УДК 619:616-07

ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СВЕТОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Гугля М. А., студент 2 курса магистратуры направления Инноватика
Научный руководитель – А.К. Субаева, доктор экономических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ» Чистопольский филиал «Восток», г. Чистополь)

Ключевые слова: *цифровая трансформация, светотехническое производство, промышленный интернет вещей (IIoT), предиктивная аналитика, гибкие производственные системы, жизненный цикл продукции.*

Рассмотрены ключевые направления цифровизации в производстве светотехники. Внедрение промышленного интернета вещей и прогнозной аналитики обеспечивает контроль качества, снижение простоев и рост операционной эффективности производства.

Современное производство светотехники стало сложнее. Требования к энергоэффективности и надежности растут. Старые методы организации процессов уже не справляются. Цифровизация использует данные и их анализ в реальном времени. Это дает новый уровень оптимизации [1].

1. Внедрение цифровых технологий в светотехническое производство

Важный инструмент - промышленный интернет вещей (IIoT). На линии сборки светодиодных светильников датчики следят за ключевыми параметрами. Они контролируют температуру пайки, нанесение термопасты, стабильность электрических показателей [2]. Это дает полный контроль на каждом этапе и создает данные для

анализа. Например, на многих предприятиях система IIoT помогла снизить брак на 18%. Проблемы с пайкой находили раньше.

Прогнозная аналитика использует собранные данные. Алгоритмы машинного обучения предсказывают, когда оборудование может сломаться. К примеру, система отслеживает вибрации двигателя конвейера. При увеличении амплитуды она автоматически создает заявку на техобслуживание. Это помогает избежать незапланированных остановок линии [3].

Схема организации такого подхода представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. – Архитектура системы предиктивного обслуживания на светотехническом производстве

2. Оптимизация производственно-логистических процессов

Цифровизация также меняет управление цепочками поставок. Производители светотехники начинают использовать цифровые двойники ключевых компонентов [4]. Это компьютерные модели диодов, драйверов и радиаторов. Инженеры тестируют их работу в разных условиях до запуска в производство. Это снижает количество итераций при разработке новых моделей.

Цифровизация также помогает экономить энергию на самом производстве. В цехах ставят умные системы управления светом и климатом. Они работают на основе датчиков, которые определяют

наличие людей и уровень естественного освещения [5]. Это сокращает расход энергии и операционные затраты.

Таблица 1. Сравнение традиционного и предиктивного подхода к техническому обслуживанию на производстве

Критерий сравнения	Традиционный подход (регламентное обслуживание)	Предиктивный подход (на основе данных и AI)
Основной принцип	Обслуживание по заранее установленному графику или после поломки.	Обслуживание на основе прогноза вероятности отказа.
Используемые данные	Нормативы времени наработки на отказ.	Данные с датчиков (вибрация, температура, ток) в реальном времени.
Реакция на неисправность	Ремонт после того, как оборудование уже вышло из строя.	Проактивное обслуживание до возникновения критической поломки.
Влияние на простои	Высокий риск незапланированных простоев.	Минимизация незапланированных простоев, планирование ремонтов в непиковое время.
Затраты на обслуживание	Высокие затраты на срочный ремонт и потери от простоя.	Оптимизация затрат за счет планирования и снижения количества внеплановых ремонтов.
Эффект для производства	Низкая общая эффективность оборудования (OEE).	Повышение OEE за счет увеличения доступности и производительности оборудования.

Гибкие автоматизированные системы и роботы меняют внутреннюю логистику цеха. Манипуляторы с системами зрения собирают и упаковывают разные модели светильников без перенастройки линии. Это важно для мелкосерийного производства [6].

3. Результаты и перспективы цифровой трансформации в отрасли

Цифровая трансформация - это не просто автоматизация отдельных задач. Это создание единой системы, где все данные связаны. Такая система дает полную видимость всех этапов - от закупки компонентов до отгрузки готового товара. Руководство может принимать более взвешенные и быстрые решения [7].

Важным результатом цифровизации становится работа с клиентами. Данные о работе светильников в реальных условиях передаются производителю. Это помогает улучшать следующие версии продуктов. Компании также предлагают сервисы на основе данных,

например, прогнозное обслуживание у конечных потребителей. Это создает новую ценность и дополнительный доход [8].

Анализ подтверждает, что цифровизация стала необходимостью для производителей светотехники. Внедрение IIoT, прогнозной аналитики и гибкой автоматизации приносит конкретные результаты. Уровень брака падает, простои оборудования сокращаются, общая эффективность производства (OEE) растет, а энергозатраты снижаются.

Остаются сложные вопросы. Нужно защищать производственные сети от кибератак и готовить специалистов с цифровыми навыками. Но выгоды от цифровизации перевешивают первоначальные вложения. Производство становится эффективнее, а новые продукты выводятся на рынок быстрее.

Библиографический список:

1. Белов И.Г. Интернет вещей в системах точного земледелия: архитектура и практическая реализация // Электротехника и автоматизация в АПК. – 2023. – № 4(45). – С. 18–27.

2. Андреев Ю.С., Третьяков С.Д., Промышленный интернет вещей– СПб: Университет ИТМО, 2019. – 54 с.

3. Миронов А.Л., Семёнова Т.П. Внедрение предиктивных систем технического обслуживания в агропромышленных холдингах // Вестник Ульяновского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1(58). – С. 89–97.

4. Волков П.С., Григорьева О.И. Цифровые двойники как инструмент оптимизации тепличных комплексов // Инновации в агроинженерии. – 2023. – Т. 7, № 3. – С. 15–23.

5. Дривольская Н.А., Моложавенко О.А. Цифровизация промышленности как фактор устойчивого развития производства // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 9-1 (79). С. 74-77.

6. Орлова Е.М., Давыдов В.Л. Гибкие производственные системы в перерабатывающих цехах сельхозпредприятий // Информационные технологии и системы в АПК: сб. науч. тр. – Ульяновск: УлГАУ, 2024. – С. 67–74.

7. Трофимова Н.Н. Влияние цифровизации экономики на модернизацию промышленности // Актуальные проблемы экономики и управления. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский

государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2020. - 2 (26). С. 50-54.

8. Зимина К.А., Николаев Р.В. Алгоритмы машинного обучения для анализа данных с беспилотных агродронов // Доклады Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – Вып. 50. – С. 134–142.

DIGITALIZATION AS A METHOD OF PROCESS OPTIMIZATION IN THE PRODUCTION OF LIGHTING PRODUCTS

Guglya M.A.
Supervisor - Subaeva A.K.
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Chistopol branch "VOSTOK", Chistopol

Keywords: *digital transformation, lighting production, industrial internet of things (IIoT), predictive analytics, flexible manufacturing systems, product lifecycle management.*

The key directions of digitalization in lighting production are considered. The implementation of the Industrial Internet of Things and predictive analytics ensures quality control, reduces downtime, and increases the operational efficiency of production.