



DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2024.2.12>

UDC 332.02:658
LBC 65.040-13



Submitted: 12.02.2024
Accepted: 28.02.2024

LEAN MANUFACTURING TOOLS AS A DRIVER OF THE COMPANY'S DIGITAL TRANSFORMATION

Stephan V. Fadeev

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The article substantiates the impact of applying lean manufacturing tools on the digital company's transformation. The study distinguishes the main lean manufacturing tools that contribute to the optimisation of production processes, reduce losses and improve staff efficiency. Special attention is paid to the synergy of lean methods and digital technologies, which allows companies to adapt to changing market conditions and remain competitive by accelerating and replicating production processes in their digital transformation. The case study of implementing lean manufacturing tools at the Russian food industry enterprises, participants in the national project "Labour Productivity," demonstrates the feasibility of implementing the key 5 lean manufacturing principles (sorting, organising, standardising, keeping clean and improving), along with the Manufacturing Execution System (MES). The author concludes that companies need to combine lean manufacturing and digital technologies to improve efficiency. Given the fact that lean manufacturing and information technology can conflict, providing their integration will increase the success of the digital company's transformation. A lean manufacturing approach simplifies production processes, improves the efficiency of digitalisation and increases the likelihood of successful adoption of Industry 4.0 technologies.

Key words: information technology, digital tools, lean manufacturing, Industry 4.0, digital economy.

Citation. Fadeev S.V. Lean Manufacturing Tools as a Driver of the Company's Digital Transformation. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika* [Journal of Volgograd State University. Economics], 2024, vol. 26, no. 2, pp. 147-157. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2024.2.12>

УДК 332.02:658
ББК 65.040-13

Дата поступления статьи: 12.02.2024
Дата принятия статьи: 28.02.2024

ИНСТРУМЕНТЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК ФАКТОР ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ КОМПАНИИ

Степан Валерьевич Фадеев

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В статье обосновывается влияние применения инструментов бережливого производства (lean production) на цифровую трансформацию компании. В исследовании описаны основные инструменты бережливого производства, способствующие оптимизации производственных процессов, сокращению потерь и повышению эффективности работы персонала. Особое внимание уделяется синергии lean-методов и цифровых технологий, позволяющей компаниям адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям и оставаться конкурентоспособными благодаря ускорению и тиражированию производственных процессов в условиях их цифровой трансформации. Изученный автором опыт внедрения инструментов бережливого производства на российских предприятиях пищевой промышленности, участниках национального проекта «Производительность труда», демонстрирует целесообразность внедрения принципов бережливого производства «5С» (сортировка, систематизация, стандартизация, содержание в чистоте и совершенствование), наряду с электронной адаптацией производственного анализа (MES). В заключение делается вывод, что для повышения эффективности компаниям необходимо использовать сочетание бережливого производства и цифровых технологий. Принимая во внимание тот факт, что бережливое производство и информационные технологии могут конфликтовать, обеспечение их интеграции повысит успешность цифровой трансформации компании. Подход,

основанный на бережливом производстве, упрощает производственные процессы, повышает эффективность цифровизации и увеличивает вероятность успешного внедрения технологий Индустрии 4.0.

Ключевые слова: информационные технологии, цифровые инструменты, бережливое производство, Индустрия 4.0, цифровая экономика.

Цитирование. Фадеев С. В. Инструменты бережливого производства как фактор цифровой трансформации компании // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. – 2024. – Т. 26, № 2. – С. 147–157. – DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2024.2.12>

Введение

Стремительное развитие новых технологий Индустрии 4.0 и формирование цифровой экономики заставляют многих производителей пересматривать свои бизнес-модели. Несмотря на активную интеграцию цифровых технологий как в производственные процессы, так и в обычную жизнь, единый подход к определению понятия «цифровая экономика» пока не сформирован. В мировой практике цифровую экономику рассматривают, как экономику, базирующуюся на цифровых технологиях и знаниях. Также ее характеризуют, как новый тип экономики, в котором большинство операций переведены в цифровой вид и в котором формируются новые цифровые компетенции и возможности для общества, бизнеса и государства. Однако мнения экспертов сходятся в том, что движущей силой цифровой трансформации экономики является общая цифровизация информации и действий вокруг человека. Ожидается, что растущее число технологий, таких как «Интернет вещей», искусственный интеллект (ИИ), виртуальная реальность, блокчейн и другие виды новых технологий, будут способствовать росту цифровой экономики.

Управленческие парадигмы «бережливого производства» и «цифровой экономики» дополняют друг друга в контексте моделирования и оптимизации производственно-логистических процессов. В то же время сохраняется неопределенность в вопросе о том, должны ли компании перестроить работу в соответствии с принципами бережливого производства, прежде чем инвестировать в цифровизацию. Швейцарские исследователи отмечают положительную корреляцию между цифровой зрелостью и высокой степенью адаптации системы бережливого производства на предприятии, что отражается в следующем утверждении: цифровизация необходима для

перехода к lean-менеджменту, а бережливое производство оптимизирует бизнес-процессы и помогает достигнуть более высоких операционных показателей [Lorenz et al., 2019]. Благодаря оптимизации процессов облегчается сбор необходимых для цифровых проектов данных, что позволяет сократить время на внедрение цифровых решений, а также время на принятие решений, влияющих непосредственно на контроль оперативных задач.

Доказано, что цифровая трансформация открывает новые возможности по снижению потерь и повышению производительности труда, наиболее заметно влияние цифровизации сказывается на уровне методов и инструментов бережливого производства с учетом их интеграции в производственные операции [Schumacher et al., 2020]. При этом дискуссионным остается вопрос о наиболее востребованных и результативных способах внедрения таких технологий в производственную цепочку с целью повышения рентабельности компании.

В мировой практике разработано несколько сценариев применения системы бережливого производства при переходе к цифровой экономике. Например, японские и немецкие компании используют цифровые инструменты во внутренних операциях, то есть поддерживают сквозные процессы с горизонтальными партнерами по цепочке создания стоимости. Американские компании планируют выделять больше средств на разработку революционных бизнес-моделей, поскольку рыночные процессы будут протекать на фоне растущих экономических и регуляторных вызовов, от совершенствования нормативно-правовой базы до цифровизации мирового хозяйства. Китайские промышленные предприятия выделяются по всем аспектам цифровизации, демонстрируя высокую гибкость к «бережливости», но рассматривая при этом данную концепцию, скорее, как инструмент, а не как системный подход [Soldatova et al., 2020].

Цель настоящего исследования – рассмотреть влияние инструментов бережливого производства на процесс цифровой трансформации компании. В статье будут охарактеризованы основные инструменты бережливого производства, их влияние на цифровые преобразования, а также приведены примеры успешного внедрения изучаемых инструментов на российских предприятиях.

Цифровая экономика и Индустрия 4.0

Понятие «цифровая экономика» широко применяется как в научной сфере, так и на практике. Зарубежные и отечественные ученые часто отождествляют понятие «цифровая экономика» с такими категориями, как «информационная экономика», «экономика знаний», «креативная экономика», «интернет-экономика», «сетевая экономика», «электронная экономика» и «новая экономика» [Дьяченко, 2019]. Все эти понятия используются для описания современных экономических явлений, происходящих в постиндустриальную эпоху. Зачастую эти понятия употребляются в качестве синонимов, так как они отражают новые феномены, возникающие в условиях, когда информация, знания и технологии играют ключевую роль в экономической деятельности. Одно из первых определений цифровой экономики было предложено в 1994 г. Д. Тапскоттом. В своей книге ученый описал цифровую экономику, как экономику, базирующуюся на использовании информационных компьютерных технологий [Tapscott, 2014]. В то же время концептуально термин «цифровая экономика» может быть использован для описания секторов экономики, ориентированных на цифровые технологии и отображающих переход от третьей Промышленной революции к Индустрии 4.0 [Паньшин, 2019], которая характеризуется слиянием различных технологий и стиранием границ между физическими, цифровыми и биологическими сферами. Этот переход предполагает замену аналоговых электронных и механических компонентов на цифровые, что открывает новые возможности для оптимизации производственных процессов, повышения эффективности и создания новых перспектив для бизнеса и конечных потребителей.

Среди главных тенденций развития экономики в условиях Индустрии 4.0 в контексте настоящего исследования следует выделить:

– Значительный рост инвестиций в новые технологии. Данное направление является общемировой тенденцией. Изучение опыта Германии, как одного из лидеров мировой экономики, показало восьмикратный прирост вложений в данное направление экономики [Тарасов, 2018]. В России, несмотря на санкционные ограничения, значительный рост инвестиций отмечался в профессиональной, научной и технической сферах деятельности [Доклад Центрального банка России ...].

– Увеличение числа слияний и поглощений и создание стратегических партнерств. В связи с быстрым распространением современных технологий, требующих дополнительных навыков и компетенций, предприятия все чаще выбирают путь консолидации.

– Рост рынка продаж решений по автоматизации. Логичным направлением при переходе к Индустрии 4.0 является повышение автоматизации производства. В свою очередь, данный фактор приводит к значительному росту систем и решений, направленных на внедрение и поддержание автоматизации на необходимом уровне [Тарасов, 2018].

Таким образом, формирование Индустрии 4.0 сопровождается переходом к максимально автоматизированному и взаимосвязанному производству. Данный процесс предполагает интеграцию киберфизических систем в заводские процессы, что позволяет предприятиям адаптироваться к изменениям спроса и предложения в режиме реального времени [Götz et al., 2020].

К основным технологиям Индустрии 4.0 относятся:

– Интернет вещей – подключение физических объектов к Интернету для сбора и анализа данных.

– Искусственный интеллект – использование алгоритмов машинного обучения для автоматизации процессов и принятия решений.

– 3D-печать – создание физических объектов на основе цифровых моделей.

– Блокчейн – децентрализованная система хранения и передачи данных, обеспечивающая безопасность и неизменность информации.

– Робототехника – использование роботов и автоматизированных систем для выполнения рутинных задач.

– Виртуальная реальность и дополненная реальность – создание интерактивных сред для обучения, проектирования и производства.

– Большие данные – разнообразные данные, поступающие с более высокой скоростью, объем которых постоянно растет.

– Облачные технологии – модель обеспечения сетевого доступа к некоторому общему фонду конфигурируемых вычислительных ресурсов [Саак и др., 2020].

В целом широкое производственное применение новых технологий Индустрии 4.0 детерминирует трансформацию традиционных производственных процессов, обеспечивая переход к более гибким и адаптивным системам, улучшение качества продукции и снижение затрат, инкорпорируя, таким образом, достижение ключевых целей систем бережливого производства.

Цифровизация системы бережливого производства

Бережливое производство (Lean production) берет свое начало в концепции управления Toyota Motor Corporation, также известной как производственная система Toyota [Вумек и др., 2021]. Принципы системы изначально позиционировались, как решение для повышения эффективности и конкурентоспособности производственных фирм. Непосредственно термин «lean» (бережливое производство) был введен в 1988 г. Д. Крафчиком. В классическом понимании бережливое производство представляет собой концепцию управления производственным предприятием, нацеленную на постоянное стремление к устранению всех видов потерь, непрерывное улучшение и вовлечение в процесс оптимизации производства каждого сотрудника, при максимальной ориентации на потребителя. В рамках концепции бережливого производства различают следующие виды потерь [Джордж, 2005]: перепроизводство, излишняя транспортировка или перемещение, ожидание, запасы, излишнее перемещение людей, брак, излишняя обработка, неиспользованный потенциал.

На практике системы бережливого производства компаний часто сосредоточены на отдельных аспектах процесса и пытаются бороться с очевидными для них потерями, вместо фо-

кусировки на процессе в целом. Однако концепция бережливого производства представляет собой не набор инструментов оптимизации затрат, которые можно использовать отдельно друг от друга. Концепция «Lean production» выступает, как группа решений, которые должны применяться одновременно, в результате чего происходит совершенствование производственного процесса с целью оптимизации затрат и сокращения потерь. На основе эволюции производственной системы Toyota и бережливого производства разработан целостный подход к производственным системам. Цифровая трансформация и, как следствие, инновации в бизнес-моделях фундаментально изменили ожидания и поведение потребителей, оказав значимое влияние на традиционные формы ведения бизнеса. Цифровая трансформация включает в себя четыре стадии: цифровой маркетинг, виртуализация, прогнозирование будущего состояния и автономизация [Тарасов, 2018]. Оцифрованные и виртуализированные производственные системы приводят к новым сценариям работы, например, к взаимодействию человека и машины в пространстве «умной» фабрики. К технологическим решениям цифровой трансформации относят использование искусственного интеллекта, робототехники, больших данных, Интернета вещей, блокчейна, предиктивной аналитики, аддитивного производства с учетом целевых характеристик продуктов и ресурсных ограничений. Однако для улучшения результатов в современных условиях недостаточно использования только одного конкурентного преимущества, поэтому многие организации начинают применять системы бережливого производства совместно с цифровизацией для устранения потерь и повышения качества продукции. Скорость внедрения цифровых технологий на предприятиях зависит как от внутренних возможностей организации (кадровый потенциал, технологический уровень производства и др.), так и от внешних параметров, таких как уровень конкуренции в отрасли, доступность технологий и капитала, законодательное регулирование. Традиционно в специализированной литературе затрагивается вопрос конфликта между принципами бережливого производства и современными технологиями, включая ИТ-системы. Бережливое производство подчеркивает простоту, тогда как ИТ-системы обычно отличаются сложностью [Maguire, 2016].

Например, Toyota внедряет новые технологии только в том случае, если они соответствуют принципам бережливого производства, сокращая существующие потери или повышая потребительскую ценность. Несмотря на данный факт, бережливое производство все чаще становится основой для цифровизации. Бережливые процессы характеризуются прозрачностью, контролем и стандартизацией, и такая основа имеет критически важное значение для успешного применения цифровых технологий. Идея заключается в том, что подход, основанный на бережливом мышлении, упрощает процессы и продукты, повышает эффектив-

ность цифровизации. Вероятность успешного внедрения цифровых технологий Индустрии 4.0 выше у тех компаний, которые уже внедрили бережливое производство на высоком уровне, поскольку они более открыты для системных изменений.

Внедрение инструментов бережливого производства и цифровых технологий

Бережливое производство отличается многообразием разноуровневых инструментов (см. таблицу), которые при цифровой интеграции

Таблица. Инструменты бережливого производства с возможностью цифровой интеграции

Table. Lean manufacturing tools with digital integration capabilities

Инструмент бережливого производства	Измеряемый параметр	Решаемые задачи
Управление запасами	Количество остатков сырья, материалов и готовой продукции	Мониторинг количества остатков. Оперативное управление остаточными запасами
Производственный анализ	Выполнение планов производства, продаж, отгрузки, закупки сырья	Мониторинг выполнения плана подразделения. Фиксирование отклонений, раннее обнаружение проблем и их оперативное решение
Система 5С на производстве	Расположение наблюдаемого объекта	Рационализация труда сотрудников
Быстрая переналадка	Время переналадки оборудования	Стандартизация выполняемых задач. Увеличение гибкости производства
Диаграмма Спагетти	Время, затраченное на перемещение. Нахождение сотрудника на рабочем месте	Сокращение времени протекания процесса. Рационализация рабочих участков. Повышение безопасности выполняемых работ
Стандартизированная работа	Время выполнения рабочих операций	Рационализация труда сотрудников. Быстрая адаптация новых работников. Оперативное выявление отклонений во время выполняемых операций. Снижение рисков образования брака
Выравнивание производства	Среднее затраченное время на выполнение операций. Выявление пиков и спадов загрузки сотрудника	Анализ полученных данных для равномерной загрузки производства. Снижение перепадов нагрузки на сотрудников и оборудование
Обучение персонала	Время подготовки квалифицированного сотрудника. Среднее затраченное время на выполнение операций. Количество выпускаемого брака	Быстрая адаптация новых работников. Снижение времени протекания процесса. Снижение рисков образования брака
Тиражирование	Количество переданных идей на другие участки	Распространение положительного опыта на другие участки предприятия
Кайдзен	Количество улучшений, предложенных и реализованных	Непрерывное совершенствование на предприятии
Канбан	Отклонение при выполнении цикла операций	Выявление причин отклонения
Картирование потока	Отклонения в потоке создания ценности. Время протекания потока создания ценности	Выявление проблемных участков. Совершенствование потока создания ценности
Андон	Количество и время простоев	Своевременное выявление рабочего участка, на котором возникла проблема

Примечание. Составлено автором.

рации значительно повышают производительность труда и снижают потери.

Цифровизация инструментов бережливого производства осуществляется благодаря внедрению современных устройств, датчиков, схем, повышающих возможность получения точных данных.

Один из примеров этого процесса представлен на рисунке, где отображено построение диаграммы Спагетти с помощью цифрового трекера.

Трекер выдается сотруднику для наблюдения за его перемещением, остановками в определенном временном диапазоне. В отличие от нецифрового метода построения диаграммы, где вся информация о перемещении ведется вручную, цифровой метод позволяет отслеживать движение сотрудника в реальном времени. Также использование трекера позволяет получить более правдоподобную информацию о времени перемещения или нахождения на определенном участке, а по линиям перемещения можно отследить маршрут сотрудника. Это позволяет измерить не только загруженность сотрудника или установить избыточность перемещений, но и повысить технику безопасности.

При интеграции инструментов бережливого производства и цифровизации целесообразно внедрение принципов «5С» (сортировка, систематизация, стандартизация, содержание в чистоте и совершенствование) бережливого производства в целях совершенствования организации рабочего пространства с

использованием цифровой среды. В цифровой среде эти принципы можно применить для организации работы с документами, данными и информацией, что поможет сократить время на поиск необходимых данных и повысить эффективность работы сотрудников.

Еще одним примером использования элементов системы бережливого производства при цифровизации производственных процессов является электронная адаптация производственного анализа, или MES (Manufacturing Execution System). Данный инструмент позволяет не только собирать интересующие данные и анализировать их, но и вести планирование производства, проводить контроль качества выпускаемой продукции, устанавливать взаимосвязь между оборудованием и персоналом, вести контроль выполнения задания в реальном времени, рассчитывать коэффициент общей эффективности оборудования, а также вести электронный документооборот между подразделениями.

Рассмотрим, как система MES реализуется на различных этапах.

Приемка: на данном этапе происходит сбор данных о принимаемой партии вспомогательных материалов и сырья (вес, дата выработки, срок годности, наименование сырья, наименование поставщика) и в автоматическом режиме выдается задание на отбор проб для анализа поступившей партии.

Входной контроль качества: система определяет потребность, тип анализа и количе-

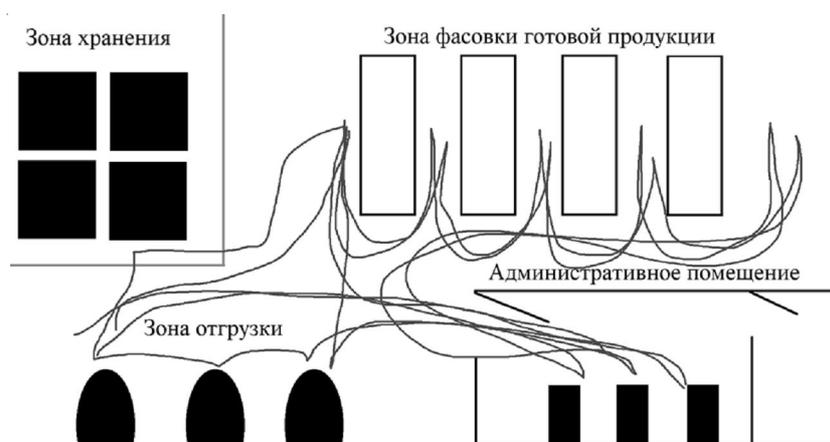


Рисунок. Диаграмма Спагетти, построенная с помощью цифрового трекера

Figure. Spaghetti diagram created using a digital tracker

Примечание. На рисунке отчетливо видно, что линии перемещения сотрудников пересекают границы зоны хранения, которая является зоной повышенной опасности, запретной для пересечения.

ство испытуемого образца. После отбора проб и получения результатов анализа данные заносятся в общую информационную систему, а также дается задание на размещение на складе в соответствии с параметрами сырья. Таким образом, после подбора необходимых параметров, контроль качества можно производить на любом этапе производства или хранения готового продукта.

Размещение и хранение сырья: после расположения прибывшего сырья в базе появляются данные о его количестве, параметрах и месте хранения. В дальнейшем эта информация будет нужна для поддержания необходимого количества остатка сырья.

Разработка технологии готового продукта: при вводе технологических данных готового продукта выдаются базовые потребности сырья.

Оперативное планирование и диспетчеризация: после получения клиентского заказа происходит анализ потребности в сырье и вспомогательных материалах, и после подтверждения наличия всего необходимого в нужном объеме заказ ставится в производственный план. После планирования происходит отслеживание статуса выполнения заказа.

Параллельно с диспетчеризацией непосредственно в цехах происходит процесс производства. Со склада на производственные участки доставляются сырье и вспомогательные материалы для начала производства. После этого начинают осуществляться производственные процессы. Благодаря высокой степени цифровизации во время производства отслеживаются все необходимые параметры вырабатываемого продукта, и при необходимости оперативно вносятся корректировки.

На конечном этапе производства происходит маркировка готового изделия, а также итоговый сбор и систематизация статистической информации, полученной при выработке продукции.

Завершающим этапом всей цепочки является анализ всех полученных данных при выработке изделия, а также сравнение результата с информацией, полученной ранее. Также происходит формирование трассировочного отчета, особенно актуального для пищевой промышленности, который позволяет отследить весь путь продукции – от получения сы-

рья до отгрузки потребителю. Помимо сроков выработки, хранения и объемов, спецификации также включают технологические параметры производства для каждой партии продукта, такие как температура, давление, напряжение питания и другие параметры. Подобный тип отчетов разработан с учетом требований отраслевых стандартов и представляет удобный инструмент для анализа производственных инцидентов с целью минимизации рисков и соответствия регуляторным требованиям. Продвинутое системы MES способны значительно продвинуть вперед современное производство в плане цифровизации [Асланова, 2017].

Опыт применения инструментов бережливого производства при цифровизации производственных процессов

В рамках реализации Правительством Российской Федерации запущенного в 2018 г. национального проекта «Производительность труда», ориентированного на ежегодный прирост производительности труда на средних и крупных предприятиях не сырьевых отраслей экономики не менее чем на 5 %, был разработан комплекс мер государственной поддержки бизнеса, включающий финансовое стимулирование и экспертную помощь в оптимизации процессов предприятий. Благодаря данному нацпроекту в России значительное распространение получила философия бережливого производства. По итогам 2023 г. более 4 тыс. компаний увеличили свою прибыль на 318 млрд руб., что превышает бюджет национального проекта почти в 10 раз. Также произошло снижение на 100 тыс. чел. потребности в кадровых ресурсах [Минэкономразвития подвело итоги ...].

Обратимся к положительным примерам интеграции инструментов бережливого производства и цифровизации на предприятиях пищевой промышленности. На пилотном участке томского предприятия «Сибирский кедр», специализирующемся на производстве и поставке кондитерских изделий из кедровых орехов и меда, был проведен анализ текущего состояния потока создания ценности [Типовые решения ... производства конфет ...].

Применение цифровых инструментов бережливого производства, таких как диаграмма Спагетти и система 5С, позволило выявить и устранить существующие производственные проблемы и обеспечить:

- систематизацию системы хранения сырья и вспомогательных материалов;
- оптимизацию расстановки оборудования;
- унификацию вспомогательных материалов;
- сокращение времени на поиск необходимого оборудования;
- цифровизацию ведения журнала наблюдения за техническим состоянием оборудования и оперативное оповещение о нештатной работе оборудования.

Данные мероприятия позволили увеличить выработку готовой продукции без использования дополнительных человеческих ресурсов на 19 %, а также снизили уровень незавершенного производства на 32 %.

Еще одним примером является опыт АО «МКХП Ситно», производителя продуктов питания на территории Челябинской области и Республики Башкортостан [Типовые решения ... пищевых продуктов ...]. Для увеличения числа отгрузок на предприятии были реализованы следующие мероприятия:

- провели актуализацию и систематизацию номенклатуры выпускаемой продукции по объемам отгрузки;
- определили и оформили регламент процесса диспетчеризации работ по приемке и погрузке готовой продукции в автотранспорт, ввели обучение сотрудников;
- организовали общую площадку для хранения упаковочных материалов с учетом частоты использования, определили объем для хранения;
- разработали схему размещения готовой продукции к отгрузке с соблюдением ротации;
- ввели систему мониторинга.

Результатом проделанной работы стало сокращение запасов на 17 % и увеличение единоразовой отгрузки в пересчете на 1 человека на 87 %.

Заключение

Понятие «цифровая экономика» целесообразно применять для описания секторов

экономики, функционирующих с применением цифровых технологий, которые отражают переход к Индустрии 4.0. Этот переход предполагает замену традиционных производственных процессов цифровыми, интеграцию информационных и коммуникационных технологий в бизнес-процессы и повышение роли оцифрованных данных в принятии решений. Системы бережливого производства являются эффективным механизмом управления производственными предприятиями, направленным на постоянное устранение потерь и непрерывное совершенствование. Однако для достижения его максимальной эффективности необходимо применять концепцию бережливого производства как комплекс решений, работая над оптимизацией процесса в целом, а не над отдельными его аспектами. Эволюция бережливого производства привела к созданию целостного подхода к производственным системам, который включает в себя оптимизацию затрат и сокращение потерь. Цифровая трансформация оказывает значительное влияние на бизнес-модели и ожидания потребителей. Для повышения эффективности компаниям необходимо использовать сочетание бережливого производства и цифровых технологий. Принимая во внимание тот факт, что бережливое производство и информационные технологии могут конфликтовать, их интеграция может повысить успешность цифровой трансформации. Подход, основанный на бережливом производстве, упрощает процессы, повышает эффективность цифровизации и увеличивает вероятность успешного внедрения технологий Индустрии 4.0. Цифровые технологии позволяют более точно измерять производственные параметры, оптимизировать запасы и анализировать выполнение планов. Кроме того, использование принципов бережливого производства помогает организовать рабочее пространство и работу с документами, сокращая время на поиск информации и повышая эффективность работы сотрудников. Электронная адаптация производственного анализа позволяет быстро реагировать на изменения и принимать обоснованные решения. Примеры успешного применения этих методов в пищевой промышленности, как, например, на предприятии «Сибирский кедр», доказывают, что оптимизация производственных процессов на

основе сочетания преимуществ бережливого производства и цифровизации позволяет устранить существующие проблемы, сократить время на выполнение задач и повысить качество продукции. Это обуславливает необходимость дальнейшего развития данного исследования в направлении изучения современного опыта применения и научного обоснования совершенствования методов и инструментов бережливого производства на предприятиях Волгоградской области в условиях цифровой трансформации национальной экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Асланова, И. В. Mes как основа разработки систем управления производственными процессами предприятия / И. В. Асланова // Российское предпринимательство. – 2017. – Т. 18, № 11. – С. 1651–1658. – DOI: 10.18334/rp.18.11.37838
- Вумек, Д. П. Бережливое производство : Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Д. П. Вумек, Д. Т. Джонс. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2021. – 292 с.
- Джордж, Л. М. «Бережливое производство + шесть сигм» в сфере услуг : Как скорость бережливого производства и качество шести сигм помогают совершенствованию бизнеса / Л. М. Джордж. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2005. – 402 с.
- Доклад Центрального банка России «Региональная экономика: комментарии ГУ» № 26, март 2024 года. – URL: https://www.cbr.ru/analytics/dkp/reg_review/report_0324/
- Дьяченко, О. В. Дефиниция категории «цифровая экономика» в зарубежной и отечественной экономической науке / О. В. Дьяченко // Экономическое возрождение России. – 2019. – № 1 (59). – С. 86–98.
- Минэкономразвития подвело итоги нацпроекта «Производительность труда» в 2023 году. – URL: <https://производительность.рф/presscenter/news/minekonomrazvitiya-podvelo-itogi-nacproekta-proizvoditelnost-truda-v-2023-godu/>
- Паньшин, Б. Цифровая экономика: понятия и направления развития / Б. Паньшин // Наука и инновации. – 2019. – № 3 (193). – С. 48–55. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-ekonomika-ponyatiya-i-napravleniya-razvitiya>
- Саак, А. Э. Ключевые технологии Индустрии 4.0, Общества 5.0, Экономики 3.0 / А. Э. Саак, Е. В. Пахомов // Инженерный вестник Дона. – 2020. – № 2. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2020/6324
- Тарасов, И. В. Индустрия 4.0: понятие, концепции, тенденции развития / И. В. Тарасов // Стратегии бизнеса. – 2018. – № 6 (50). – С. 43–49.
- Типовые решения для повышения выработки линий производства конфет. – URL: <https://производительность.рф/projectmembers/knowledgebase/tipovye-resheniya-dlya-povysheniya-vyrabotki-linij-proizvodstva-konfet/?back=kb>
- Типовые решения для повышения эффективности оборудования производства прочих пищевых продуктов. – URL: <https://производительность.рф/projectmembers/knowledgebase/tipovye-resheniya-dlya-povysheniya-effektivnosti-oborudovaniya-proizvodstva-prochih-pishevyh-produktov/?back=kb>
- Götz, M. Adoption of Industry 4.0 Technologies and Company Competitiveness: Case Studies from a Post-Transition Economy / M. Götz, B. Jankowska // Foresight and STI Governance. – 2020. – Vol. 14, № 4. – P. 61–78. – DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.61.78
- Lean and Digitalization – Contradictions or Complements? / R. Lorenz, P. Buess, J. Macuvele, T. Friedli, T. H. Netland // Advances in Production Management Systems. Production Management for the Factory of the Future. APMS 2019. IFIP Advances in Information and Communication Technology / eds.: F. Ameri, K. Stecke, G. von Cieminski, D. Kiritsis. – Springer, Cham, 2019. – Vol. 566. – DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-30000-5_10
- Maguire, K. Lean and IT – Working Together? An Exploratory Study of the Potential Conflicts Between Lean Thinking and the Use of Information Technology in Organisations Today / K. Maguire // Understanding the Lean Enterprise MOP / eds.: A. Chiarini, P. Found, N. Rich. – Springer, Cham, 2016. – P. 31–60.
- Schumacher, S. The Impact of the Digital Transformation on Lean Production Systems / S. Schumacher, A. Bildstein, T. Bauernhansl // Procedia CIRP. – 2020. – Vol. 93. – P. 783–788. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.066>
- Soldatova, N. Methodological Aspects of Evaluation of Digitalization of Lean Production Tools / N. Soldatova, S. Ilyashenko, I. Soloviev. – Published by Atlantis Press, 2020. – DOI: 10.2991/aebmr.k.200324.103
- Tapscott, D. The Digital Economy Anniversary Edition: Rethinking Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence / D. Tapscott. – McGraw-Hill, 2014. – 342 p.

REFERENCES

Aslanova I.V. Mes kak osnova razrabotki sistem upravleniya proizvodstvennymi protsessami

- predpriyatiya [Mes as a Basis for the Development of Manufacturing Process Management Systems]. *Rossiyskoe predprinimatelstvo* [Russian Entrepreneurship], 2017, vol. 18, no. 11, pp. 1651-1658. DOI: 10.18334/rp.18.11.37838
- Vumek D.P., Dzhons D.T. *Berezhlivoe proizvodstvo: Kak izbavitsya ot poter i dobitsya procvetaniya vashej kompanii* [Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation]. Moscow, Alpina Biznes Buks Publ., 2021. 292 p.
- Dzhordzh L.M. «*Berezhlivoe proizvodstvo + shest sigm*» v sfere uslug: *Kak skorost berezhlivogo proizvodstva i kachestvo shesti sigm pomagajut sovershenstvovaniyu biznesa* [Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed]. Moscow, Alpina Biznes Buks Publ., 2005. 402 p.
- Doklad Centralnogo banka Rossii «Regionalnaja ekonomika: kommentarii GU» № 26, mart 2024 goda* [Report of the Central Bank of Russia “Regional Economy: GU Comments” No. 26, March 2024]. URL: https://www.cbr.ru/analytics/dkp/reg_review/report_0324/
- Djachenko O.V. Definicija kategorii “cifrovaja ekonomika” v zarubezhnoj i otechestvennoj ekonomicheskoj nauke [Definition of the Category “Digital Economy” in Foreign and Domestic Economic Science]. *Ekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii* [Economic Revival of Russia], 2019, no. 1 (59), pp. 86-98.
- Minekonomrazvitiya podvelo itogi nacproekta «Proizvoditelnost truda» v 2023 godu* [The Ministry of Economic Development has Summed up the Results of the National Project “Labour Productivity” in 2023]. URL: <https://proizvoditel.nost.rf/presscenter/news/minekonomrazvitiya-podvelo-itogi-nacproekta-proizvoditelnost-truda-v-2023-godu/>
- Panshin B. Cifrovaja ekonomika: ponjatija i napravlenija razvitiya [Digital Economy: Concepts and Directions of Development]. *Nauka i innovacii* [Science and Innovations], 2019, no. 3 (193), pp. 48-55. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-ekonomika-ponyatiya-i-napravleniya-razvitiya>
- Saak A.E., Pahomov E.V. Ključevye tehnologii Industrii 4.0, Obshhestva 5.0, Ekonomiki 3.0 [Key Technologies of Industry 4.0, Society 5.0, Economy 3.0]. *Inzhenernyj vestnik Dona* [Engineering Bulletin of Don], 2020, no. 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2020/6324
- Tarasov I.V. Industrija 4.0: ponjatie, koncepcii, tendencii razvitiya [Industry 4.0: Concepts, Development Trends]. *Strategii biznesa* [Business Strategies], 2018, no. 6 (50), pp. 43-49.
- Tipovye reshenija dlja povysheniya vyrabotki linij proizvodstva konfet* [Typical Solutions for Improving of Candy Production Lines]. URL: <https://производительность.рф/projectmembers/knowledgebase/tipovye-resheniya-dlya-povysheniya-vyrabotki-linij-proizvodstva-konfet/?back=kb>
- Tipovye reshenija dlja povysheniya effektivnosti oborudovaniya proizvodstva prochieh pishhevyh produktov* [Typical Solutions for Improving the Efficiency of other Food Processing Equipment]. URL: <https://производительность.рф/projectmembers/knowledgebase/tipovye-resheniya-dlya-povysheniya-effektivnosti-oborudovaniya-proizvodstva-prochieh-pishevyh-produktov/?back=kb>
- Götz M., Jankowska B. Adoption of Industry 4.0 Technologies and Company Competitiveness: Case Studies from a Post-Transition Economy. *Foresight and STI Governance*, 2020, vol. 14, no. 4, pp. 61-78. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.61.78
- Lorenz R., Buess P., Macuvele J., Friedli T., Netland T.H. Lean and Digitalization – Contradictions or Complements? Ameri F., Stecke K., von Cieminski G., Kiritsis D., eds. *Advances in Production Management Systems. Production Management for the Factory of the Future. APMS 2019. IFIP Advances in Information and Communication Technology*. Springer, Cham, 2019, vol. 566. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-30000-5_10
- Maguire K. Lean and IT – Working Together? An Exploratory Study of the Potential Conflicts Between Lean Thinking and the Use of Information Technology in Organisations Today. Chiarini A., Found P., Rich N., eds. *Understanding the Lean Enterprise MOP*. Springer, Cham, 2016, pp. 31-60.
- Schumacher S., Bildstein A., Bauernhansl T. The Impact of the Digital Transformation on Lean Production Systems. *Procedia CIRP*, 2020, vol. 93, pp. 783-788. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.066>
- Soldatova N., Ilyashenko S., Soloviev I. *Methodological Aspects of Evaluation of Digitalization of Lean Production Tools*. Published by Atlantis Press, 2020. DOI: 10.2991/aebmr.k.200324.103
- Tapscott D. *The Digital Economy Anniversary Edition: Rethinking Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*. McGraw-Hill, 2014. 342 p.

Information About the Author

Stephan V. Fadeev, Postgraduate Student, Department of Economic Theory, Regional Economics and Entrepreneurship, Volgograd State University, Prosp. Universitesky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, fsv1991@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-3389-185X>

Информация об авторе

Степан Валерьевич Фадеев, аспирант кафедры экономической теории, региональной экономики и предпринимательства, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, fsv1991@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-3389-185X>