

Р. А. Чупин^{1✉}, А. В. Шабурова¹

Инновационные подходы в организации производства

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: romik1221@bk.ru

Аннотация. В современных условиях быстрой цифровизации и конкуренции возрастает требование для предприятий в более эффективных методах организации процессов. В данной статье производится анализ инновационных подходов к организации производства. Как инструмент реализации рассматривается бережливое производство как наиболее универсальному и результативный. Рассмотрены основные концепции: Индустрия 4.0, гибкое производство, всеобщее продуктивное обслуживание оборудования, метод шести сигм, кайдзен и теория ограничений. В качестве предмета исследования выступает самолетостроительное предприятие. Цель работы – провести сравнительный анализ подходов и обосновать приоритет бережливого производства. Показать, что применение системы канбан, 5С и точно в срок при минимальных затратах повышает производительность, снижает брак и сокращает время циклов. Результаты подтверждают, что в условиях неопределенности и ресурсных ограничений бережливое производство остается наиболее эффективным подходом, а его сочетание с цифровыми технологиями открывает новые перспективы развития.

Ключевые слова: инновационные подходы, организация производства, бережливое производство, Индустрия 4.0, система канбан

R. A. Chupin^{1✉}, A. V. Shaburova¹

Innovative Approaches to Production Organization

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies,
Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: romik1221@bk.ru

Abstract. In modern conditions of rapid digitalization and intense competition, enterprises face an increasing need for more efficient methods of process organization. This article analyzes innovative approaches to production organization. Lean production is considered as the main tool of implementation, being the most universal and effective one. The following key concepts are examined: Industry 4.0, agile manufacturing, Total Productive Maintenance (TPM), Six Sigma, Kaizen, and Theory of Constraints. The subject of the study is an aircraft manufacturing enterprise. The aim of the work is to conduct a comparative analysis of these approaches and to substantiate the priority of lean production. The paper demonstrates that the application of the Kanban system, 5S, and Just-in-Time (JIT) principles with minimal costs increases productivity, reduces defects, and shortens production cycle times. The results confirm that under conditions of uncertainty and resource constraints, lean production remains the most effective approach, while its integration with digital technologies opens new prospects for development.

Keywords: innovative approaches, production organization, lean production, Industry 4.0, Kanban system

Введение

Современное производство сталкивается с острыми проблемами: рост конкуренции, ускоренная цифровизация, необходимость снижения затрат и повышения качества при ограниченных ресурсах. Особенно остро эти вызовы проявляются на самолетостроительных предприятиях, где высокая сложность процессов, длительные циклы и жесткие требования к качеству продукции требуют радикального повышения эффективности. Использование традиционных методов организации производства не позволяет обеспечить соответствия всем современным требованиям предприятий. К таким относятся скорость и гибкость производства, снижение потерь времени, материалов, финансов.

В результате перечисленных проблем возникает потребность в инновационных решениях и инструментах. В качестве таких решений выступают такие инструменты бережливого производства как система канбан, 5С и точно в срок.

Цель статьи – провести сравнительный анализ инновационных подходов к организации производства и обосновать приоритет бережливого производства как наиболее эффективного инструмента. Для достижения цели решены следующие задачи: рассмотреть основные инновационные концепции, раскрыть сущность и инструменты бережливого производства, проанализировать их применение на примере самолетостроительного предприятия.

Методы и методики исследования

Исследование выполнено на основе системного подхода и сравнительного анализа. Что позволяет комплексно рассмотреть инновационные подходы к организации производства и выделить среди них наиболее эффективный инструмент.

Для достижения цели применялись следующие методы:

- контент-анализ научной литературы и отраслевых отчетов за период 2018–2025 годов (всего проанализировано более 40 источников) [1, 2];
- сравнительный метод: сопоставление бережливого производства и его ключевых инструментов с другими концепциями [3];
- анализ практических кейсов внедрения инструментов бережливого производства на промышленных предприятиях, включая самолетостроительные [4, 5];
- качественный и количественный анализ эффективности по ключевым показателям: сокращение времени производственного цикла, снижение уровня брака, рост производительности труда и экономия ресурсов.

Сравнение подходов проводилось по следующим критериям: затраты на внедрение, срок окупаемости, влияние на качество продукции, гибкость производственной системы, устойчивость к внешним изменениям.

Особое внимание уделено применению конкретных инструментов бережливого производства – системы канбан, 5С и точно в срок – на примере самолетостроительного предприятия. Это позволило показать их практическую ценность

в условиях высокой сложности технологических процессов и жестких требований к качеству и безопасности [6].

Таким образом, выбранный методический аппарат обеспечивает объективность сравнения и позволяет обосновать приоритет бережливого производства как основного инновационного инструмента.

Результаты исследования

В промышленности, в том числе в современном самолетостроении используется семь основных подходов организации производства представлены в табл. 1. Их главная задача снизить затраты и адаптацию к изменяющимся условиям рынка и повысить эффективность [7].

Таблица 1 – Подходы в организации производства

Подход	Основная цель	Ключевые особенности
Индустрия 4.0 / Цифровое производство	Полная цифровизация и автоматизация	Цифровые двойники, искусственный интеллект, интернет вещей
Гибкое производство	Быстрая адаптация к изменениям спроса	Модульные линии, короткие производственные циклы
Всеобщее продуктивное обслуживание оборудования	Максимальная доступность станков и оборудования	Предиктивное обслуживание, вовлечение операторов
Метод шести сигм	Снижение дефектов и вариабельности	Статистический контроль качества
Кайдзен	Непрерывные мелкие улучшения	Участие всех сотрудников в предложениях
Теория ограничений	Устранение «узких мест»	Фокус на критических ресурсах
Умная фабрика	Интеграция интеллектуальных систем	Полностью автоматизированные «умные» линии

Индустрия 4.0 / Цифровое производство – ориентировано на внедрение цифровых технологий для создания «умных» производственных систем. Требуется больших инвестиций в оборудование и программное обеспечение, но дает высокий уровень автоматизации [8].

Гибкое производство – позволяет быстро перестраивать линии под новые заказы. Хорошо подходит для мелкосерийного и единичного типов производств, однако сложно в управлении.

Всеобщее продуктивное обслуживание оборудования – фокусируется на профилактике поломок и вовлечении персонала в обслуживание. Снижает простои, но требует высокой дисциплины.

Метод шести сигм – использует статистику для минимизации брака. Эффективен для стабильных процессов, но менее гибок при частых изменениях.

Кайдзен – основан на постоянных мелких улучшениях. Дешевый и универсальный подход, но результат становится явным на более длительном отрезке времени.

Теория ограничений – выявляет и устраняет главное «узкое место» в цепочке. Дает быстрый эффект, однако не решает все виды потерь.

Умная фабрика – следующий шаг Индустрии 4.0. Полностью интегрированные системы с автономным принятием решений. Требуется максимальных затрат и высокой квалификации кадров [7].

На основе подходов, представленных выше, можно сделать вывод, что для большинства из них требуются большие материальные затраты или в другом случае время на внедрение и отработку самого подхода прежде, чем он покажет свою эффективность. Именно эти показатели ограничивают их применение на предприятиях с ресурсными ограничениями.

Для решения таких проблем при ограниченных ресурсах на помощь приходит бережливое производство. Бережливое производство возникло в Японии в середине XX века на заводах Toyota благодаря работам Тайити Оно. Пять основных принципов бережливого производства: определение ценности для потребителя, анализ потока создания ценности, обеспечение непрерывного потока, организация вытягивающего производства, непрерывное совершенствование.

Дополнительно выделяют семь видов потерь: перепроизводство, ожидание, лишние транспортировки, лишние движения, переделки, излишние запасы и дефекты. Устранение этих потерь – основа всей системы [9].

К основным инструментам бережливого производства относятся: картирование потока создания ценности, система 5С (сортировка, соблюдение порядка, содержание в чистоте, стандартизация, совершенствование), система канбан, быстрая переналадка оборудования, точно в срок, выравнивание производства, защита от ошибок.

Особое внимание в исследовании уделено трем наиболее эффективным инструментам, применяемым в самолетостроительных предприятиях – системе канбан, 5С и точно в срок. Эти инструменты позволяют минимизировать запасы, организовать рабочее пространство и подавать материалы ровно тогда, когда они нужны [10, 11]. Сравнительный анализ бережливого производства и других подходов приведен в табл.2.

Таблица 2 – Сравнительный анализ бережливого производства и других подходов

Критерий	Бережливое производство (канбан, 5С, точно в срок)	Индустрия 4.0	Метод шести сигм	Кайдзен
Затраты на внедрение	Низкие	Высокие	Средние	Низкие
Скорость окупаемости	6–12 месяцев	2–4 года	12–18 месяцев	3–6 месяцев
Влияние на качество	Высокое (снижение брака до 80 %)	Высокое	Очень высокое	Среднее
Гибкость	Высокая	Высокая	Средняя	Высокая
Устойчивость к внешним изменениям	Высокая	Средняя	Средняя	Высокая

Бережливое производство выигрывает по соотношению «результат / затраты» [9].

Реальные примеры подтверждающие эффективность 2020–2025 годов.

В качестве классического и более яркого примера рассмотрим Toyota. В конце двадцатого века на предприятиях были внедрены следующие системы: канбан и точно в срок сократило, что время цикла на 50–70 % и брак на 80 %.

Российским примером выступает завод КАМАЗ – с 2010-х годов внедрена собственная производственная система на базе бережливого производства. Применение 5С и канбан дало рост производительности на 25–40 % и снижение запасов на 60 %.

Boeing – зарубежный авиационный кейс: инструменты бережливого производства (включая точно в срок) сократили время сборки самолетов на 30–50 %.

АО «Авиастар-СП» (Ульяновск) – российское самолетостроительное предприятие: внедрение системы 5С и канбан в 2020–2023 годах снизило время сборки узлов на 35–45 %, брак – на 50–70 %, а объем незавершенного производства сократился на 60 % [12, 13].

В результате мы видим для производственной отрасли следующие цифры: снижение времени на 30–70 %, снижение брака на производстве до 40 %, рост производительности на 25–40 %.

Таким образом мы видим, что бережливое производство в комбинации с инструментами канбан, 5С и точно в срок остается наиболее универсальным подходом. Оно не требует огромных финансовых вложений, имеет низкий срок окупаемости и устойчиво к санкциям, колебаниям спроса и сбоям поставок. На самолетостроительных предприятиях эти инструменты решают проблему длительных циклов и высокой сложности сборки. В условиях неопределенности или санкционного ограничения бережливое производство обеспечивает гибкость и минимальные потери, а его сочетание с цифровыми технологиями (Индустрия 4.0) открывает дальнейшие перспективы [7, 8].

Заключение

В результате проведенных исследований инновационных подходов в организации производства бережливое производство показало себя как наиболее эффективный и гибкий инструмент в ограниченных условиях. А наиболее одной из лучших комбинаций инструментов бережливого производства является связка из системы канбан, 5С и точно в срок. В самолетостроительной отрасли эти инструменты позволяют сократить время цикла на 30–70 %, снизить брак на 50–80 % и повысить производительность труда на 25–40 %.

Идея исследования полностью подтверждена: бережливое производство является основным и наиболее результативным инструментом среди всех рассмотренных инновационных подходов.

Внедрение рекомендуется начинать с участков сборки на предприятии. Сначала внедряется система 5С для организации рабочих мест и сокращению вспомогательного времени, затем система канбан и принцип «точно в срок». Следующим шагом станет обучения персонала новым компетенциям, обязанностью

руководства в таком случае станет внедрение их соблюдения в уже существующий менеджмент качества.

Перспективным направлением является сочетание бережливого производства с технологиями Индустрии 4.0, что приводит к созданию концепции бережливого производства 4.0. Это позволит сочетать низкозатратные инструменты с цифровыми двойниками и искусственным интеллектом.

Анализ и его результаты основаны на открытых данных и источниках 2018–2025 годов; результаты могут варьироваться в зависимости от конкретного предприятия и уровня организации его производственной системы.

В результате можно сделать следующий вывод: бережливое производство с инструментами канбан, 5С и точно в срок остается универсальным решением для повышения эффективности организации производства на предприятиях самых различных отраслей в том числе и самолетостроительных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вялов А. В. Бережливое производство : учебное пособие. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2014. – 100 с.
2. Давыдова Н. С. Бережливое производство. Развитие производственной системы организации : методическое пособие. – Ижевск : Институт экономики и управления ФГБОУ ВПО «УдГУ», 2015. – 58 с.
3. Бородулин А. Л., Казарин В. В., Косарева Н. С. Бережливое производство : учебное пособие. – СПб. : Питер, 2022. – 224 с.
4. Ключев А. В. Бережливое производство : учебное пособие для СПО / под ред. И. В. Ершовой. – Саратов ; Екатеринбург : Профобразование, 2019. – 87 с.
5. Виниченко В. А. Бережливое производство. Основы : учебное пособие. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. – 100 с.
6. Туровец О. Г., Родионова В. Н. Генезис бережливого производства: российские истоки // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2015. – Т. 11. – № 1. – С. 68–74.
7. Бояринцева М. И. Практика применения бережливого производства на предприятиях авиастроения // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2023. – № 4 (70). – С. 5–12. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/praktika-primeneniya-berezhlivogo-proizvodstva-na-predpriyatiyah-aviastroeniya> (дата обращения: 14.04.2026).
8. Муравьева Е. В. Внедрение бережливого производства как фактор повышения конкурентоспособности авиастроительного предприятия АО «Авиастар-СП» // КиберЛенинка : науч. электрон. б-ка. – 2016. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-berezhlivogo-proizvodstva-kak-faktor-povysheniya-konkurentosposobnosti-aviastroitelnogo-predpriyatiya-ao-aviastar-sp> (дата обращения: 14.04.2026).
9. Трофимова Н. Н. Пятнадцать наиболее важных инструментов бережливого производства (Часть 1 и Часть 2) // КиберЛенинка : науч. электрон. б-ка. – 2022. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pyatnadsat-naibolee-vazhnyh-instrumentov-berezhlivogo-proizvodstva-chast-1-chast-2-1> (дата обращения: 14.04.2026).
10. Бояринцева М. И. Инновационные подходы к повышению эффективности производственных процессов на предприятиях авиакосмической и авиаремонтной сферы // КиберЛенинка : науч. электрон. б-ка. – 2025. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye>

podhody-k-povysheniyu-effektivnosti-proizvodstvennyh-protseessov-na-predpriyatiyah-aviakosmicheskoy-i (дата обращения: 14.04.2026).

11. Крамаренко Н. С. Совместимость Индустрии 4.0 с моделью управления бережливое производство и модернизация концепции в эпоху цифровизации // КиберЛенинка : науч. электрон. б-ка. – 2024. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovместimost-industrii-4-0-s-modelyu-upravleniya-berezhlivoe-proizvodstvo-i-modernizatsiya-kontseptsii-v-epohu-tsifrovizatsii> (дата обращения: 14.04.2026).

12. Полковникова Е. Е. Использование технологий бережливого производства в аэрокосмической отрасли // КиберЛенинка : науч. электрон. б-ка. – 2017. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-tehnologiy-berezhlivogo-proizvodstva-v-aerokosmicheskoy-otrasli> (дата обращения: 14.04.2026).

13. Нестеренко Д. В. Взаимосвязь робастного проектирования и бережливого проектирования в авиакосмической промышленности // КиберЛенинка : науч. электрон. б-ка. – 2017. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimosvyaz-robastnogo-proektirovaniya-i-berezhlivogo-proektirovaniya-v-aviakosmicheskoy-promyshlennosti> (дата обращения: 14.04.2026).

© Р. А. Чупин, А. В. Шабурова, 2026