

УДК 004:658.3

БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ПРОБЛЕМЫ ЕГО ЦИФРОВИЗАЦИИ

¹Левенцов В.А., ²Левенцов А.Н.¹ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
Санкт-Петербург, e-mail: vlevensov@spbstu.ru;²ЧОУ ВО «Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики»,
Санкт-Петербург, e-mail: drlev@mail.ru

В данной статье показана роль бережливого производства в современных условиях хозяйствования. Представлена концепция производственной системы «Тойоты» по снижению производственных потерь. Проанализировано становление бережливого производства. Поставлена задача по выявлению проблем цифровизации бережливого производства. Представлен процесс цифровой трансформации промышленного предприятия. Показаны основные технологические направления, предоставляющие компаниям конкурентные преимущества, а также цифровые инструменты, усиливающие преимущества бережливого производства. Определена основная цель цифрового бережливого производства. В работе указано, что трансформация промышленности, породившая «цифровое бережливое производство», открыла для промышленности совершенно новые возможности по снижению потерь и повышению производительности труда. Анализ цифровизации промышленного производства показал, что использование цифровизации процессов бережливого производства показывает высокие результаты по всем аспектам его производственных операций, но не все процессы могут быть ей подвержены. Выявлены основные проблемы реализации цифровизации бережливого производства в нашей стране. Кроме того, до сих пор среди ученых нет единства мнений в том, каково влияние цифровизации и бережливого производства друг на друга. Сделан вывод о том, что решение указанных проблем цифровизации бережливого производства позволит ускорить темпы ее реализации, что приведет к повышению производительности труда в промышленности при одновременном снижении издержек.

Ключевые слова: цифровизация, цифровая трансформация, бережливое производство, этапы, проблемы цифровизации

LEAN PRODUCTION AND PROBLEMS OF ITS DIGITALIZATION

¹Leventsov V.A., ²Leventsov A.N.¹Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg,
e-mail: vlevensov@spbstu.ru;²Saint Petersburg University of Management Technologies and Economics,
Saint Petersburg, e-mail: drlev@mail.ru

This article shows the role of lean production in modern economic conditions. The concept of the Toyota production system to reduce production losses is presented. The formation of lean production was analyzed. The task was set to identify the problems of digitalization of lean production. The process of digital transformation of an industrial enterprise is presented. The main technological directions are shown, providing companies with competitive advantages, as well as digital tools that enhance the advantages of lean production. The main goal of digital lean production has been determined. The work states that the transformation of industry, which gave rise to «digital lean production,» opened up completely new opportunities for industry to reduce losses and increase labor productivity. An analysis of the digitalization of industrial production showed that the use of digitalization of lean production processes shows high results in all aspects of its production operations, but not all processes can be subject to it. The main problems of the implementation of digitalization of lean production in our country have been identified. In addition, there is still no unity of opinion among scientists in what the impact of digitalization and lean production is on each other. It was concluded that the solution of these problems of digitalization of lean production will speed up the pace of its implementation, which will lead to an increase in labor productivity in industry while reducing costs.

Keywords: digitalization, digital transformation, lean manufacturing, stages, problems of digitalization

В современных условиях глобализации, цифровизации и интернационализации производственных процессов, приводящих к сокращению жизненного цикла продуктов труда, для удержания своей доли рынка и повышения конкурентоспособности предприятия нуждаются в минимизации своих затрат. Это возможно в случае создания производственной системы, базирующейся на принципах бережливого производства [1, с. 993].

Несмотря на то, что концепция минимизации издержек и потерь возникла бо-

лее 70 лет назад вследствие нехватки ресурсов японских автомобильных заводов, обусловленных последствиями Второй мировой войны, а непосредственно терминология «lean» – бережливое производство была введена в 1988 г. Д. Крафчиком, она до настоящего времени остается важной. Кроме того, в последние годы трансформация промышленности, обусловленная цифровизацией экономики, породила «цифровое бережливое производство» («digital lean»).

Анализ цифровизации промышленного производства показывает, что не все процессы могут быть ей подвержены. Кроме того, многие ученые не могут прийти к однозначному выводу о том, какое влияние оказывают друг на друга цифровизация и бережливое производство в связи с тем, что последнее имеет целью снижение сложности производственных процессов, экономии издержек, в то время как реализация цифровизации удорожает производство.

Все это подтверждает актуальность выбранной темы.

Цель приведенного исследования заключается в выявлении проблем цифровизации бережливого производства.

Материалы и методы исследования

Чтобы достичь поставленной в исследовании цели, авторы проанализировали становление бережливого производства и опыт цифровизации экономики, поспособствовавшей созданию «цифрового бережливого производства».

При написании данной статьи были использованы логические и аналитические методы формализованного представления социально-экономических систем.

Результаты исследования и их обсуждение

Поскольку именно производственная система японской автомобилестроительной компании «Тойота» послужила созданию основ бережливого производства, то представим ее видение этого подхода по снижению производственных потерь: «Концеп-

ция производственной системы “Тойоты” заключается в повышении эффективности производства путем тщательного и последовательного исключения потерь» [2].

В связи с этим бережливое производство можно представить как концепцию управления производственным предприятием, основанную на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь и предполагающую вовлечение в процесс оптимизации производства, при максимальной ориентации на потребителя, каждого сотрудника.

Отправной точкой бережливого мышления является ценность, создаваемая производителем и определяемая потребителем. Поэтому, если рассматривать все процессы как поток создания ценностей, имея целью последовательно сокращать все, не добавляющие ценность товару операции, то как раз бережливое производство и позволяет определить ценность, выстроить все ее создающие действия в наилучшей последовательности, выполнить работы, избегая непроизводительных перерывов и с большей эффективностью [3] (рис. 1).

В связи с тем, что бережливое производство нацелено на создание ценности для клиента, в основании модели производственной системы выделяют ориентированность на него. Работая над устранением операций, не добавляющих ценности, «бережливым» предприятиям удастся оптимизировать затраты и делать своим клиентам более интересные ценовые предложения, чем конкуренты, оставаясь с высокой доходностью.



Рис. 1. Бережливое производство как средство устранения потерь



Рис. 2. Основные этапы бережливого производства [3]

Создавать ценности «бережливым» предприятиям помогают сотрудники, поэтому особо выделяют подход «уважения к сотрудникам», когда в организации активно работают над созданием безопасных условий труда, развитием сотрудников, повышением их вовлеченности, особенно в процессы улучшений.

Основные этапы построения бережливого производства представлены на рис. 2.

В свою очередь, под цифровой трансформацией понимается фундаментальное переосмысление клиентского опыта, бизнес-моделей и операций. Это поиск новых возможностей для создания ценности, роста доходов и повышения эффективности работы. Для достижения этих целей компании используют инновационные технологии.

Процесс цифровой трансформации промышленного предприятия представлен на рис. 3.

Анализ процессов с использованием принципов бережливого производства приводит к важному переходу к сознательному внедрению потенциальных улучшений. Даже если вы решите не заниматься цифровизацией, вы получите карту процессов, которая является активной благодаря вовлеченности сотрудников и лучше отражает текущую ситуацию, чем когда-либо прежде.

«Бережливый» анализ позволяет легко обнаружить потери в потоке создания ценности. Однако не все процессы могут быть подвержены цифровизации. Для проведения цифрового анализа процессов необходимо ответить на такие вопросы:

– что должно быть оцифровано?

– зачем оцифровывать?

– как цифровизация процесса повышает ценность для клиента?

В прошлом технологии бережливого производства (lean) позволяли промышленным производителям снижать потери и волатильность производственных процессов, значительно увеличивая выпуск продукции с улучшением ее качества. В последние годы трансформация промышленности, обусловленная цифровизацией экономики, породила «цифровое бережливое производство» («digital lean») и, таким образом, открыла совершенно новые возможности.

Традиционная система бережливого производства (traditional lean) предполагает методологию непрерывного совершенствования процессов, которая основывается на нескольких критериях: системе вытягивания («pull system»), устранении неэффективности производства, обеспечении безошибочных процессов и привлечении всего производственного персонала.

Напротив, цифровое бережливое производство направлено на оптимизацию всей производственной установки, например, путем изменения рабочих процессов, а также анализа отдельных этапов процесса и их последовательности.

Цифровое бережливое производство позволяет компаниям перепрофилировать устаревшие ручные инструменты в более мощное современное оборудование для тщательного тестирования гипотез, моделирования сценариев и расчета подробных затрат, исключая практические эксперименты или фактическую реализацию.



Рис. 3. Процесс цифровой трансформации промышленного предприятия [4]

Сегодня мы можем выделить несколько основных технологических направлений, предоставляющих компаниям конкурентные преимущества, а также цифровые инструменты, усиливающие преимущества бережливого производства, включая:

- роботизацию (RPA);
- проведение анализа больших данных (Big Data) и предиктивной аналитики;
- внедрение и использование чат-ботов;
- использование технологии виртуальной и дополненной реальности (VR/AR);
- внедрение технологии оптического распознавания (OCR/ICR);
- использование технологии Блокчейн;
- использование технологии искусственного интеллекта (AI);
- использование сети Интернет вещей (IoT).

Описывая переход от традиционного к цифровому бережливому производству, стоит отметить такой набор инструментов для бережливого улучшения, который включает в себя производственные и другие рычаги (включая эффективность производственного процесса, повышение качества и производительности, прогнозное обслуживание и многое другое), инструменты улучшения (соответствующие KPI, команды CIP / Kaizen и Six Sigma) и надежные возможности обучения, управления изменениями и производительности.

Как показывает опыт, использование цифровизации процессов бережливого производства показывает высокие результаты по всем аспектам его производственных операций (рис. 4).

Объединение цифровизации и бережливого производства способствует сокращению затрат на 30%, в то время как традиционные инструменты бережливого производства способны уменьшить расходы только на 15%.

Поскольку цифровизация бережливого производства усиливает влияние традиционных его инструментов в таких аспектах, как расширение производства и использование цифровых технологий, то она оказывает гораздо более сильный эффект, чем отдельное применение этих систем.

Это не означает, что каждая компания должна стремиться к цифровому мышлению.

Встречаются случаи, когда требуемый уровень инвестиций в сочетании с оценкой операционных и финансовых рисков, а также тщательной оценкой занимаемой площади показывает, что некоторая отдельная инициатива является более предпочтительным решением.

Цифровизация сама по себе не является универсальным средством решения проблем и не может заменить традиционное бережливое производство.

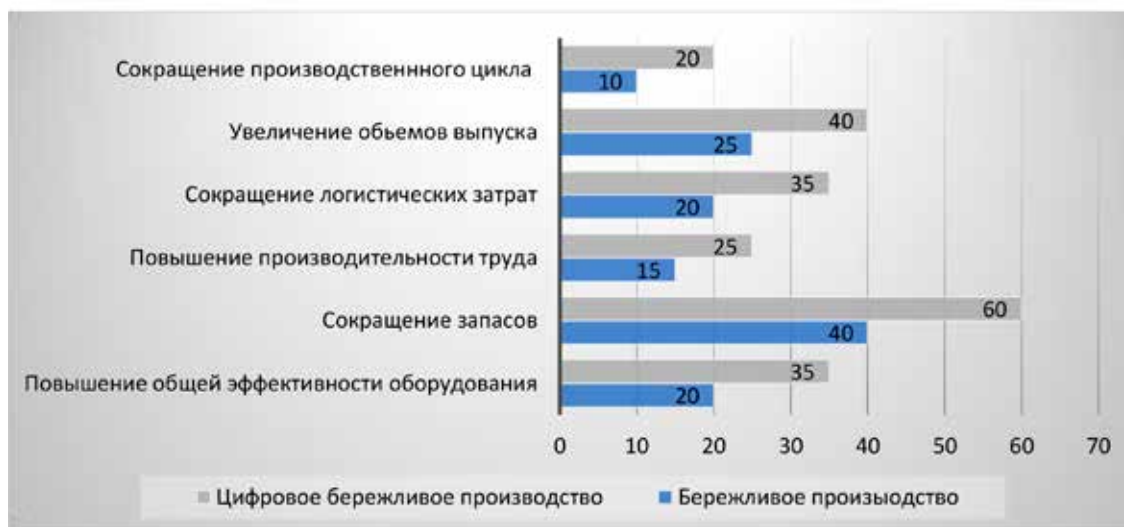


Рис. 4. Цифровизация бережливого производства [5]

Области применения	Увеличение производительности	Сокращение затрат	
 IoT Оптимизация процессов	5-10% продуктивность персонала	5% общих затрат	
 Big Data Автономные машины и системы Оптимизация технологических режимов	5-30% дополнительного выпуска	10-15% затраты на ГСМ	5-8% затраты на ТОиР
 Cloud Предиктивное обслуживание оборудования	5-10% производительного времени оборудования	10-25% затраты на материалы 15% на МТР и услуги подрядчиков	

ТОиР – техническое обслуживание и ремонт
 МТР – материально-технические ресурсы
 ГСМ – горюче-смазочные материалы

Рис. 5. Цифровизация как способ повышения эффективности предприятий [5]

Ключ к снижению производственных затрат при одновременном повышении производительности труда заключается в том, чтобы найти правильную комбинацию цифрового и традиционного бережливого производства, которая соответствует текущей ситуации и желаемому результату.

Для каждого предприятия в современных условиях цифровизации экономики одним из ключевых аспектов эффективного функционирования является наличие

производственной системы с эффективно функционирующими технологиями бережливого производства.

Результаты исследования компании KPMG показали, что наилучший экономический эффект на российских предприятиях дает роботизация производства, использование инструментов предиктивной аналитики и решения, принимаемые на базе анализа Big Data, позволяя повысить производительность труда до 30% (рис. 5).

Тем не менее реализация цифровизации бережливого производства в России не обходится без проблем, основными из которых являются следующие:

- нехватка квалифицированных рабочих, мастеров, руководителей среднего технического звена на производственных предприятиях;

- низкая стоимость рабочей силы, что, в свою очередь, является сильным тормозящим фактором технического перевооружения и модернизации производства;

- изношенность отечественных производственных мощностей, использование устаревших и неэффективных техники и технологий. Согласно данным McKinsey Global Institute, доля высокотехнологичных отраслей промышленности в добавленной стоимости в России составляет 2%, что в 2 раза ниже, чем в США; в 4 раза ниже, чем в Китае; в 5,5 раз ниже, чем в Южной Корее;

- низкий уровень управленческих и технологических компетенций, слабая развитость механизмов проектного финансирования, а также проблемы переобучения персонала;

- сопротивление части персонала предприятий неизбежным переменам, связанным с внедрением и реализацией цифровизации бережливого производства.

Кроме того, как уже отмечалось нами ранее, не все процессы промышленного производства могут быть подвержены цифровизации. До сих пор среди ученых нет единства мнений в том, каково влияние цифровизации и бережливого производства друг на друга из-за того, что реализация цифровизации из-за больших затрат ведет к удорожанию производства, в то время как бережливое производство направлено на снижение сложности производственных процессов, экономию издержек.

В дополнение к этому не следует забывать и о том, что переход к полностью автоматизированным производствам, свойственный «Индустрии 4.0», способствует высвобождению рабочих мест, тем самым усугубляя проблему занятости населения [6].

Все эти проблемы необходимо учитывать в целях снижения уровня их негативного воздействия на результаты промышленного производства.

Заключение

В данном исследовании показано, что трансформация промышленности, обусловленная цифровизацией экономики и породившая «цифровое бережливое производство» (digital lean), открыла для промышленности совершенно новые возможности по снижению потерь и повышению производительности труда.

В отличие от традиционного цифровое бережливое производство имеет целью оптимизацию всей производственной установки, позволяя компаниям перепрофилировать устаревшие ручные инструменты в более мощное современное оборудование для тщательного тестирования гипотез, моделирования сценариев и расчета подробных затрат, исключая практические эксперименты или фактическую реализацию.

Исследования показали, что наилучший экономический эффект на российских предприятиях дает роботизация производства, а также использование инструментов предиктивной аналитики и решения, принимаемые на базе анализа Big Data.

Однако при реализации цифровизации бережливого производства в нашей стране выявлен ряд проблем, например, нехватка на производственных предприятиях квалифицированных рабочих, мастеров и руководителей среднего технического звена; низкая стоимость рабочей силы; изношенность отечественных производственных мощностей и использование устаревших, неэффективных техники и технологий; сопротивление части персонала предприятий неизбежным переменам, обусловленным внедрением цифровизации, а также разрешения спора между учеными о влиянии цифровизации и бережливого производства друг на друга из-за того, что цифровизация вследствие больших затрат удорожает производство, в то время как бережливое производство направлено на снижение издержек.

Решение этих и некоторых других проблем цифровизации бережливого производства позволит, на наш взгляд, ускорить темпы ее реализации, позволив повысить производительность труда в промышленном производстве при обеспечении снижения издержек.

Список литературы

1. Абушова Е.Е., Кузьмина С.Н., Левенцов В.А., Черникова А.В. Разработка методики оценки уровня «бережливости» предприятия // Экономика и предпринимательство. 2020. № 8 (121). С. 993–997.
2. Оно Т. Производственная система Тойоты. Уход от массового производства. М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2012. 208 с.
3. Вумек Дж., Джонс Д. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Пер с англ. М.: Альпина Паблишер, 2013. 472 с.
4. Тошаков А. Цифровая трансформация промышленных предприятий. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.huawei.ru/insights/tsifrovaya-transformatsiya-promyshlennykh-predpriyatiy/> (дата обращения: 06.12.2022).
5. Цифровые технологии в российских компаниях предприятий. [Электронный ресурс]. URL: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ru/pdf/2019/01/ru-ru-digital-technologies-in-russian-companies.pdf> / (дата обращения: 09.12.2022).
6. Левенцов В.А., Левенцов А.Н. Цифровое проектирование изделия и процессов производства как фактор повышения эффективности // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 5. С. 63–67.