяйствах методами математического моделирования // Международный научный журнал. 2022. № 2 (83). С. 104-109.

6. Батракова Н.В., Протасов О.А. Моделирование бизнес-процессов в сельском хозяйстве // Естественно-гуманитарные исследования. 2023. № 4 (48). С. 61-65.
7. Кислицкий М.М., Гоголев И.М., Остаев Г.Я. Управление и моделирование процессов оплаты труда работникам сельского хозяйства // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2018. № 10 (43). С. 81-86.
8. Лойко В.И., Барановская Т.П. Управление производственным процессом в сельском хозяйстве на основе моделирования и оценки цепочек создания добавленной стоимости // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 156. С. 211-227.
9. Сеферова З.А. Экономико-математическое моделирование в сельском хозяйстве // Горное сельское хозяйство. 2023. № 1 (31). С. 83-86.
10. Бердникова Е.В., Дудникова Е.Б., Корсунов В.П., Ерюшев М.В. Сохранение трудовых ресурсов сельских территорий Поволжья на основе экономико-математической модели выбора оптимального крестьянского(фермерского) хозяйства // Аграрный научный журнал. 2017. № 6. С. 73-78.
11. Увайсова З.М. Особенности применения экономико-математического моделирования на предприятиях сельского хозяйства // Успехи современной науки и образования. 2017. Т. 6, № 4. С. 39-41.
12. Чапаев Н.М. Оценка производственных функций и анализ влияния производственных факторов на основные показатели сельского хозяйства Республики Дагестан // Экономика и управление: проблемы, решения. 2020. Т. 4, № 12 (108). С. 38-42.
13. Шестаков Р.Б., Яковлев Н.А. Анализ производственного потенциала в сельском хозяйстве на основе моделирования функции производства // Вестник сельского развития и социальной политики. 2020. № 3 (27). С. 9-12.