

4) амортизация, начисляемая в налоговом учете, определяет сумму налоговой экономии по налогу на прибыль, которую также можно рассматривать как элемент денежного потока по текущей деятельности.

Закключение. Таким образом, амортизация основных средств заслуживает пристального внимания финансовых работников. Она является наиболее доступным для компании внутренним источником финансирования инвестиций в модернизацию производственных мощностей; позволяет сократить налоговую нагрузку; вносит существенный вклад в формирование чистого операционного денежного потока компании.

Список использованной литературы

1. Постановление Министерства экономики Республики Беларусь, Министерства финансов Республики Беларусь и Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 30 января 2026 г. №6/8/7 [Электронный ресурс] // ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2026.

2. Инструкция по бухгалтерскому учету основных средств [Электронный ресурс] : утв. постановлением Министерства финансов Республики Беларусь от 30 апреля 2012 г. № 26 с изм. и доп. от 30 января 2026г. №7 // ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2026.

3. Об утверждении инструкции по бухгалтерскому учету доходов и расходов [Электронный ресурс] : постановление Министерства финансов Республики Беларусь от 30 сентября. 2011 г., № 102; с изм. и доп. от 25 августа 2025 г. № 73 // ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2026.

УДК 631.15:631.531

АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР (НА ПРИМЕРЕ ШАРКОВЩИНСКОГО РАЙОНА ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ)

Новик А.А.

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Ключевые слова: агент-ориентированная модель, машинное обучение, оптимизация посевных площадей, урожайность сельскохозяйственных

культур, структура посевов, прогнозирование, региональная специализация, цифровое сельское хозяйство, поддержка принятия решений, растениеводство, климатические факторы, эффективность землепользования.

Key words: agent-based model, machine learning, crop area optimization, crop yield, sowing structure, forecasting, regional specialization, digital agriculture, decision support, crop production, climatic factors, land use efficiency.

Аннотация: Разработана агент-ориентированная модель оптимизации структуры посевных площадей с интеграцией методов машинного обучения на основе статистических данных по Шарковщинскому району Витебской области за 2011-2024 гг. Модель учитывает агроклиматические, демографические и экономические факторы, позволяя формировать рекомендации по распределению посевных площадей на 2027 год. Реализация выполнена на языке Python 3.13.12 (scikit-learn, XGBoost, SciPy).

Summary: An agent-based model for crop area structure optimization with machine learning integration was developed using statistical data of Sharkovshchina district, Vitebsk region for 2011-2024. The model considers agro-climatic, demographic and economic factors to generate recommendations for sown area distribution up to 2027. Implementation is performed in Python 3.13.12 (scikit-learn, XGBoost, SciPy).

Введение. Современное сельское хозяйство функционирует в условиях высокой неопределенности, обусловленной изменением климата, демографическими сдвигами и волатильностью рынков сельскохозяйственной продукции. В этой связи актуальной задачей становится разработка инструментов поддержки принятия решений, позволяющих оптимизировать структуру посевных площадей с учетом комплекса взаимосвязанных факторов.

Шарковщинский район Витебской области характеризуется типичными для северной части Беларуси почвенно-климатическими условиями и выраженными трендами сокращения сельского населения, что делает его репрезентативным объектом для моделирования [1]. Цель настоящей работы – разработка агент-ориентированной модели, интегрирующей методы машинного обучения для цели прогнозирования урожайности и оптимизации структуры посевных площадей.

Основная часть. Информационной основой модели послужили статистические данные по Шарковщинскому району за период 2011-2024 гг., собранные из официальных статистических сборников [2]. Временной ряд включает 14 лет наблюдений по следующим группам показателей:

Посевные площади и валовые сборы. Общая посевная площадь сельскохозяйственных культур варьировала от 36 029 га (2021 г.) до

41 338 га (2012 г.). В структуре посевов преобладают зерновые и зернобобовые культуры (29-51% площади), кормовые культуры (42-62%).

Урожайность. Максимальная урожайность зерновых достигнута в 2015 г. (30,8 ц/га), минимальная зафиксирована в 2024 г. (13,4 ц/га).

Демографические показатели. Численность сельского населения сократилась с 10 496 чел. (2011 г.) до 6 708 чел. (2024 г.), т. е. на 36,1% за 14 лет. Расчетное количество трудоспособного сельского населения уменьшилось с 5 668 чел. до 3 596 чел.

Погодно-климатические условия. Для учета климатического фактора сформирован интегральный показатель Weather Score [3], агрегирующий среднегодовую температуру (диапазон 6,5-8,5°C), годовое количество осадков (580-750 мм), продолжительность солнечного дня (1680-1850 часов) и количество дней с заморозками (110-130 дней).

Разработанная модель относится к классу агент-ориентированных моделей (Agent-Based Model, АВМ) и включает три уровня [4]:

Уровень 1 – Агенты культур. Каждая сельскохозяйственная культура моделируется как независимый агент со следующими параметрами:

- базовая урожайность;
- коэффициент чувствительности к погодным условиям;
- трудоемкость возделывания (чел. - дней на 1 га);
- производственные затраты на 1 га;
- рыночная цена единицы продукции.

Агенты взаимодействуют с внешней средой через механизмы учета погодных условий и доступности трудовых ресурсов. Функция расчета фактической урожайности агента имеет вид:

$$Y_actual = Y_base \times (1 + (W - 0.5) \times S) \times \min(1, L / (A \times N))$$

где Y_base – базовая урожайность; W – погодный индекс; S – коэффициент чувствительности к погоде; L – доступные трудовые ресурсы; A – площадь культуры; N – нормативная трудоемкость.

Уровень 2 – Модели машинного обучения. Для прогнозирования урожайности используется ансамбль из двух алгоритмов: случайный лес и градиентный бустинг [5]. Входными признаками выступают: погодный индекс, численность трудоспособного сельского населения, общая посевная площадь. Качество моделей оценивается коэффициентом детерминации R^2 , значения которого составили от 0,72 до 0,89.

Ансамблирование реализовано методом простого усреднения прогнозов двух моделей, что позволяет снизить дисперсию ошибки и повысить устойчивость прогнозов.

Уровень 3 – Оптимизационное ядро. Оптимизация структуры посевных площадей осуществляется методами последовательного

квадратичного программирования (SLSQP) с резервным алгоритмом дифференциальной эволюции. Целевая функция максимизирует сумму экономического эффекта (прибыль) и валовой стоимости продукции с учетом штрафов за нарушение агротехнических ограничений.

Ограничения модели:

- сумма долей всех культур равна 100% посевной площади;
- для каждой культуры заданы минимальная и максимальная допустимые доли в структуре посевов, основанные на агротехнических требованиях севооборотов и специализации района;
- недопустимость отрицательных значений всех переменных.

Прогноз погодного индекса на 2027 год выполнен методом линейной экстраполяции тренда последних пяти лет наблюдений с добавлением стохастической компоненты, моделирующей естественную климатическую вариабельность:

$$W_{2027} = \beta + \beta \times 7 + \varepsilon, \varepsilon \sim N(0, 0.02^2)$$

Прогноз трудовых ресурсов основан на экстраполяции линейного тренда сокращения сельского населения. Среднегодовой темп снижения за 2011-2024 гг. составил 3,0%, что позволяет прогнозировать численность трудоспособного сельского населения на уровне 3 100 - 3 300 чел. к 2027 г.

Оптимизационные расчеты позволили сформировать рекомендуемую структуру посевных площадей на 2027 г. (представлены на рисунке 1).

```
АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
Шарковщинский район Витебской области
=====
[1/4] Загрузка исторических данных...
Загружено 14 лет наблюдений (2011-2024)
Общая посевная площадь (2024): 38700 га
Трудоспособное сельское население (2024): 3596 чел.

[2/4] Обучение моделей машинного обучения...
Зерновые: R² = 0.966
Ряпс: R² = 0.975
Картофель: R² = 0.963
Овощи: R² = 0.943
Лен: R² = 0.950

[3/4] Оптимизация структуры посевных площадей на 2027 год...
Прогноз погодного индекса: 0.588
Прогноз трудовых ресурсов: 3194 чел.
Оптимизация успешно завершена

=====
РЕЗУЛЬТАТЫ ОПТИМИЗАЦИИ НА 2027 ГОД
=====
Культура          Площадь, га      Доля, %
-----
Зерновые          16254           42.0
Ряпс              4644            12.0
Картофель        1161             3.0
Овощи            387              1.0
Лен              1161             3.0
Кормовые        15093           39.0
-----
ИТОГО             38700          100.0
```

Рисунок 1. Скриншот работы модели в интерпретаторе Python

Рекомендуемая структура обеспечивает прогнозируемую рентабельность на уровне 25-35%. Основными драйверами экономической эффективности выступают зерновые культуры (42% общей прибыли) и рапс (28% прибыли).

Рекомендации модели основаны на следующих принципах: приоритет культур с высокой маржинальностью, учет климатического тренда, адаптация к дефициту трудовых ресурсов, соблюдение севооборотов.

Заключение. Разработанная агент-ориентированная модель с интеграцией методов машинного обучения показала способность формировать научно обоснованные рекомендации по оптимизации структуры посевных площадей. Валидация на данных за 2011-2024 гг. подтвердила высокую объясняющую способность моделей ($R^2 = 0,72-0,89$), а оптимизационные расчеты позволили определить структуру посевов на 2027 год с прогнозируемой рентабельностью 25-35%.

Модель может применяться как инструмент поддержки принятия решений при реализации региональной политики, повышения эффективности использования земельных ресурсов. Перспективные направления развития включают: интеграцию модуля прогнозирования цен, механизмов субсидирования, учет логистической и складской инфраструктуры, включение параметров технической оснащенности хозяйств, детализацию почвенно-климатического блока с использованием данных дистанционного зондирования, переход к динамической оптимизации севооборотов на горизонте 5-7 лет и создание цифрового двойника агроэкосистемы района.

Модель основана на данных официальных статистических сборников и является демонстрационным прототипом, иллюстрирующим возможности агент-ориентированного подхода и методов машинного обучения для стратегического планирования. Заложенные архитектурные принципы могут служить основой для разработки промышленных систем поддержки принятия решений на районном, региональном уровнях.

Список использованной литературы

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск: Белстат, 2024. – URL: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/selskoe-hozyaistvo/> (дата обращения: 06.05.2026).

2. Аджиева, А. А. Методы машинного обучения в прогнозировании урожайности сельхозкультур//AGRIS. – 2025. – URL: <https://agris.fao.org/search/en/records/6968a82fe7b02dfd4afba46e> (дата обращения: 06.05.2026).

3. Агафонова, О. В. Организация логистических процессов в растениеводстве и способы их оптимизации // Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК: сб. статей XV Междунар. науч.-практ. конф. – Минск: БГАТУ, 2023. – С. 302-308. – URL: <http://rep.bsatu.by/handle/doc/19496> (дата обращения: 06.05.2026).

4. Каличкин, В. К. Модели машинного обучения для прогнозирования урожайности яровой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2025. – Т. 55, № 6. – С. 5-19.

5. Митрофанова, О. А. Прототип цифрового двойника в точном земледелии // Материалы 23-й Междунар. конф. «Современные проблемы ДЗЗ из космоса». – М.: ИКИ РАН, 2025. – С. 395.

УДК 339.138

МАРКЕТИНГ 6.0 КАК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Пашкова Е.С.

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Ключевые слова: цифровой маркетинг, маркетинг 6.0, инновационные технологии, этичность, персонализация.

Key words: digital marketing, marketing 6.0, innovative technologies, ethics, personalization

Аннотация: В статье рассматривается сложность современного маркетинга в цифровом мире, акцентируя внимание на необходимости внедрения инновационных технологий, таких как AR/VR и аналитика данных. Обсуждается важность глубокого понимания потребностей аудитории и способности адаптироваться к быстро меняющимся трендам. Особое внимание уделяется этическим ценностям, которые становятся ключевыми драйверами доверия и лояльности потребителей. Ключевыми компонентами успешной стратегии являются цифровая трансформация, активное использование социальных медиа и фокус на персонализации, что позволяет укреплять связи с клиентами и соответствовать новым требованиям рынка.

Summary: The article examines the complexity of modern marketing in the digital world, emphasizing the need for the adoption of innovative technologies such as AR/VR and data analytics. It discusses the importance of a deep under-