

Олейникова Олеся Олеговна

студентка

ФГБОУ ВО «Российский государственный
аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева»

г. Москва

Алмазова Екатерина Сергеевна

аспирант

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки
и технологий им. академика М.Ф. Решетнева»

г. Красноярск, Красноярский край

Соловьева Татьяна Владимировна

аспирант

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки
и технологий им. академика М.Ф. Решетнева»

г. Красноярск, Красноярский край

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ГЕТЕРОГЕННЫХ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

***Аннотация:** статья посвящена исследованию возможностей применения методологии больших данных для оптимизации процессов хранения и транспортировки скоропортящейся продукции. Рассматриваются ключевые направления использования аналитических инструментов. Особое внимание уделяется эффективности гибридных моделей, объединяющих различные подходы для повышения точности прогнозов и адаптивности принимаемых решений. Анализируются вызовы и ограничения практического внедрения предлагаемых подходов, включая вопросы интеграции разнородных источников данных и требования к вычислительным ресурсам, а также перспективы развития технологий, связанные со снижением стоимости сенсоров и развитием облачных платформ.*

Ключевые слова: *большие данные, скоропортящаяся продукция, машинное обучение, прогнозирование срока годности, оптимизация логистики, IoT.*

Ежегодные потери продовольствия при транспортировке и хранении представляют собой одну из наиболее острых проблем современной экономики. По различным оценкам, от двадцати до сорока процентов произведенной сельскохозяйственной продукции не доходит до конечного потребителя, утрачивая свои качества на пути от поля до прилавка. Особенно остро эта проблема стоит для товаров с ограниченным сроком хранения – фруктов, овощей, мясной и молочной продукции, чувствительных к малейшим колебаниям температуры и влажности.

Современные логистические центры оснащаются распределенными сетями датчиков, фиксирующих параметры среды. Помимо стандартных термометров и гигрометров, все большее распространение получают газоанализаторы, определяющие содержание кислорода, углекислого газа и этилена. Вибрационные датчики контролируют механические воздействия при транспортировке, поскольку тряска и удары способны запускать необратимые процессы разрушения клеточных структур.

Каждое устройство генерирует непрерывный поток измерений, передаваемых по беспроводным сетям в центры обработки. Объем накапливаемых данных требует применения распределенных файловых систем и специализированных баз данных, ориентированных на временные ряды. Предварительная обработка информации занимает важное место в технологическом цикле – датчики дают сбои, соединения прерываются, возникают помехи. Для восстановления пропусков используются алгоритмы интерполяции, а методы фильтрации отделяют сигнал от шума.

Определение остаточного срока годности продукта составляет центральную задачу интеллектуального управления. Классические подходы, восходящие к работам Аррениуса, связывают скорость химических реакций с температурой. Однако реальность оказывается сложнее – скорость порчи зависит от колебаний температуры, влажности, газового состава, механических воздействий и исходного состояния продукта.

Методы машинного обучения открывают возможность строить прогнозные модели, непосредственно обучаясь на накопленных данных. Сверточные сети успешно применяются для анализа спектральных характеристик продукции. Рекуррентные сети с долгой краткосрочной памятью позволяют учитывать историю изменений условий. Практика показывает, что гибридные модели, сочетающие теоретические знания с машинным обучением, дают наилучшие результаты.

Перемещение скоропортящихся грузов сопряжено с множеством неопределенностей. Системы на основе обучения с подкреплением предлагают иной подход – программный агент, отвечающий за выбор маршрута, взаимодействует со средой, обучаясь предвидеть последствия решений. Важной особенностью является способность учитывать состояние продукта: одно и то же увеличение времени в пути по-разному скажется на грузе с большим запасом свежести и на продукте, приближающемся к предельному сроку. Экспериментальные внедрения показывают снижение потерь на 15–25%.

Складское хранение также становится динамическим процессом. Датчики фиксируют неравномерность распределения температуры и влажности в пределах одного помещения. Алгоритмы кластеризации позволяют выделить зоны со сходными микроклиматическими характеристиками, размещая продукцию с учетом этих особенностей. Отслеживая остаточный прогнозируемый срок каждой партии, система автоматически определяет очередность отгрузки, минимизируя ситуации, когда продукция с истекающим сроком остается на хранении.

Вопрос о целесообразности внедрения систем анализа больших данных упирается в экономические расчеты. Оснащение датчиками, развертывание инфраструктуры и разработка алгоритмов требуют значительных вложений. Опыт компаний показывает окупаемость в течение двух-трех лет за счет сокращения потерь продукции, достигающего тридцати процентов, и оптимизации энергопотребления. Репутационная составляющая также важна – потребители внимательно относятся к вопросам сокращения пищевых отходов.

Развитие облачных платформ делает аналитические инструменты доступными для небольших компаний. Совершенствование датчиков и снижение их

стоимости ведет к тому, что оснащение каждого грузового места становится экономически оправданным. Появление отраслевых стандартов обмена данными решает проблему совместимости информационных систем, позволяя выстраивать сквозные цепи прослеживаемости.

Переход от реактивного управления к проактивному, основанному на прогнозировании рисков, меняет логику работы с чувствительными грузами. Вместо попыток удержать параметры в жестких рамках система стремится предвидеть последствия и выбирать наиболее благоприятные варианты. Дальнейшее развитие технологий будет способствовать распространению описанных подходов, постепенно приближая решение проблемы продовольственных потерь, десятилетиями остававшейся неразрешимой традиционными средствами.

Список литературы

1. Информационные системы и технологии в АПК: учебник / А.В. Бабкина, И.Е. Быстренина, М.И. Горбачев [и др.]. – М.: Российский государственный аграрный университет, 2025. – 615 с. EDN ZJCSXJU

2. Интеллектуальный анализ спутниковых данных для оценки состояния и динамики техногенно трансформированных земель / Д.Ю. Евсюков, С.В. Пчелинцева, О.С. Ермолаева, А.С. Прудкий // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2025. – №4. – С. 91–96. EDN JMGZYQ

3. Проектирование модуля информационной системы для дошкольного образовательного учреждения / М.В. Журавлев, А.Р. Глинская, С.В. Кукарцева, В.Ю. Панченко // Актуальные вопросы гуманитарных и социальных наук: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Чебоксары, 15 января 2026 г.). – Чебоксары: Среда, 2026. – С. 131–134. EDN OXJNHR

4. Обнаружение аномалий в данных промышленных сенсорных систем добычи на основе алгоритмов кластеризации / С.О. Курашкин, Л.В. Красовская, М.В. Журавлев, Т.В. Бирюкова // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2025. – №4. – С. 382–388. EDN WMCTCH

5. Сравнительный анализ статистических и нейросетевых методов прогнозирования геоэкологических показателей горнодобывающих объектов / А.А. Ступина, М.В. Спринджук, М.В. Журавлев, Т.И. Ашмарина // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2025. – №4. – С. 125–130. EDN ITXOMF