

УДК 657.1

***ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО МОНИТОРИНГА И  
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАПАСОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО  
ПЕРЕРАБОТКЕ МОЛОКА***

***Сметанко А.В.***

*д.э.н., доцент кафедры учёта, анализа и аудита*

*Институт экономики и управления ФГАОУ ВО*

*«КФУ им. В.И. Вернадского»,*

*г. Симферополь, Россия*

***Огородник Ю.Ю.***

*студентка кафедры учёта, анализа и аудита*

*Институт экономики и управления*

*ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»,*

*г. Симферополь, Россия*

**Аннотация**

В статье рассматриваются современные технологии цифрового мониторинга и прогнозирования запасов на предприятиях молочной переработки. Обоснована актуальность внедрения таких технологий в условиях жесткой конкуренции и специфических требований к молочной продукции. Проанализированы возможности применения Интернета вещей (IoT), RFID-технологий и штрихкодирование, а также систем управления складом (WMS) для мониторинга условий хранения и оптимизации складских процессов. Особое внимание уделено технологиям цифрового прогнозирования, основанным на искусственном интеллекте и анализе больших данных, позволяющим прогнозировать спрос и оптимизировать уровень запасов. Также рассмотрены преимущества и недостатки цифровизации управления запасами.

**Ключевые слова:** цифровой мониторинг, запасы, прогнозирование запасов, цифровизация, системы.

***TECHNOLOGIES FOR DIGITAL MONITORING AND FORECASTING OF  
STOCKS AT MILK PROCESSING PLANTS***

***Smetanko A.V.,***

*Doctor of Economics, Associate Professor*

*Institute of Economics and Management*

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University,*

*Simferopol, Russia*

***Ogorodnik J.J.,***

*student of the Department of Accounting, Analysis and Audit*

*Institute of Economics and Management*

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University,*

*Simferopol, Russia*

**Abstract**

The article discusses modern technologies of digital monitoring and forecasting of stocks at dairy processing enterprises. The relevance of the introduction of such technologies in conditions of fierce competition and specific requirements for dairy products is substantiated. The possibilities of using the Internet of Things (IoT), RFID technologies and barcoding, as well as warehouse management systems (WMS) for monitoring storage conditions and optimizing warehouse processes are analyzed. Special attention is paid to digital forecasting technologies based on artificial intelligence and big data analysis, which make it possible to predict demand and optimize inventory levels. The advantages and disadvantages of digitalization of inventory management are also considered.

**Keywords:** digital monitoring, inventory, inventory forecasting, digitalisation, systems.

Молочная промышленность занимает ключевое место в структуре агропромышленного комплекса Российской Федерации, обеспечивая продовольственную безопасность, экспортный потенциал и занятость в сельских территориях. В настоящее время, предприятия молочной переработки сталкиваются с жесткой конкуренцией, высокими требованиями к качеству продукции и необходимостью оптимизации всех бизнес-процессов. На предприятиях по переработке молока установлены особые требования к управлению запасами в связи с особенностями молочной продукции, такими как: высокая скорость порчи, технологическая чувствительность к условиям хранения и логистические ограничения.

В условиях перехода к цифровой экономике, эффективность функционирования молокоперерабатывающих предприятий всё в большей степени определяется способностью оперативно реагировать на колебания спроса и предложения, сокращать потери и обеспечивать непрерывность технологических процессов. Основные проблемы, обусловленные спецификой молочной отрасли, заключаются в том, что большая часть предприятий по переработке молока в России, все еще применяет традиционные методы управления запасами. В большей степени к ним относятся ручной учет, включающий использование бумажных регистров и бухгалтерских книг и ограниченное использование автоматизированных систем. Так же к проблемам управления запасами относится то, что прогнозирование спроса часто основывается на простых моделях, таких как скользящая средняя, которые не учитывают сложные факторы, влияющие на рынок. Традиционные методы учёта и регулирования товарно-материальных запасов оказываются недостаточно адаптивными, так как основной чертой предприятий по обработке молока, является то, что продукция обладает крайне коротким сроком годности, а также имеет строгие требования к условиям хранения (температуре, влажности), что

Вектор экономики | [www.vectoreconomy.ru](http://www.vectoreconomy.ru) | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

требует особого внимания и усложняет управление запасами, так как отклонение от нормы может привести к порче продукции [3].

Важным фактором для предприятий по переработке молока, является определение оптимального размера поставок сырья и материалов. С одной стороны, чем больше размер партии, тем ниже затраты на доставку заказываемого сырья, а также по приемке материально-производственных запасов. С другой стороны – большие партии материально-производственных запасов могут привести к затовариванию на складах, к обесценению материально-производственных запасов и к большим потерям [1].

На этом фоне всё более актуальной становится задача внедрения цифровых технологий мониторинга и прогнозирования запасов. Подобные решения обеспечивают переход к проактивному управлению, минимизируют ручные операции и позволяют формировать достоверную аналитическую базу для принятия обоснованных решений.

Целью настоящей статьи является комплексный анализ и систематизация цифровых инструментов, применяемых для мониторинга и прогнозирования запасов на молокоперерабатывающих предприятиях, а также оценка возможностей и ограничений их применения в российских условиях.

В рамках поставленной цели решаются следующие задачи:

- раскрыть специфику учёта и движения запасов в молочной промышленности;
- обосновать направления совершенствования цифровой инфраструктуры в отрасли.

Организация учёта и регулирования товарно-материальных запасов в молочной промышленности отличается высокой степенью сложности, что обусловлено как биологическими характеристиками сырья, так и многостадийностью технологического цикла. К специфике учёта и движения запасов в молочной промышленности относятся:

1. Многоуровневая структура запасов, в которую включены: сырьевые запасы, полуфабрикаты, готовая продукция, упаковочные материалы и вспомогательные компоненты. Каждая из указанных групп требует отдельного контроля с учетом сроков годности, температурных режимов, норм санитарного хранения и маршрутов внутренней логистики [2].

2. Нестабильность сырьевой базы и сезонность, которые выражены зависимостью от сезонных факторов. В тёплое время года объём поступающего сырья может значительно превышать потребности производственного цикла, в то время как зимой наблюдается дефицит, что приводит к колебаниям в объемах закупок и усложняет планирование. Для избежания избыточных запасов или вынужденных простоев оборудования, предприятиям необходимо внедрять цифровую аналитику и прогнозирование.

3. Жёсткие регламенты по условиям хранения, так как молочная продукция требует строгого соблюдения норм хранения, с установленными диапазонами температуры и влажности, что требует не только физического контроля условий хранения, но и постоянного цифрового мониторинга с сигнализацией при отклонениях.

4. Информационные разрывы между отделами. Большинство молочных предприятий, сталкиваются с проблемой формирования единого баланса запасов, так как процессы закупки, переработки, склада и сбыта ведут в разрозненных информационных системах. Недостаток синхронности данных приводит к дублированию, запаздыванию управленческих решений и неэффективному перераспределению ресурсов [6].

5. Чувствительность к логистическим сбоям, что связано с коротким сроком годности молочной продукции. Любая задержка в отгрузке приводит к возвратам, списаниям или переработке. Следовательно, цифровое управление запасами тесно связано с логистической аналитикой.

Рассмотренные выше факторы формируют устойчивую потребность в цифровых решениях, которые позволят не просто учитывать запасы, а

предсказывать точки риска, предотвращать потери и выстраивать оптимальные логистические цепочки.

В условиях регулярных перемен производственных процессов и чувствительности продукции к отклонениям от норм хранения, цифровой мониторинг становится основой для повышения надёжности и эффективности управления материальными потоками в молочной промышленности. Мониторинг запасов подразумевает не просто фиксацию остатков, а непрерывное отслеживание состояния сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, интегрированное с внутренними процессами и логистикой. К технологиям цифрового мониторинга относятся:

1. IoT и датчики. Данные системы на молокообработывающих предприятиях позволяют устанавливать датчики на оборудование, транспортные средства и склады, что обеспечивает мониторинг в режиме реального времени и быструю реакцию на любые отклонения. Датчиковые системы фиксируют:

- температуру и влажность на складах и в транспортных средствах;
- движение партий по складским ячейкам;
- давление и параметры жидкости в трубопроводах;
- вибрации и нагрузку на холодильные камеры [2].

IoT и датчики широко применяются на складах для оптимизации различных процессов, со следующими целями:

- Контроль климатических условий, для отслеживания норм температуры, влажности и других параметров хранения скоропортящихся продуктов в режиме реального времени [3].

- Отслеживание количества и состояния товаров на складе, для оптимизации управления запасами.

- Повышение безопасности в местах хранения запасов с помощью сенсоров движения и камер видеонаблюдения, подключённых к IoT, что позволяет контролировать доступ к складу, отслеживать перемещение сотрудников и предотвращать кражи и прочие правонарушения [5].

Интеграция интернета вещей и датчиков в складскую инфраструктуру содействует предприятиям в минимизации потерь, обеспечении более высокого качества хранения и оптимизации общей деятельности склада.

2. WMS (Warehouse Management System). Программа для управления складской логистики, с целью автоматизации операций. Интеграция WMS позволяет получать актуальную информацию о наличии запасов в режиме реального времени и оптимизировать складское пространство [5].

Основными целями внедрения систем управления складом являются:

- Управление складскими процессами, для контроля движения товаров на складе, в том числе: для исключения пересортицы, оперативного контроля остатков на складе, мониторинга и анализа складского товарооборота, управления сроками годности продукции [6].

- Оптимизация размещения товаров с использованием интеллектуальных алгоритмов WMS, что позволяет оптимально размещать товары с учётом их характеристик, частоты обращения, условий хранения и прочих факторов.

- Оптимизация численности персонала на складах для контроля производительности и эффективности работы. Система распределяет задачи между сотрудниками в зависимости от их квалификации и загруженности, анализирует выполнение нормативов и выявляет проблемы в работе склада.

Внедрение WMS, позволяет предприятию повысить точность учета. Особенно важно для молочных предприятий, где контроль над сроками годности критически важен.

3. RFID-технологии и штрихкодирование. Данная система включает в себя RFID-метки и 2D-штрихкоды, что позволяет вести идентификацию каждой единицы продукции и отслеживать её перемещение по цепочке «приёмка – склад – линия – отгрузка».

К преимуществам использования RFID-технологий относятся:

- отсутствие необходимости в прямой видимости (в отличие от классических штрихкодов);

- высокая скорость считывания;
- возможность групповой идентификации (например, поддона целиком);
- минимизация ошибок при инвентаризации [1].

RFID-инфраструктура интегрируется с системами учёта и позволяет в режиме реального времени видеть, какие партии приближаются к сроку реализации, где имеются избытки или дефицит, а также осуществлять ротацию по принципу FIFO (first in – first out).

Таким образом, цифровой мониторинг в молочной промышленности становится неотъемлемой частью системы качества, обеспечивая превентивный контроль и обоснованную управленческую реакцию.

Также для решения проблем управления запасами, предприятия внедряют технологии цифрового прогнозирования запасов. Это инструменты, которые помогают автоматизировать процессы учёта, прогнозирования и анализа данных в управлении запасами [2].

Технологии цифрового прогнозирования запасов основаны на обработке данных. Прогнозы составляются на основе анализа прошлых продаж, сезонных колебаний, трендов рынка и множества прочих факторов.

Прогнозирование запасов позволяет:

- рассчитывать оптимальные объёмы закупок сырья;
- предсказывать остатки на складе на конец периода;
- планировать производство с учётом спроса и сроков годности;
- снижать списания и возвраты из-за нерационального распределения;
- балансировать логистическую нагрузку между складами и маршрутами.

К технологиям цифрового прогнозирования запасов относятся:

1. AI/ML (Искусственный интеллект и машинное обучение). Данная система способна анализировать большое количество исторических данных о продажах, сезонности, маркетинговых акциях и прочих внешних факторах для прогнозирования спроса на молочную продукцию. AI/ML позволяют не только прогнозировать спрос, но и оптимизировать уровень запасов, учитывая сроки

годности, производственные планы и логистические ограничения, что позволяет снизить риск дефицита и излишков продукции [3].

Предприятия по переработке молока внедряют системы AI/ML со следующими целями:

- Планирование производства и поставок. ML-модель позволяет заранее определить в зависимости от совокупности факторов, какую продукцию необходимо произвести, в каком количестве, как организовать поставки и понадобятся ли дополнительные распределительные центры.

- Планирование маркетинговых акций, чтобы подобрать периоды, когда нужно запустить акцию, определить сумму скидки или другой формат предложения и обеспечить достаточное количество товара для удовлетворения спроса [5].

Внедрение систем AI/ML, приводит к оптимизации рутинных действий на складах, а также способствует прогнозированию управления запасами на основе обрабатываемых данных.

2. Анализ больших данных (Big Data). Представлен в виде инструмента прогнозирования в складской логистике, который осуществляет сбор и обработку информации из различных источников, включая внутренние системы предприятия (ERP, CRM), данные о продажах из торговых сетей, рыночные исследования и данные из социальных сетей, а также формировать статистику.

Цели прогнозирования с использованием Big Data на складе молокообработывающих предприятий:

- Прогнозирование колебаний спроса, для формирования статистики перемещения грузов и изменения уровня запасов.

- Оценка уровня загруженности склада, для сбора, хранения и анализа данных о статусе выполнения транспортных заявок, что помогает в режиме реального времени оценить загруженность склада и выявить пиковые часы.

- Управление взаимоотношениями с поставщиками для сбора информации о частоте заказов, объёмах отгрузок, количестве рейсов, длительности задержек

и доле повреждённых грузов в ходе транспортировки, может стать основой для формирования стратегических партнёрских отношений с определённой группой поставщиков [1].

Внедрение анализа больших данных способствует автоматизации сбора, обработки и анализа данных, которые позволяют разрабатывать управленческие решения по улучшению деятельности организации [6].

Технологии цифрового мониторинга запасов и цифрового прогнозирования на предприятиях по переработке молока взаимосвязаны и дополняют друг друга в процессе управления запасами.

Преимущества использования AI/ML и Big Data в управлении запасами

- Адаптивность. Модели переобучаются при появлении новых данных и изменении условий.

- Снижение риска дефицита и избыточного хранения, так как точность прогноза позволяет своевременно корректировать закупки и производство.

- Уменьшение потерь, в связи с сокращением объёма списаний по истечению сроков годности [4].

- Интеграция с ERP и MES, что обеспечивает сквозной информационный поток от прогноза до производственного задания.

Взаимодействие данных технологий выражается в том, что технологии цифрового мониторинга могут анализировать данные, чтобы выявлять закономерности и тенденции в движении запасов. В свою очередь, это позволяет предприятиям прогнозировать и планировать деятельность на складах для максимальной эффективности [2].

Таким образом, интеграция технологий цифрового мониторинга и прогнозирования способствует улучшению управления запасами, повышению эффективности и конкурентоспособности компаний.

Практическая реализация представлена в ряде крупных холдингов, таких как: Danone, Эконива, Молвест. Они используют встроенные модули

прогнозирования, интегрированные в SAP, 1C:ERP, Oracle Netsuite, а также кастомизированные решения на Python и R.

Российские разработчики, такие как: ГК Цифра, Совзонд, InData предлагают решения на базе платформ BI, Power BI, Qlik, Yandex DataLens, учитывающие специфику пищевой отрасли.

Цифровизация управления запасами на предприятиях молочной переработки открывает широкие возможности для повышения эффективности деятельности предприятия, однако, наряду с очевидными преимуществами, цифровизация сопряжена и с определенными проблемами, возникающими в процессе деятельности (рис. 1).

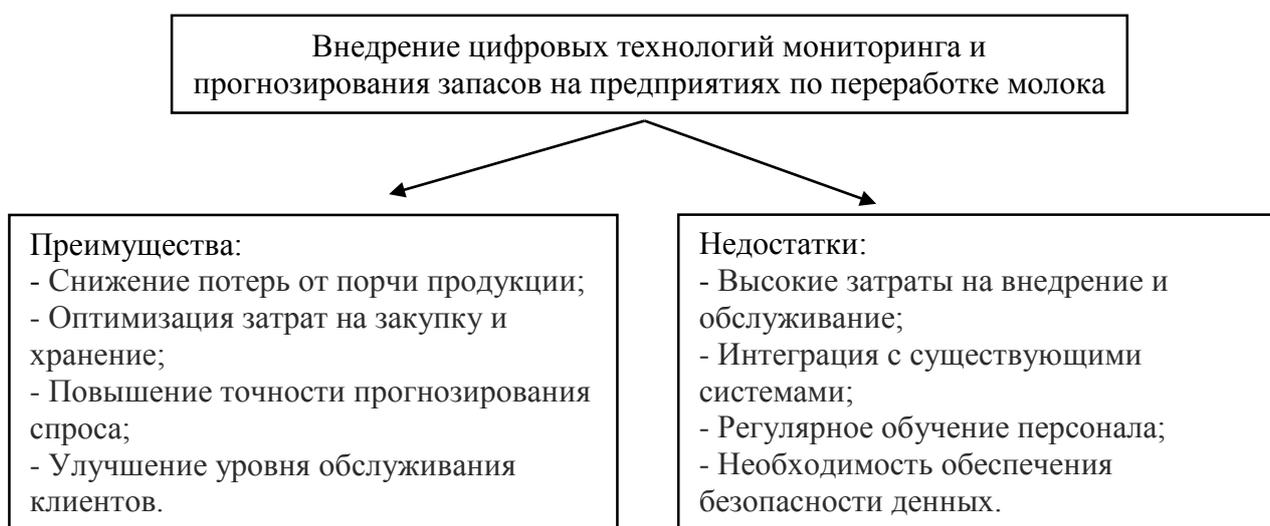


Рис. 1 – Преимущества и недостатки цифровизации управления запасами.

Составлено автором

В результате, для внедрения цифровых технологий мониторинга и прогнозирования запасов, организации необходимо оценить возможности внедрения и обслуживания цифровых технологий мониторинга и прогнозирования запасов.

Для успешного внедрения цифровых технологий мониторинга и прогнозирования запасов в организации, необходимо начать с составления

пилотного проекта и внедрения на отдельном участке, для тестирования идей, технологий и процессов перед их масштабным внедрением. Для достижения эффективного результата, следует выбирать поставщиков, имеющих опыт работы с предприятиями молочной отрасли и предлагающих решения, соответствующие потребностям предприятия. Так же важным фактором успешного внедрения цифровых технологий, является качественное обучение персонала, для дальнейшей работы. После успешного завершения пилотного проекта можно постепенно масштабировать систему на другие участки предприятия [4].

Технологии цифрового мониторинга и прогнозирования запасов представляют собой мощный инструмент для повышения эффективности управления запасами на предприятиях молочной переработки. Они способствуют повышению операционной эффективности, снижению потерь и адаптации к изменяющимся условиям спроса, сырьевой базы и логистики. Учитывая скоропортящийся характер продукции, необходимость соблюдения строгих санитарных и температурных режимов, а также высокую чувствительность к логистическим сбоям, именно молочная отрасль требует внедрения интеллектуальных инструментов управления запасами в первую очередь [1].

В результате проведенного исследования сделаны следующие ключевые выводы:

1. Цифровые технологии мониторинга, такие как: IoT, RFID, WMS - обеспечивают оперативный контроль над остатками, условиями хранения и движением продукции по цепочке поставок.

2. Инструменты прогнозирования на базе машинного обучения и аналитики больших данных позволяют снизить долю списаний, повысить точность производственного планирования и обеспечить синхронизацию с логистикой.

3. Отраслевая специфика молочной переработки, которая прослеживается такими факторами, как: сезонность, высокая оборачиваемость, жёсткие регламенты - требует адаптации существующих ИТ-решений и разработки специализированных модулей.

4. Финансовые ограничения, кадровый дефицит, низкий уровень цифровой зрелости и организационные барьеры - препятствуют внедрению технологий [6].

Предприятия, которые активно изучают и внедряют цифровые решения, получают значительное преимущество на рынке. Цифровая трансформация управления запасами на молокоперерабатывающих предприятиях — это не только технологическое обновление, но и стратегический шаг к построению устойчивых, конкурентоспособных и экологически ориентированных производств. При системном подходе и институциональной поддержке, Россия может сформировать интеллектуально управляемую молочную индустрию, соответствующую современным требованиям продовольственной безопасности и эффективности.

Основные проблемы, обусловленные спецификой молочной отрасли, заключаются в том, что большая часть предприятий по переработке молока в России, все еще применяет традиционные методы управления запасами. В большей степени к ним относятся ручной учет, включающий использование бумажных регистров и бухгалтерских книг и ограниченное использование автоматизированных систем. Так же к проблемам управления запасами относится то, что прогнозирование спроса часто основывается на простых моделях, таких как скользящая средняя, которые не учитывают сложные факторы, влияющие на рынок. Для предотвращения данных проблем, организациям следует внедрять технологии цифрового мониторинга и прогнозирования запасов.

### Библиографический список:

1. Абашева, О. Ю. Эффективность инновационных подходов в системе управления деятельностью многопрофильных предприятий / О. Ю. Абашева, С. А. Доронина // Управление эффективностью и безопасностью деятельности хозяйствующих субъектов и публичных образований: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного экономиста Российской Федерации, д.э.н., профессора М.И. Шишкина, Ижевск, 25 января 2022 года. – Ижевск: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «Шелест», 2022.
2. Алексеева, Н. А. Повышение эффективности производства цельномолочной продукции на перерабатывающем предприятии / Н. А. Алексеева, Р. Р. Бикбаев // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора экономических наук, профессора Н.С. Каткова. - Казань, 2023.
3. Кириллова, К. Г. Совершенствование организации переработки молока / К. Г. Кириллова // Бенефициар. – 2020. – № 76.
4. Лепёшкина Елизавета Алексеевна Теоретические аспекты учёта материально-производственных запасов // Наука, техника и образование. 2020. №6 (70). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-aspekty-uchyota-materialno-proizvodstvennyh-zapasov>.
5. Сазанова Л.А. Дискретная модель управления запасами как задача оптимального управления // в сборнике: Аспекты оперативного управления в технических системах – сборник научных трудов по материалам III международной заочной научно-практической конференции. 2017. С 22-28.
6. Тенденции и проблемы развития сельских территорий (по материалам Удмуртской Республики) / Д. В. Кондратьев, А. К. Осипов, О. Ю. Абашева [и др.]. – Ижевск: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «Шелест», 2023. – 394 с.

*Оригинальность 80%*