

# ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ АГРОФОРМИРОВАНИЙ

**Сёмин А.Н.**, академик РАН, д.э.н., профессор,  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный  
экономический университет», г. Екатеринбург, Россия

**Гусманов Р.У.**, д.э.н., профессор,  
ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, Россия

**Стовба Е.В.**, д.э.н., профессор,  
Бирский филиал УУНиТ, г. Бирск, Россия

**Аннотация.** В статье Осуществлен контент-анализ экономико-математических моделей развития агроформирований, используемых зарубежными исследователями и специалистами. Резюмируется, что современные модельные и цифровые инновационные решения могут успешно и эффективно применяться в практической деятельности отечественных сельскохозяйственных товаропроизводителей.

**Ключевые слова:** моделирование, экономико-математические методы, цифровизация, сельские территории, аграрная экономика.

На современном этапе использование методов моделирования и таких цифровых технологий как блокчейн, искусственный интеллект, Интернет вещей, систем дистанционного зондирования определяет существенный потенциал оптимизации аграрного производства, совершенствования процессов управления природными ресурсами и повышения экологической устойчивости сельских территорий. Безусловно, применение модельных решений и цифровых инноваций способствует росту уровня производительности и эффективности аграрного сектора экономики, сокращению непроизводительных затрат, минимизации негативного экологического воздействия на окружающую среду и повышению качества агропродовольственной продукции [1; 5].

Актуальность исследования зарубежного опыта экономико-математического моделирования в контексте развития отечественных агроформирований обусловлена необходимостью оптимизации управленческих решений и повышения эффективности функционирования аграрного сектора в условиях внешних вызовов, глобализации и интенсификации производственных процессов. Также необходимость изучения зарубежных модельных разработок и решений заключается в возможности идентификации и адаптации наиболее эффективных методов и инструментов моделирования, которые могут быть применены для решения специфических задач развития агроформирований, включая, оптимизацию ресурсного обеспечения, управление рисками, повышение устойчивости к изменениям рыночной конъюнктуры и климатических условий [2; 3]. Данный подход может способствовать повышению эффективности использования производственного потенциала и обеспечения социально-экономической устойчивости сельских территорий.

В концептуальном отношении необходимо выделить роль системного анализа при моделировании процессов развития сельскохозяйственных организаций [9; 10]. Так, использование методов системной динамики и агентно-ориентированного моделирования (agent-based model (ABM)) позволяет учитывать сложные взаимодействия между различными акторами и стейкхолдерами (фермерами, потребителями и государством) в сельском хозяйстве.

В свою очередь, применение системного подхода на основе методов моделирования и кластерного анализа помогает успешно формировать целевые стратегии реструктуризации сельских поселений. В данном аспекте моделирования осуществляемый процесс проектирования целевых стратегий может учитывать трансформационные изменения пространственной структуры сельскохозяйственных земель, используемых под застройку в неоднородном сельском ландшафте [6; 7].

Можно констатировать, что современной наукой накоплен определенный бэкграунд к использованию современных цифровых и модельных технологий в менеджменте и управлении развитием агроформирований. С учетом зарубежной специфики нами сформированы современные направления экономико-математического моделирования развития агроформирований, представленные на рисунке 1.



Рис. 1. Современные направления экономико-математического моделирования развития агроформирований за рубежом

Следует отметить, что в последние годы зарубежные специалисты акцентируют внимание на анализе рисков, непосредственно связанных с развитием сельскохозяйственных организаций. В современных исследованиях широко используются эконометрические модели для анализа и прогнозирования отдельных параметров развития агроформирований. Так, например, модели временных рядов ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) позволяют оценить влияние различных факторов (климатических условий, вариации цен на сельскохозяйственную продукцию, применение

инновационных технологий) на динамику развития агроорганизаций и данные модельные конструкции успешно применяются для анализа долгосрочных тенденций в сельскохозяйственном производстве.

Специфические особенности экономико-математического моделирования развития агроформирований на примере отдельных стран мира систематизированы нами в таблице 1.

Таблица 1. Специфические особенности экономико-математического моделирования развития агроформирований в зарубежных странах

Зарубежные страны	Специфические особенности экономико-математического моделирования развития агроформирований
Австралия	Использование моделей, ориентированных на оценку влияния климатических изменений в сельском хозяйстве, в частности, проектирование последствий изменений климата на урожайность сельскохозяйственных культур и эффективность использования водных ресурсов.
Германия	Разработка агентно-ориентированных моделей для анализа деятельности сельскохозяйственных предприятий на основе имитации поведения фермеров, взаимодействия с продуктовыми рынками и политических изменений.
Канада	Составление эконометрических моделей для имитации сценариев развития аграрного производства и рынков сельскохозяйственной продукции. Моделирование условий осуществления агропродовольственной торговой политики и воздействия климатических изменений на аграрный сектор экономики.
Китай	Моделирование оптимального использования сельскохозяйственных земель и других ресурсов в аграрном секторе экономики, оценка воздействия технологических и цифровых инноваций на развитие сельской экономики.
Нидерланды	Разработка интегрированных моделей, учитывающих условия эффективного использования ресурсов и оптимизации аграрного производства. Составление моделей для оценки степени минимизации негативного воздействия сельского хозяйства на окружающую среду.
США	Использование интегрированных моделей, в том числе геоинформационных систем для прогнозирования воздействия климатических изменений для определения оптимальных агротехнических решений в сельском хозяйстве.
Франция	Активное применение оптимизационных моделей для анализа эффективности деятельности сельскохозяйственных предприятий, учитывающих взаимодействие различных типов фермерских хозяйств.

Зарубежными учеными подчеркивается важность и актуальность выработки оценки использования водных и земельных ресурсов на основе

оптимизационных моделей для достижения устойчивого развития агроформирований. Безусловно, устойчивое развитие является основой концепцией современного сельскохозяйственного планирования [4]. С учетом этого специалисты предлагают более широко применять методы стохастического моделирования, нелинейной оптимизации и нечеткой кластеризации, что, в свою очередь, помогает определить степень устойчивости сельского хозяйства на основе построения альтернативных сценариев вариации окружающей среды.

Сегодня интеграция цифровых технологий в процесс моделирования развития организаций может быть представлено одним из основных мейнстримов экономико-математической науки [8; 11]. Так, использование геоинформационных систем, возможностей искусственного интеллекта и аналитических платформ позволяет учитывать пространственные и временные аспекты процесса моделирования и повышает точность прогнозирования в условиях изменяющейся внешней и внутренней среды агроформирований.

Широкое применение специалистами аппарата ГИС-моделирования позволяет эффективно оценивать современное состояние и потенциал устойчивости сельского хозяйства. Безусловно, оценка комплексная параметров устойчивости сельского хозяйства имеет стратегическое значение для сохранения и улучшения использования земельных ресурсов агроформирований [13]. Так, применение пространственной модели устойчивого потенциала (Designed Sustainable Potentiality Spatial Model, DSPSM) на основе анализа пяти ключевых факторов (productivity, security, protection, economic viability and social acceptability) определяет разграничение местности, в которой культивируются отрасли сельского хозяйства на три типа (класса) устойчивости.

В настоящее время дистанционное зондирование представляет собой мощный инструмент для анализа и мониторинга пространственно-временных преобразований в сельском хозяйстве. В данном аспекте эффективной научной разработкой исследования процессов управления земельными ресурсами может

являться гибридная модель логистической регрессии. Реализация данной модельной разработки позволяет резюмировать, что моделирование процессов землепользования является важнейшей составляющей планирования сельского хозяйства и принятия управленческих решений в аграрном секторе экономики.

В качестве эффективных примеров оптимизации отраслей сельского хозяйства можно привести модельные разработки, применяемые для крупнейшего сельскохозяйственного округа Kern County в Калифорнии (и в целом США). Составленные модели учитывают балансировку целей развития аграрного производства, эффективное использование запасов подземных вод для сельскохозяйственных нужд и биоразнообразия на основе определенных экологических приоритетов. Следует подчеркнуть, что подобные оптимизационные модели являются составной частью современной концепции стратегического планирования природоохранной деятельности агроформирований и их практическое применение способствует эффективному распределению объектов землепользования в условиях дефицита водных ресурсов [12].

В зарубежной научной литературе формирование оптимального соотношения структуры землепользования агроформированиями рассчитывается исследователями на основе оценки влияния результирующих природно-климатических, социальных и экономических факторов. Обязательным условием осуществления процесса оптимизации землепользования является расширение площадей сельскохозяйственных земель с учетом всего спектра оказываемых экосистемных услуг. Необходимо подчеркнуть, что результаты оптимизации на научной основе не только обеспечивают стабильность использования обрабатываемых сельскохозяйственных земель, но и позволяют учитывать такие экологические аспекты землепользования как очистка воды и сохранение почвы.

Итак, зарубежный опыт экономико-математического моделирования развития агроформирований демонстрирует стратегическую роль цифровых и модельных разработок в повышении эффективности и устойчивости

сельскохозяйственного производства. На наш взгляд, для успешного внедрения и использования подобных моделей необходима разработка и реализация комплексных программ, направленных на обучение специалистов, развитие цифровой инфраструктуры и создание условий для доступа к актуальным базам статистических данных и передовым технологиям.

### Литература

1. Габдулхаков Р.Б., Полтарыхин А.Л., Цуканова О.М., Авдеев Ю.М. Оценка региональной конкурентоспособности: перспективы АПК региона // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13. № 6. С. 339-361.

2. Галиев Р.Р. Проблемы рационального использования земельных ресурсов // Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития АПК: Материалы Международной научно-практической конференции в рамках XXIII Международной специализированной выставки "АгроКомплекс-2013". Уфа: Башкирский ГАУ, 2013. С. 129-132.

3. Галиев Р.Р. Методология и методика исследования производственного потенциала хозяйств региона // *Никоновские чтения*. 2018. № 23. С. 159-161.

4. Гусманов Р.У., Низомов С.С. Обеспечение продовольственной безопасности региона на фоне принятых санкций и политики импортозамещения // *Вестник Прикамского социального института*. 2017. № 2 (77). С. 55-58.

5. Гусманов У.Г., Низомов С.С. Применение методов моделирования для повышения эффективности сельскохозяйственного производства // *Никоновские чтения*. 2016. № 21. С. 290-292.

6. Кутлин Ю.Н., Гафаров Ф.А., Кутлин Н.Г. Биометрические методы в биологии. Бирск: Бирский филиал УУНИТ, 2024. 140 с.

7. Кутлин Ю.Н., Кутлин Н.Г., Онина С.А., Гафаров Ф.А. Статистическая обработка в биологических исследованиях. Бирск: Бирский филиал БашГУ, 2022. 118 с.

8. Низомов С.С. Применение методов корреляционно-регрессионного и кластерного анализа при прогнозировании урожайности зерновых культур // Гуманитарные и социальные науки. 2014. № 2. С. 768-772.
9. Стомба А.В. Социально-философский смысл категории инновации // В мире научных открытий. 2012. № 7 (31). С. 153-163.
10. Стомба А.В. Соотношение и взаимодействие традиций и инноваций в общественном развитии // В мире научных открытий. 2011. № 4 (16). С. 229-233.
11. Cao X., Xu Y., Li M., Fu Q., Xua X., Zhang F. A modeling framework for the dynamic correlation between agricultural sustainability and the water-land nexus under uncertainty // Journal of Cleaner Production. 2022. Volume 349. P. 131270.
12. Feng G., Zhang M. The Coupling Coordination Development of Rural E-commerce and Rural Revitalization: A Case Study of 10 Rural Revitalization Demonstration Counties in Guizhou // Procedia Computer Science. 2022. Volume 199. P. 407-414.
13. Mellakua M.T., Sebsibe A.S. Potential of mathematical model-based decision making to promote sustainable performance of agriculture in developing countries: A review article // Heliyon. 2022. Volume 8. Issue 2. P. e08968.