

Научная статья
 УДК 658
 EDN DEGPBI
 DOI 10.17150/2500-2759.2022.32(4).771-778



ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Т.Г. Бахматова¹, М.С. Бахматов²

¹ Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация

² ООО «Аристон Термо Русь», г. Всеволожск, Российская Федерация

Информация о статье

Дата поступления
21 ноября 2022 г.

Дата принятия к печати
6 декабря 2022 г.

Дата онлайн-размещения
23 декабря 2022 г.

Ключевые слова

Бережливое производство; инструменты бережливого производства; тенденции бережливого производства; перспективы бережливого производства; проблемы бережливого производства

Аннотация

В статье представлено концептуальное определение бережливого производства и описаны инструменты достижения целей бережливости. Для систематизации большого массива данных был применен метод количественно-качественного контент-анализа наиболее значимых научных публикаций, отражающих преимущества, проблемы и тенденции указанного вида производства. Дана оценка результативности внедрения концепции бережливого производства и его отдельных инструментов. Выявлены проблемы в достижении целей такого производства, основной из которых является неготовность к системным организационным изменениям. Охарактеризована представленность отдельных проблем бережливого производства в научных публикациях. Определены современные мировые тенденции в реализации идеи данного производства на основе анализа наиболее цитируемых публикаций, представленных в базах данных Web of Science и Google Scholar за период с 2015 по 2020 г. Основной тенденцией является комбинирование различных инструментов для повышения эффективности бережливого производства.

Original article

TRENDS AND PROSPECTS FOR THE IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING TOOLS

Tatyana G. Bakhmatova¹, Mikhail S. Bakhmatov²

¹ Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation

² Ariston Thermo Rus LLC, Vsevolozhsk, the Russian Federation

Article info

Received
November 21, 2022

Accepted
December 6, 2022

Available online
December 23, 2022

Keywords

Lean production; lean production tools; lean production trends; lean production prospects; lean production problems

Abstract

The study presents conceptual definition of lean production and describes the tools for achieving the goals of lean manufacturing. To systematize a large amount of data, we applied the method of quantitative and qualitative content analysis of the most significant scientific publications that reflect the advantages, problems, and trends of lean production. An assessment of the effectiveness of the implementation of the concept of lean production and its individual tools is given. The study identified the problems in achieving the goals of lean production, the main of which is the unpreparedness for systemic organizational changes. We examined the representation of individual problems of lean production in scientific publications. The current global trends in the implementation of the idea of lean manufacturing are determined based on the analysis of the most cited publications presented in the Web of Science and Google Scholar databases for the period from 2015 to 2020. The main trend is to combine different tools to improve the efficiency of lean manufacturing.

Введение

Рост интереса к бережливому производству определяется его очевидным влиянием на повышение конкурентоспособности промышленных предприятий и страны в целом. Сегодня термин Lean («бережливый») описывает стратегию улучшения производства, которая объединяет такие концепции, как производство в срок (JIT — Just-in-Time Production), полное управление качеством (TQM — Total Quality Management), Six Sigma, полное продуктивное обслуживание (TPM — Total Productive Maintenance) и конкретные практики управления персоналом (HRM — Human Resource Management) (например, командная работа и гибкая рабочая сила).

Компании все чаще используют методы, взятые из всех этих источников, для разработки и адаптации своих собственных систем бережливого производства. Популярность Lean как в практике, так и в академической науке понятна: эмпирически доказано, что «бережливые» компании значительно превосходят «небережливые» компании [1].

Однако, несмотря на очевидные преимущества Lean, многие компании не добиваются ожидаемого успеха в своих бережливых программах, существуют проблемы внедрения инструментов бережливости. В таких компаниях все сотрудники на всех уровнях организации — от сотрудников и менеджеров до высшего руководства — должны знать об использовании бережливого подхода, который поощряет представление соответствующих предложений по улучшению и их использование на практике [2]. То есть внедрение концепции бережливого производства требует системных изменений на всех организационных уровнях, включая трансформацию организационной культуры. В связи с этим вопрос оценки возможностей, результатов и перспектив данной концепции представляется весьма актуальным.

Исследование призвано продемонстрировать преимущества, которые дает внедрение инструментов бережливого производства, и обозначить перспективные направления развития.

Основным методом исследования является количественно-качественный контент-анализ публикаций, представленных в базе данных Web of Science и Google Scholar.

Основные понятия концепции бережливого производства

Бережливое производство является элементом более общего понятия Кайдзен (Kaizen) — бережливое мышление. Цен-

тральная идея бережливости заключается в создании упорядоченного потока процессов для создания готовой продукции в требуемом темпе с минимальными потерями или без них. При этом по поводу всех остальных характеристик бережливого производства существуют разнообразные точки зрения. В связи с этим значимым представляется исследование Shah and Ward (2007), в котором на основе масштабного исследования обосновано концептуальное определение и оценка бережливого производства по десяти принципиально значимым составляющим:

1. Обратная связь с поставщиком. Критика и характеристики продуктов и услуг, полученные от клиентов, должны периодически передаваться поставщикам.

2. Доставка точно в срок. Поставщикам необходимо поставлять только необходимое количество продуктов в указанное покупателями время.

3. Развитие поставщика. Поставщики должны разрабатываться вместе с производителем, чтобы избежать несоответствия уровней компетенции.

4. Участие клиентов. Клиенты являются главными двигателями бизнеса, их потребности и ожидания должны быть приоритетными.

5. «Вытягивание производства» — производство продукции на основе заказов потребителя.

6. Непрерывный поток: на заводе должен быть организован поток без больших остановок.

7. Сокращение времени наладки. Время, необходимого для адаптации ресурсов к изменениям в продуктах, должно быть как можно меньше.

8. Полное производственное/профилактическое обслуживание. Следует избегать выхода из строя машин и оборудования с помощью эффективных процедур периодического технического обслуживания.

9. Статистический контроль процесса. Качество продукции имеет первостепенное значение: ни один дефект не должен переходить из одного процесса в другой.

10. Вовлеченность сотрудников. При наличии достаточной мотивации и соответствующих прав сотрудники должны быть наделены полномочиями для общего вклада в деятельность фирмы [3, с. 814].

Набор инструментов и методов достижения целей бережливого производства разнообразен, существует отраслевая специфика их применения. Разные авторы приводят классификации, отличающиеся их основаниями.

Так, к основным инструментам бережливого производства, согласно ГОСТ Р 56020-2020¹, относят:

- *стандартизацию работы* — точное описание каждого действия, включающее время цикла, время такта, последовательность выполнения определенных задач, минимальное количество запасов для выполнения работы;

- *организацию рабочего пространства (5S)* — пять взаимосвязанных принципов организации рабочего пространства, направленных на мотивацию и вовлечение персонала в процесс улучшения продукции, процессов, системы менеджмента организации, снижения потерь, а также повышения безопасности и удобства в работе;

- *картирование потока создания ценности (VSM — Value Stream Mapping)* — схема, изображающая каждый этап материального и информационного потока, необходимый для того, чтобы выполнить заказ потребителя;

- *визуализацию* — расположение всех инструментов, деталей, производственных стадий и информации о результативности работы производственной системы таким образом, чтобы они были четко видимы, и чтобы каждый участник производственного процесса моментально мог оценить состояние системы;

- *быструю переналадку (SMED — Single Minute Exchange Of Dies)* — процесс переналадки производственного оборудования для перехода от производства одного вида детали к другому за максимально короткое время;

- *защиту от непреднамеренных ошибок (Рока-Йоке)* — организационные и инженерные приемы, позволяющие исполнителю при работе избежать ошибок;

- *канбан (Kanban)* — средство информирования, с помощью которого дается разрешение или указание на производство или передачу изделий в производстве, организованном по принципу вытягивания;

- *всеобщее обслуживание оборудования (TPM)* — система обслуживания оборудования, направленная на повышение эффективности его использования за счет предупреждения и устранения потерь на протяжении всего жизненного цикла оборудования.

Помимо перечисленных, в ряде компаний используются такие инструменты, как Six Sigma, TQM, SPC.

Six Sigma была запущена компанией Motorola в 1987 г. Это стратегия улучшения

бизнеса, целью которой является выявление и устранение причин дефектов или ошибок в бизнес-процессах путем концентрации на действиях, имеющих отношение к клиентам. Среди методологий, применяемых на этапе реализации Six Sigma, наиболее широко известен DMAIC [4, с. 808].

Качество (TQM) может быть представлена в качестве целостной философии управления, объединяющей все организационные функции за счет применения статистического контроля процессов и активного участия поставщиков, а также стремления к постоянному совершенствованию производства и поставки товаров или услуг в соответствии с потребностями или требованиями клиента.

Инструменты и методы, продвигаемые в рамках TQM: графики, статистический контроль процессов (SPC — Statistical Process Control), бенчмаркинг, затраты на качество, внутренние аудиты, анализ видов и последствий отказов (FMEA — Failure Mode And Effect Analysis), диаграммы причин и следствий, диаграммы Парето, гистограммы, диаграммы рассеяния, блок-схемы и практико-ориентированная методология [5].

Как свидетельствует практика, в процесс состоятельности в XXI в. оказываются втянутыми многие субъекты, способные производить товар или оказывать услугу, отвечающую требованиям рынка, что естественным образом обуславливает необходимость поиска и постоянного совершенствования методик оценки их конкурентоспособности [6]. В связи с этим инструменты и методы бережливого производства непрерывно развиваются.

Результаты исследования.

Результативность внедрения инструментов бережливого производства

Эффективность бережливого производства чаще всего оценивается на примерах отдельных компаний. Так, наиболее ярким примером успешного внедрения принципов бережливого производства, который встречается во многих научных статьях, принято считать компанию Toyota — первопроходца в сфере применения принципов бережливого производства [7]. В конце XX в. мир был попросту потрясен успехом и показателями Toyota, а множество компаний решили последовать ее примеру и организовали в подобном ключе свой производственный процесс, а также постарались внедрить на своих предприятиях систему бережливого производства [8].

Кроме того, в качестве примера может служить и американская алюминиевая ком-

¹ ГОСТ Р 56020-2020. Бережливое производство. Основные положения и словарь : национ. стандарт РФ : утв. и введен в действие приказом Росстандарта от 19 авг. 2020 г. № 513-ст. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200174885>.

пания Alcoa: С. Спир и К. Боуэн реализовали проект внедрения принципов бережливого менеджмента, создав систему под названием Alcoa Business System. Результаты применения выразились в существенной экономии средств при производстве. Так, удалось сэкономить порядка 1 млрд долл., а в течение четырех лет (1996–2000 гг.) компания сумела значительно увеличить среднегодовой рост темпа продаж (на 15 %) и рост доходов (на 30 %) [9].

Большого успеха в реализации принципов бережливого производства достигли компании Nike, Amazon, Kimberley-Clark, Caterpillar, Intel и Ford и др.

Опыт применения инструментов бережливости в нашей стране также доказывает их эффективность. «КамАЗ», «Группа ГАЗ», «Русал», «ЕвразХолдинг», «Еврохим», «Челябинский кузнечно-прессовый завод», «ЕлАЗ», «Сбербанк», «Почта России», корпорация «Ростех» и многие другие компании активно внедряют философию бережливости, результативность которой достаточно очевидна. «В результате применения инструментов бережливого производства на Заволжском моторном заводе выросла рентабельность предприятия (с 1,9 % до 11,7 %); в 7 раз уменьшилось число двигателей, забракованных на автозаводах-потребителях; почти в 5 раз снизилась доля потерь от внутреннего брака в общем объеме произведенной продукции; в 3 раза увеличилось число подаваемых рационализаторских предложений; значительно вырос средний уровень заработной платы» [10, с. 340–341].

Наибольший вклад в рост производительности труда вносит Федеральный центр компетенций в сфере производительности труда: «На сегодняшний день ФЦК представлен в 16 регионах. Более 120 компаний получили нашу поддержку, более 70 достигли роста производительности на 10 % и больше»².

Если достижения отдельных компаний находят отражение в СМИ и научных публикациях, то научных исследований, посвященных оценке влияния бережливого производства на макроэкономические показатели, очень мало. В связи с этим представляют интерес результаты масштабного исследования,

² Выступление генерального директора Федерального центра компетенций в сфере производительности труда (ФЦК) Николая Соломона на Форуме институтов развития в рамках Недели российского бизнеса 11 марта 2019 года // Российский союз промышленников и предпринимателей. URL: https://www.rspp.ru/events/news/vystuplenie-generalnogo-direktora-federalnogo-tsentra-kompetentsiy-v-sfere-proizvoditel'nosti-truda-f/?sphrase_id=222043.

проведенного на базе данных 152 стран [11]. Исследование показало, что долгосрочная тенденция к снижению отношения товарно-материальных запасов либо к ВВП, либо к совокупным капиталовложениям оказывает значительное положительное влияние на экономическое развитие. Основным фактором, влияющим на снижение запасов, является использование инструментов бережливого производства.

Обзор инструментов бережливого производства показал, что картирование потока создания ценности является наиболее активно внедряемым элементом бережливого производства.

Второе место занимают быстрая переналадка, канбан и кайдзен [12, с. 880]. Это объясняется тем, что все эти элементы универсальны, т.е. используются для предотвращения дефектов, ненужных запасов и ожиданий в любой организации.

Проблемой является то, что стратегия бережливого производства зачастую внедряется «частями», поэтому эффективность внедрения инструментов бережливого производства ниже потенциально возможной.

Тенденции в развитии концепций и инструментов бережливого производства

Для выявления перспективных тенденций поисковый запрос на платформе Web of Science осуществлялся по следующим ключевым словам: «lean Six Sigma», «lean production», «lean manufacturing». Первая публикация по исследуемой проблеме появилась в 1975 г. До 1993 г. публиковалось меньше десяти работ в год, после чего наблюдается устойчивая тенденция к росту публикационной активности.

Анализ наиболее цитируемых публикаций за период с 2015 по 2020 г. показал, что наибольший вклад в развитие представлений о бережливом производстве внесли указанные в таблице исследователи.

Для реализации поставленной цели были отобраны и проанализированы прежде всего статьи обзорного характера, посвященные выявлению наиболее значимых тенденций в реализации концепции бережливого производства в глобальном масштабе.

Наиболее перспективными тенденциями, по мнению исследователей, являются следующие:

1. Интеграция Lean и Six Sigma (LSS).

В конкурентных рыночных условиях перед компанией стоят четкие задачи, которые необходимо учитывать при выработке стратегии, составлении планов на ближайшую и

Наиболее цитируемые исследования бережливого производства с 2015 по 2020 г.

Название статьи	Количество цитирований
Jasti N.V.K. Lean Production: Literature Review and Trends / N.V.K. Jasti, R. Kodali // International Journal of Production Research. — 2015. — Vol. 53, № 3. P. 867–885 [12]	128
Sanders A. Industry 4.0 Implies Lean Manufacturing: Research Activities in Industry 4.0 Function as Enablers for Lean Manufacturing / A. Sanders, C. Elangeswaran, J.P. Wulfsberg // Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM). — 2016. — Vol. 9, № 3. P. 811–833 [3]	78
Netland T.H. Critical Success Factors for Implementing Lean Production: the Effect of Contingencies / T.H. Netland // International Journal of Production Research. — 2016. — Vol. 54, № 8. P. 2433–2448 [1]	67
A Framework for the Integration of Green and Lean Six Sigma for Superior Sustainability Performance / C. Anass, J.A. Garza-Reyes, E. Said, K. Govindan // International Journal of Production Research. — 2017. — Vol. 55, № 15 [13]	65
Albliwi S.A. A Systematic Review of Lean Six Sigma for the Manufacturing Industry / S.A. Albliwi, J. Antony, S.A. Lim // Business Process Management Journal. — 2015. — Vol. 21, № 3. P. 665–691 [14]	65

отдаленную перспективу. В них закладываются высокий уровень эффективности своей хозяйственной деятельности и качественное удовлетворение запросов потребителей, а это требует в полной мере учитывать возможности, использовать все имеющиеся у компании преимущества, а также слабости и вероятные вызовы [15].

Несмотря на то что Lean и Six Sigma стали популярными бизнес-стратегиями для непрерывных улучшений в различных секторах экономики и управления, каждая отдельная концепция имеет недостатки, которые позволяют элиминировать их объединенная версия, получившая название LSS.

Lean имеет некоторые проблемы, с которыми сталкиваются организации: например, фундаментальные изменения, необходимые в культуре организации.

Six Sigma определяется как устоявшийся подход, направленный на выявление и устранение дефектов, ошибок или сбоя в бизнес-процессах или системах путем сосредоточения внимания на тех характеристиках производительности процессов, которые имеют критически важное значение для клиентов [16].

Высокая стоимость обучения Six Sigma и время для реализации являются препятствием для многих организаций для внедрения этой методологии. Поэтому некоторые компании решили объединить обе методологии, чтобы преодолеть слабые стороны этих двух методологий, когда они реализовали изоляцию, и разработать более мощную стратегию.

Albliwi S., Antony J. и Lim S. на основе обзора исследований и кейсов, посвященных LSS сделали вывод, что эта практика имеет много преимуществ, основными из которых являются следующие:

- увеличение прибыли и финансовых сбережений;
- повышение удовлетворенности клиентов;
- снижение стоимости;
- сокращение продолжительности цикла;
- улучшение ключевых показателей эффективности;
- уменьшение брака;
- сокращение времени поломки оборудования;
- уменьшение запасов;
- улучшение качества;
- увеличение производственных мощностей [14, с. 673].

2. *Интеграция Green и Lean Six Sigma для повышения эффективности устойчивого развития.*

В настоящее время три измерения устойчивости (экономическая, социальная и экологическая) должны приниматься во внимание организациями для поддержания их конкурентоспособности. Связи с этим Lean и Green стали основными составляющими ответа на вопрос об устойчивом развитии. Обзор литературы по проблемам Lean и Green показал, что:

- компании Lean могут просто интегрировать «зеленые» практики и, следовательно, улучшить их устойчивые показатели;
- между инициативами Lean и Green существует внутренняя связь;
- Lean является успешным, когда используется для уменьшения экологических и социальных воздействий;
- интеграция «зеленых» и бережливых стратегий выгодна фирмам [13].

3. *Интеграция больших данных (Big Data) и Lean Six Sigma.*

Масштабы данных, создаваемых и передаваемых промышленными предприятиями,

государственными администрациями и некоммерческими организациями, значительно увеличились.

Большие данные (Big Data) могут помочь в получении эффективной информации и принятии решений в проектах LSS и, следовательно, могут избежать любых ненужных инвестиций в человеческий и физический капитал в соответствии с экономикой транзакционных издержек LSS — управляемый данными подход для достижения желаемой производительности в долгосрочной перспективе. На каждом этапе методологии DMAIC принятие решений является критически важным, и для этого требуется сбор и анализ обширных данных из различных функциональных подразделений. Следовательно, большие данные и LSS дополняют и влияют друг на друга [17].

4. Интеграция индустрии 4.0 и Lean.

Индустрия 4.0 включает в себя множество ключевых вспомогательных технологий, например киберфизические системы, интернет-вещи, искусственный интеллект, аналитику больших данных и цифровых двойников, которые можно рассматривать в качестве основных факторов, влияющих на автоматизированные и цифровые производственные среды [18, с. 1].

Разработанные в цифровом формате интеллектуальные машины, складские системы и производственные мощности обеспечивают сквозную интеграцию на основе информационных и коммуникационных систем по всей цепочке поставок от входящей логистики до производства, маркетинга, исходящей логистики и обслуживания.

Автоматизация производства играет важную роль с самого начала бережливого производства, и Индустрию 4.0 можно рассматривать как прогресс в этой области [3, с. 816–817].

Выводы

В современных условиях глобальной конкуренции производственные организации сталкиваются с двумя типами проблем. Во-первых, научно-техническое развитие приводит к

стремительному устареванию оборудования и технологий. Во-вторых, изменился характер мышления клиента: повышаются требования к стоимости и качеству продукции. Lean является философией и набором инструментов, позволяющих успешно решать данные проблемы в долгосрочной перспективе.

Интерес академического и бизнес-сообществ к инструментам бережливого производства неуклонно растет. Тем не менее существуют пробелы, связанные как с неоднозначностью терминологического аппарата, так и с недостатком эмпирических исследований, отражающих специфику и проблемы внедрения бережливого производства как в отдельных отраслях, так и на макроуровне.

Аналитический обзор исследований и публикаций показал, что, несмотря на огромное количество постоянно растущих публикаций, есть пробелы в изучении бережливого производства. Существует сдвиг исследований в сторону академичности, недостаточно эмпирических исследований для построения и проверки теории. Принципы бережливого производства анализируются преимущественно фрагментарно, как «кусочки», а не как элемент системы в рамках всей деятельности организации.

Концепции бережливого производства постоянно развиваются и совершенствуются. Основным трендом является комбинация подходов для элиминирования недостатков и получения синергетического эффекта: Lean и Six Sigma (LSS), Green и Lean Six Sigma, большие данные и Lean Six Sigma, Индустрия 4.0 и Lean.

Отечественный и зарубежный опыт внедрения инструментов бережливого производства демонстрирует, что бережливые организации значительно превосходят небережливые с точки зрения качества и эффективности деятельности. Тем не менее существует проблема недооценки важности внедрения не отдельных инструментов, а философии бережливости в целом; неготовность менеджмента и персонала к системным изменениям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Netland T.H. Critical Success Factors for Implementing Lean Production: the Effect of Contingencies / T.H. Netland // International Journal of Production Research. — 2016. — Vol. 54, № 8. — P. 2433–2448.
2. Астафьев С.А. Предпосылки для внедрения бережливого производства в электроэнергетической отрасли / С.А. Астафьев, А.В. Шибико. — DOI 10.17150/2411–6262.2022.13(1).15. — EDN HIPYOC // Baikal Research Journal. — 2022. — Т. 13, № 1. — URL: <http://brj-bguep.ru/reader/article.aspx?id=25030>.
3. Sanders A. Industry 4.0 Implies Lean Manufacturing: Research Activities in Industry 4.0 Function as Enablers for Lean Manufacturing / A. Sanders, C. Elangeswaran, J.P. Wulfsberg // Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM). — 2016. — Vol. 9, № 3. — P. 811–833.
4. Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma: an Analysis Based on Operations Strategy / E. Drohomeretski, E. Pinhero de Lima, S.E. Gouvea da Costa, P.A. da Rosa Garbuio. — DOI 10.1080/00207543.2013.842015 // International Journal of Production Research. — 2014. — Vol. 52, № 3. — P. 804–824.

5. Sahoo S. An Empirical Exploration of TQM, TPM and their Integration from Indian Manufacturing Industry / S. Sahoo. — DOI 10.1108/JMTM-03-2018-0075 // *Journal of Manufacturing Technology Management*. — 2018. — Vol. 29, № 1. — P. 1188–1210.
6. Балашова М.А. Об уместности применения понятия «конкурентоспособность» / М.А. Балашова, М.И. Трошкин, А.М. Балашова. — DOI 10.17150/2411-6262.2021.12(2).9. — EDN EGDDPD // *Baikal Research Journal*. — 2021. — Т. 12, № 2. — URL: <http://brj-bguerp.ru/reader/article.aspx?id=24530>.
7. Coetzee R. Lean Implementation Strategies: How are the Toyota Way Principles Addressed? / R. Coetzee, K. Van der Merwe, L. Van Dyk. — DOI 10.7166/27-3-1641 // *South African Journal of Industrial Engineering*. — 2016. — Vol. 27, iss. 3. — P. 79–91.
8. Womack J.P. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* / J.P. Womack, D.T. Jones. — New York : Free Press, 2003. — 360 p.
9. Кузьмина С.Н. Подходы к комплексной оценке инновационной деятельности на основе интеллектуального потенциала организации / С.Н. Кузьмина. — EDN PDFXFD // *Известия Иркутской государственной экономической академии (Байкальский государственный университет экономики и права)*. — 2012. — № 4. — URL: <http://brj-bguerp.ru/reader/article.aspx?id=13846>.
10. Индейкина А.А. Российский опыт внедрения концепции «бережливое производство» / А.А. Индейкина. — EDN UANIPN // *Master's Journal*. — 2015. — № 1. — С. 337–341.
11. Sanidas E. Lean Production System and Economic Development across the World Today / E. Sanidas, W. Shin. — DOI 10.4172/2162-6359.1000480 // *International Journal of Economics & Management Sciences*. — 2017. — Vol. 6, № 6.
12. Jasti N.V.K. Lean Production: Literature Review and Trends / N.V.K. Jasti, R. Kodali. — DOI 10.1080/00207543.2014.937508 // *International Journal of Production Research*. — 2015. — Vol. 53, № 3. — P. 867–885.
13. A Framework for the Integration of Green and Lean Six Sigma for Superior Sustainability Performance / C. Anass, J.A. Garza-Reyes, E. Said, K. Govindan. — DOI 10.1080/00207543.2016.1266406 // *International Journal of Production Research*. — 2017. — Vol. 55, № 15. — P. 4481–4515.
14. Albliwi S.A. A Systematic Review of Lean Six Sigma for the Manufacturing Industry / S.A. Albliwi, J. Antony, S.A. Lim. — DOI 10.1108/BPMJ-03-2014-0019 // *Business Process Management Journal*. — 2015. — Vol. 21, № 3. — P. 665–691.
15. Козырская И.Е. Конкуренция компаний: приемы и подходы при оценке конкурентных преимуществ / И.Е. Козырская. — DOI 10.17150/2411-6262.2015.6(5).6. — EDN UNSKNF // *Baikal Research Journal*. — 2015. — Т. 6, № 5. — URL: <http://brj-bguerp.ru/reader/article.aspx?id=20382>.
16. Antony J. Reflective Practice: Can Six Sigma be Effectively Implemented in SMEs? / J. Antony. — DOI 10.1108/17410400810881863 // *International Journal of Productivity and Performance Management*. — 2008. — Vol. 57, № 5. — P. 420–423.
17. Gupta S. Big Data in Lean Six Sigma: a Review and Further Research Directions / S. Gupta, S. Modgil, A. Gunasekaran. — DOI 10.1080/00207543.2019.1598599 // *International Journal of Production Research*. — 2020. — Vol. 58, № 3. — P. 947–969.
18. Industry 4.0 Technologies for Manufacturing Sustainability: a Systematic Review and Future Research Directions / A. Jamwal, R. Agrawal, M. Sharma, A. Giallanza. — DOI 10.3390/app11125725 // *Applied Sciences*. — 2021. — Vol. 11, № 12. — P. 1–28.

REFERENCES

1. Netland T.H. Critical Success Factors for Implementing Lean Production: the Effect of Contingencies. *International Journal of Production Research*, 2016, vol. 54, no. 8, pp. 2433–2448.
2. Astafyev S.A., Shibiko A.V. Reasons for Implementation of Lean Production in Electric Power Industry. *Baikal Research Journal*, 2022, vol. 13, no. 1. Available at: <http://brj-bguerp.ru/reader/article.aspx?id=25030>. (In Russian). EDN: HIPYOC. DOI: 10.17150/2411-6262.2022.13(1).15.
3. Sanders A., Elangeswaran C., Wulfsberg J.P. Industry 4.0 Implies Lean Manufacturing: Research Activities in Industry 4.0 Function as Enablers for Lean Manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 2016, vol. 9, no. 3, pp. 811–833.
4. Drohomerecki E., Pinheiro de Lima E., Gouvea da Costa S.E., Rosa Garbuio P.A. da. Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma: an Analysis Based on Operations Strategy. *International Journal of Production Research*, 2014, vol. 52, no. 3, pp. 804–824. DOI: 10.1080/00207543.2013.842015.
5. Sahoo S. An Empirical Exploration of TQM, TPM and their Integration from Indian Manufacturing Industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2018, vol. 29, no. 1, pp. 1188–1210. DOI: 10.1108/JMTM-03-2018-0075.
6. Balashova M.A., Troshkin M.I., Balashova A.M. On the Appropriateness of Using the Concept of «Competitiveness». *Baikal Research Journal*, 2021, vol. 12, no. 2. Available at: <http://brj-bguerp.ru/reader/article.aspx?id=24530>. (In Russian). EDN: EGDDPD. DOI: 10.17150/24116262.2021.12(2).9.
7. Coetzee R., Van der Merwe K., Van Dyk L. Lean Implementation Strategies: How are the Toyota Way Principles Addressed? *South African Journal of Industrial Engineering*, 2016, vol. 27, iss. 3, pp. 79–91. DOI: 10.7166/27-3-1641.
8. Womack J.P., Jones D.T. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York, Free Press, 2003. 360 p.
9. Kuzmina S.N. Approaches to Integrated Assessment of Intellectual Potential of Organization. *Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii (Baykalskii gosudarstvennyi universitet ekonomiki i prava) = Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy (Baikal State University of Economics and Law)*, 2012, no. 4. Available at: <http://brj-bguerp.ru/reader/article.aspx?id=13846>. (In Russian). EDN: PDFXFD.

10. Indeikina A.A. Russian Implementation Experience of the Conception «Lean Production». *Master's Journal*, 2015, no. 1, pp. 337–341. (In Russian). EDN: UANIPN.
11. Sanidas E., Shin W. Lean Production System and Economic Development across the World Today. *International Journal of Economics & Management Sciences*, 2017, vol. 6, no. 6. DOI: 10.4172/2162-6359.1000480.
12. Jasti N.V.K., Kodali R. Lean Production: Literature Review and Trends / N.V.K. Jasti, R. Kodali. *International Journal of Production Research*, 2015, vol. 53, no. 3, pp. 867–885. DOI: 10.1080/00207543.2014.937508.
13. Anass C., Garza-Reyes J.A., Said E., Govindan K. A Framework for the Integration of Green and Lean Six Sigma for Superior Sustainability Performance. *International Journal of Production Research*, 2017, vol. 55, no. 15, pp. 4481–4515. DOI: 10.1080/00207543.2016.1266406.
14. Albliwi S.A., Antony J., Lim S.A. A Systematic Review of Lean Six Sigma for the Manufacturing Industry. *Business Process Management Journal*, 2015, vol. 21, no. 3, pp. 665–691. DOI: 10.1108/BPMJ-03-2014-0019.
15. Kozyrskaya I.Ye. Competition of Companies: Methods and Approaches in Assessing Competitive Advantages. *Baikal Research Journal*, 2015, vol. 6, no. 5. Available at: <http://brj-bguerp.ru/reader/article.aspx?id=20382>. (In Russian). EDN: UNSKNF. DOI: 10.17150/2411-6262.2015.6(5).6.
16. Antony J. Reflective Practice: Can Six Sigma be Effectively Implemented in SMEs? *International Journal of Productivity and Performance Management*, 2008, vol. 57, no. 5, pp. 420–423. DOI: 10.1108/17410400810881863.
17. Gupta S., Modgil S., Gunasekaran A. Big Data in Lean Six Sigma: a Review and Further Research Directions. *International Journal of Production Research*, 2020, vol. 58, no. 3, pp. 947–969. DOI: 10.1080/00207543.2019.1598599.
18. Jamwal A., Agrawal R., Sharma M., Giallanza A. Industry 4.0 Technologies for Manufacturing Sustainability: a Systematic Review and Future Research Directions. *Applied Sciences*, 2021, vol. 11, no. 12, pp. 1–28. DOI: 10.3390/app11125725.

Информация об авторах

Бахматова Татьяна Георгиевна — кандидат экономических наук, доцент, кафедра социологии и психологии, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: BakhmatovaTG@bgu.ru.

Бахматов Михаил Сергеевич — магистр делового администрирования, директор филиала ООО «Аристон Термо Русь», г. Всеволожск, Российская Федерация, e-mail: bakhmatovms@gmail.com.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования

Бахматова Т.Г. Тенденции и перспективы внедрения инструментов бережливого производства / Т.Г. Бахматова, М.С. Бахматов. — DOI 10.17150/2500-2759.2022.32(4).771-778. — EDN DEGPBI // Известия Байкальского государственного университета. — 2022. — Т. 32, № 4. — С. 771–778.

Authors

Tatyana G. Bakhmatova — Ph.D. in Economics, Associate Professor, Department of Sociology and Psychology, Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation, e-mail: BakhmatovaTG@bgu.ru.

Mikhail S. Bakhmatov — Master of Business Administration, Director of the branch of Ariston Thermo Rus LLC, Vsevolozhsk, the Russian Federation, e-mail: bakhmatovms@gmail.com.

Contribution of the Authors

The authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

For Citation

Bakhmatova T.G., Bakhmatov M.S. Trends and Prospects for the Implementation of Lean Manufacturing Tools. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*, 2022, vol. 32, no. 4, pp. 771–778. (In Russian). EDN: DEGPBI. DOI: 10.17150/2500-2759.2022.32(4).771-778.