

Данильян Слава Борисович
филиал Военной академии РВСН им. Петра Великого в г. Серпухове
Кузнецова Елена Анатольевна
филиал Военной академии РВСН им. Петра Великого в г. Серпухове

Интегральный индекс готовности производства в системе бережливого управления государственным оборонным заказом

Аннотация. В статье рассматривается проблема адаптации концепции «точно в срок» (Just-in-Time, JIT) к условиям предприятий оборонно-промышленного комплекса (ОПК), выполняющих государственный оборонный заказ (ГОЗ). Показано, что классические подходы к внедрению JIT, ориентированные на сокращение запасов и времени цикла, требуют существенной доработки с учетом жестких требований к срокам исполнения ГОЗ, надежности поставок и качеству продукции оборонного назначения. Предлагается интегральный индекс JIT-готовности военного производства (JRI, Just-in-Time Readiness Index), объединяющий четыре нормированных показателя: точность выполнения сроков поставок (SOT), эффективность управления запасами критичных номенклатур (ZEF), надежность цепочки поставок (REL) и качество поставок продукции (QLT). Описаны содержательные особенности интерпретации каждого показателя, приведен пример расчета JRI для условного предприятия ОПК и предложена интегрированная модель, на которой одновременно представлены процессная система JIT и структура индекса JRI. Показано, что использование JRI позволяет в компактной форме оценивать зрелость системы «точно в срок» с учетом специфических требований готовности производства и логистики, а также служит инструментом постановки целевых задач и мониторинга результативности мероприятий по внедрению бережливого производства на оборонных предприятиях.

Ключевые слова: бережливое производство; система «точно в срок»; государственный оборонный заказ; оборонно-промышленный комплекс; JIT-готовность; интегральный индекс; управление запасами; надежность цепочки поставок; качество продукции оборонного назначения.

Danilyan Slava Borisovich
Branch of the Military Academy of Strategic Rocket Forces named Peter the Great in Serpukhov
Kuznetsova Elena Anatolyevna
Branch of the Military Academy of Strategic Rocket Forces named Peter the Great in Serpukhov

Integral index of production readiness in the lean management system of state defense orders

Abstract. This article examines the adaptation of the Just-in-Time (JIT) concept to the conditions of defense industry enterprises (DIC) fulfilling state defense orders (SDOs). It is shown that classical JIT implementation approaches, focused on inventory and cycle time reduction, require significant fine-tuning to address the stringent requirements for SDO fulfillment deadlines, supply reliability, and defense product quality. An integrated JIT index (JRI) of military production readiness is proposed, combining four standardized indicators: on-time delivery accuracy (SOT), inventory management efficiency for critical items (ZEF), supply chain reliability (REL), and quality of product delivery (QLT). The article describes the substantive features of each indicator interpretation, provides an example of JRI calculation for a hypothetical DIC enterprise, and proposes an integrated model that simultaneously presents the JIT process system and the JRI index structure. It is shown that the use of JRI allows for a compact assessment of the maturity of a just-in-time system, taking into account the specific requirements of production and logistics readiness,

and also serves as a tool for setting targets and monitoring the effectiveness of lean manufacturing implementation activities at defense enterprises.

Keywords: lean manufacturing; just-in-time system; state defense procurement; defense-industrial complex; JIT readiness; integral index; inventory management; supply chain reliability; quality of defense products.

Введение

Бережливое производство широко рассматривается как концепция организации процессов, ориентированная на устранение потерь, повышение качества и сокращение времени выполнения заказов [1]. Для предприятий оборонно-промышленного комплекса (ОПК) эти цели приобретают особое значение, поскольку напрямую связаны с выполнением государственного оборонного заказа (ГОЗ), обеспечением обороноспособности и рациональным использованием бюджетных ресурсов [1, 2].

Среди инструментов бережливого производства особое место занимает система «точно в срок» (Just-in-Time, JIT), позволяющая минимизировать избыточные запасы и ускорять оборот ресурсов, синхронизируя выпуск продукции с реальной потребностью. [3, 6, 7, 8, 9]. Для гражданских предприятий ключевой мотивацией внедрения JIT является снижение затрат и повышение конкурентоспособности. Для предприятий ОПК такая постановка задачи неполна: помимо экономических эффектов, первостепенное значение имеют исполнение ГОЗ в установленные сроки, бездефектность поставок вооружения и техники и готовность к возможному резкому изменению объемов и структуры спроса.

В научной литературе отмечается, что прямое перенесение гражданских моделей JIT в военную сферу сопровождается существенными рисками, связанными с возможными сбоями поставок и уязвимостью логистических цепочек [10; 11; 12; 13]. Это особенно критично для оборонных предприятий, интегрированных в сложные цепи поставок, где значительная часть комплектующих имеет длительные сроки изготовления или ограниченный круг источников.

Актуальность исследования обуславливается тем, что возникает потребность в адаптации как инструментов JIT, так и системы показателей, с помощью которых оценивается «зрелость» и эффективность внедрения данной концепции на оборонных предприятиях.

Цель исследования состоит в выработке методического подхода к оценке JIT-готовности военного производства на основе интегрального индекса JRI, учитывающего как классические аспекты JIT [14; 15; 16], так и особенности выполнения ГОЗ, обеспечивающие национальную безопасность.

Задачи исследования определяются поставленной целью, и включают в себя следующие положения:

- изучить и проанализировать особенности применения системы «точно в срок» в оборонно-промышленном комплексе России;
- предложить интегральный индекс готовности JIT-производства в системе «точно в срок»;
- дать интерпретацию частных показателей интегрального индекса;
- показать пример практического расчета предлагаемого показателя.

Методы исследования: анализ научной литературы, обобщение, систематизация, анализ, синтез, математическое моделирование.

Научная *новизна* исследования заключается в том, что предложена интеграция четырех ключевых блоков (сроки, запасы, надежность, качество) в единый индекс JRI с приоритетом военных требований; представлена содержательная интерпретация каждого показателя (привязка к ГОЗ, военной приемке, эксплуатации в войсках); сущностные аспекты индекса привязаны к визуальной модели потока «поставщик – предприятие ОПК – воинская часть».

Практическая значимость заключается в том, что в управленческой практике предприятий ОПК предлагаемый индекс и его визуальная модель могут использоваться как

элемент регулярного мониторинга; в учебных курсах по бережливому производству интегрированная диаграмма позволяет связать теоретическую концепцию системы «точно в срок» с практикой ОПК и показателями готовности.

Изложение основного материала

Система «точно в срок» в базовом варианте нацелена на подачу материалов и выпуск изделий строго в момент возникновения потребности при минимальных запасах на каждой стадии. В классической конфигурации цепочка представляет собой последовательность: поставщики сырья и комплектующих – производственное предприятие – конечный потребитель; при этом инициатором производства выступает «вытягивающий» сигнал от конечного звена.

Для гражданских компаний такая схема служит прежде всего инструментом повышения эффективности и снижения издержек. В случае предприятий ОПК к этой задаче добавляются специфические требования:

- жесткая привязка к графику ГОЗ и контрактным срокам поставки продукции оборонного назначения;
- необходимость поддержания гарантированной готовности войск, в том числе запасов вооружения и военной техники на определенном уровне;
- использование уникальных, технологически сложных и длительно изготавливаемых комплектующих;
- многоуровневая система контроля качества, включая военную приемку и специальные виды испытаний;
- наличие мобилизационных задач, предполагающих возможный резкий рост или изменение номенклатуры спроса.

В результате задачность JIT в ОПК имеет двуединый характер:

- 1) с одной стороны, требуется снижать избыточные запасы и повышать прозрачность потоков, сокращая время цикла и освобождая оборотный капитал;
- 2) с другой стороны, недопустимы дефициты и срывы, ставящие под угрозу исполнение ГОЗ и готовность воинских частей.

Поэтому система оценки эффективности JIT на предприятиях ОПК должна выходить за рамки стандартных коммерческих KPI, интегрируя в себя как экономические, так и специфические военные критерии.

Интегрированная диаграмма производственного потока и индекса готовности представлены на рис. 1, представляющая собой систему, объединяющая процессную модель JIT-потока и структуру интегрального индекса JIT-готовности (JRI).

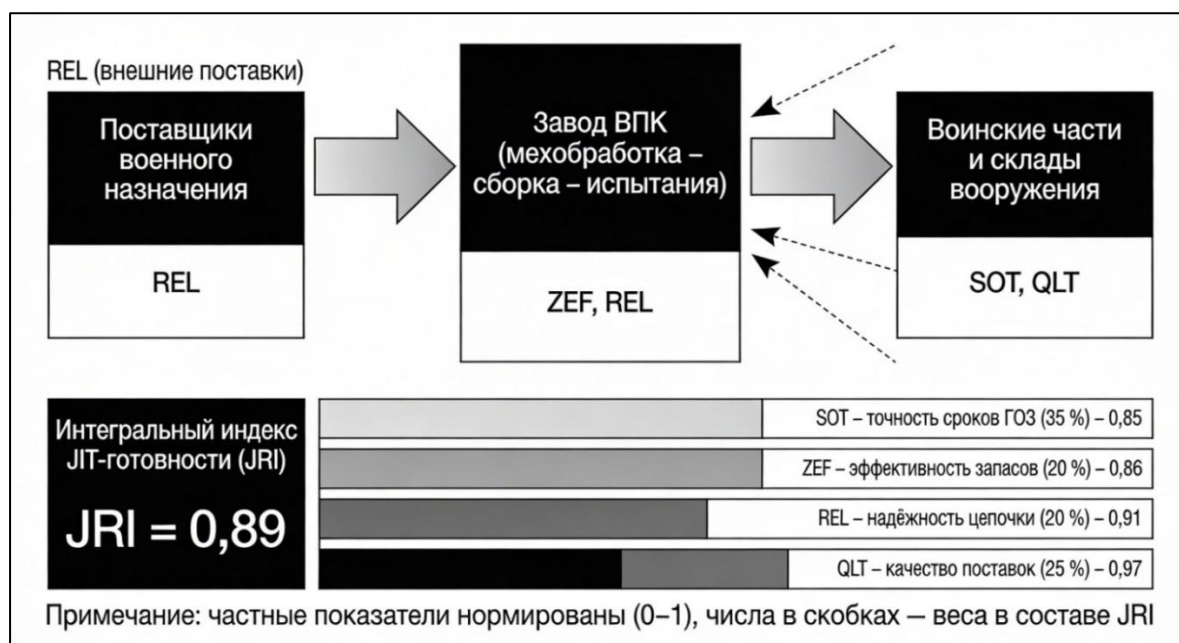


Рис. 1 – Система «точно в срок» в цепочке «поставщики – завод ВПК – воинские части» и интегральный индекс JIT-готовности (JRI)

В верхней части рис. 1 схематично показан поток системы «точно в срок» в цепочке «поставщики военного назначения – завод ВПК – воинские части», а в нижней – интегральный индекс JIT-готовности (JRI) с частными показателями. Горизонтальные полосы-индикаторы иллюстрируют нормированные значения SOT, ZEF, REL, QLT (0,85; 0,86; 0,91; 0,97) и их веса в структуре индекса (35%, 20%, 20%, 25%), что позволяет визуально оценить, какие компоненты дают наибольший вклад в итоговое значение JRI = 0,89. Модель тем самым показывает, что индекс JRI является не абстрактным ключевым показателем эффективности (KPI), а количественной оценкой состояния конкретного JIT-контура: своевременности выполнения ГОЗ, рациональности запасов критичных номенклатур, надежности внешних и внутренних поставок и бездефектности продукции при военной приемке.

Формула и идея интегрального индекса

Интегральный индекс JIT-готовности военного производства (JRI, Just-in-time Readiness Index) принимает значения от 0 до 1 (0-100%) и характеризует вклад производственно-логистического контура JIT («поставщик – завод ОПК – войска») в поддержание боеготовности за счет своевременных, бездефектных поставок при рациональных запасах.

Индекс включает четыре нормированных частных показателя:

SOT (Service On Time) – точность исполнения сроков поставок по ГОЗ;

ZEF (Inventory Efficiency) – эффективность управления запасами критичных номенклатур;

REL (Supply Chain Reliability) – надежность цепочки поставок;

QLT (Delivery Quality) – качество поставок продукции оборонного назначения.

Формула интегрального индекса имеет вид

$$JRI = w_1 \cdot SOT + w_2 \cdot ZEF + w_3 \cdot REL + w_4 \cdot QLT,$$

1)

где w_1, w_2, w_3, w_4 – веса, отражающие относительную важность показателей;

$$\sum_{i=1}^4 w_i = 1; \sum w_i = 1.$$

Подход опирается на общую логику интегральных ключевых показателей эффективности (KPI) для цепей поставок, но адаптирован к целям поддержания готовности к выполнению ГОЗ: при выборе весов более высокая значимость придается срокам (SOT) и качеству (QLT), чем сокращению запасов (ZEF).

Интерпретация частных показателей интегрального индекса.

SOT – точность по срокам ГОЗ. Отражает долю партий, поставленных в сроки, согласованные Гособоронзаказом, с учетом допустимого отклонения. Просрочка по этому показателю приводит к риску срыва мероприятий военной подготовки и может рассматриваться как фактор снижения готовности.

ZEF – эффективность управления запасами. Оценивает сочетание уровня избыточности и частоты дефицита критичных номенклатур (комплектующих, отсутствие которых блокирует выполнение ГОЗ). Для ОПК допустим некоторый «страховой» запас, но дефицит критичных позиций должен быть минимален.

REL – надежность цепочки поставок. Включает оценку надежности внешних поставщиков и внутренних межцеховых потоков. Срывы поставок уникальных компонентов могут остановить критические мощности и тем самым негативно повлиять на выполнение ГОЗ и готовность частей к выполнению задач.

QLT – качество поставок продукции оборонного назначения. Отражает долю партий, прошедших входной контроль и военную приемку без рекламаций и доработок; при необходимости может учитывать статистику отказов в войсках. Высокий QLT является необходимым условием готовности: скрытые дефекты в технике и вооружении повышают риск отказов при их применении.

Пример расчета и интерпретация интегрального индекса.

Пример (100 партий, 85 вовремя; запасы 130% от целевого, 1 дефицит из 20; 90% внешних и 92% внутренних поставок без срывов; 3 партии с рекламациями) иллюстрирует практическое применение формулы (1). При выбранных весах $w_1 = 0,35$, $w_2 = 0,20$, $w_3 = 0,20$, $w_4 = 0,25$ получено $JRI \approx 0,89$, что интерпретируется как высокий уровень ЛТ-готовности.

Для практического применения индекса JRI целесообразно ввести качественную шкалу его интерпретации. Значения JRI ниже 0,6 могут рассматриваться как низкий уровень готовности системы «точно в срок», при котором высоки риски срыва сроков исполнения ГОЗ, дефицита критичных комплектующих и рекламаций по качеству. Значения в диапазоне 0,6–0,8 соответствуют среднему (удовлетворительному) уровню ЛТ-готовности: базовые требования выполняются, но отдельные элементы цепочки поставок требуют донастройки и целевых мероприятий. Значения JRI выше 0,8 характеризуют высокий уровень готовности, когда предприятие в целом успешно сочетает сокращение запасов и времени цикла с обеспечением своевременных и бездефектных поставок в рамках ГОЗ.

Полученное в примере значение $JRI \approx 0,89$ относится к высокому уровню, что свидетельствует о достаточно надежной работе производственно-логистического контура при сохраняющемся потенциале для дальнейшей оптимизации, прежде всего по управлению запасами и снижению единичных рекламаций.

Визуализация интегрального индекса и его применение в управлении и обучении.

Интегрированная модель (рис. 1) может быть положена в основу управленческого дашборда (панели визуализации ключевых показателей для руководства) предприятия: изменения значений SOT, ZEF, REL, QLT и итогового индекса JRI становятся наглядными, а связь частных показателей с конкретными участками потока «поставщики – предприятие – войска» легко прослеживается (фиксируются целевые и фактические значения частных показателей и индекса JRI по периодам исполнения ГОЗ). За счет единого визуального поля руководитель видит не только общую величину JRI, но и то, какой именно компонент (сроки, запасы, надежность или качество) ответственен за рост или падение интегрального индекса: при отклонении одного из показателей ниже порогового уровня становится очевидно, какой участок ЛТ-цепочки требует корректирующих действий (работа с конкретными

поставщиками, пересмотр нормативов запасов, усиление контроля качества и т.п.), а влияние этих решений на интегральный индекс может отслеживаться во времени.

Использование модели и индекса в учебном процессе представляется как обучающая составляющая при разборе учебных кейсов: моделирование изменений отдельных параметров (например, ухудшение REL или улучшение QLT), наблюдение за изменениями значения JRI, и обсуждение необходимости и целесообразности принятия конкретных управленческих решений. Такой формат помогает увидеть, как абстрактные показатели превращаются в инструмент оценки готовности реального производственно-логистического контура.

Заключение

В условиях особенностей функционирования современного оборонно-промышленного комплекса применение системы «точно в срок» требует не прямого переноса гражданских подходов, а их содержательной адаптации к требованиям государственного оборонного заказа, военной логистики и специфическим рискам оборонной промышленности. Экономия запасов и сокращение времени производственного цикла для предприятий оборонного профиля могут быть реализованы только при одновременном обеспечении высокой точности исполнения сроков поставок, надежности цепочки снабжения и бездефектности продукции, поставляемой в войска.

Предложенный интегральный индекс готовности производства в системе «точно в срок» (JRI) позволяет формализовать многокритериальный характер этих задач, объединив в одном показателе четыре ключевых блока: SOT (точность по срокам ГОЗ), ZEF (эффективность запасов критичных номенклатур), REL (надежность цепочки поставок) и QLT (качество поставок с учетом военной приемки и эксплуатации в войсках). Отраслевая интерпретация каждого из частных показателей и приоритетная структура весов делают индекс чувствительным к тем аспектам деятельности предприятия, которые определяют не только экономическую эффективность, но и готовность конечного потребителя – Вооруженных Сил РФ.

Практическая значимость методики заключается в возможности использовать индекс JRI как инструмент мониторинга и сравнения уровней готовности системы «точно в срок» на различных производственных площадках и в разные периоды исполнения ГОЗ, постановки целевых заданий по частным показателям и оценки результатов внедрения мероприятий бережливого производства. Визуальное представление интегрального индекса в виде интегрированной модели производственного потока и наборов показателей упрощает включение JRI в систему управленческой отчетности и учебно-методические материалы по бережливому военному производству.

Дальнейшее развитие предложенного подхода может быть связано с уточнением шкал и весов индекса JRI применительно к различным классам вооружения и военной техники, а также с увязкой индекса с цифровыми системами мониторинга и управления производственно-логистическими процессами (АСУ ТП, ERP, специализированные системы военной логистики) и эмпирической проверкой методики на реальных данных предприятий ОПК.

Список источников

1. Применение инструментов бережливого производства на предприятиях оборонно-промышленного комплекса // Качество. Инновации. Образование. – 2008. – URL: <https://quality.eur.ru/MATERIALY14/bp-opk.htm> (дата обращения 14.04.2026).
2. Суровцева Т.Г. Практика применения концепций организации производства по выполнению государственного оборонного заказа / Т.Г. Суровцева, И.А. Андреев // Экономика, предпринимательство и право. – 2021. – Т. 11. – № 4. – С. 45–60. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/praktika-primeneniya-kontseptsiiy-organizatsii-proizvodstva-po-vypolneniyu-gosudarstvennogo-oboronnogo-zakaza> (дата обращения 17.04.2026).
3. Система «точно-в-срок» (Just-in-time) // Энциклопедия управления производством.

- URL: <https://up-pro.ru/encyclopedia/just-in-time/> (дата обращения 18.04.2026).
4. Кейс: внедрение бережливого производства в оборонной промышленности (АО «ГФЗ Обуховский завод») – URL: https://up-pro.ru/library/production_management/lean/vnedrenie-goz/ (дата обращения 18.04.2026).
5. Методология интегрированного планирования цепей поставок и оценки их эффективности (JIT, Lean, SCM). – Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», 2020. – URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/217733616.pdf> (дата обращения 20.04.2026).
6. Закупки по системе «точно в срок» (JIT) // B2BCenter: ALTIS. – URL: <https://www.b2b-center.ru/altis/blog/jit/> (дата обращения 22.04.2026).
7. Быть вовремя во всём Just-In-Time (JIT) // Worksection Blog. – URL: <https://worksection.com/blog/just-in-time.html> (дата обращения 27.04.2026).
8. The Trouble With JIT in Military Operations: a Review // Canadian Army – Government of Canada. – URL: <https://www.canada.ca/en/army/services/line-sight/articles/2022/01/the-trouble-with-jit-in-military-operations-a-review.html> (дата обращения 28.04.2026).
9. Phogat S. The Trouble with JIT in Military Operations – A Review / S. Phogat // International Journal of Latest Research in Science and Technology. – 2013. – Vol. 2. – No. 6. – P. 1-6. URL: https://www.mnkjournals.com/journal/ijlrst/pdf/temp/Volume_2_6/10242.pdf (дата обращения 04.05.2026).
10. Маркова Н.А. Проблемы внедрения концепции бережливого производства на предприятиях / Н.А. Маркова, Д. А. Марков // Управленец. – 2018. – Т. 9. – №6. – С. 40-48. DOI: 10.29141/2218-5003-2018-9-6-4. EDN YYQJNJ.
11. Красникова А.С. Этапы цифровой трансформации предприятий оборонно-промышленного комплекса и показатели её характеризующие / А.С. Красникова // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – Т. 13, № 12. – С. 5981-5998. – DOI 10.18334/erp.13.12.119978.
12. Вагин М.С. Влияние бережливого производства на конкурентоспособность российской промышленности / М.С. Вагин // Власть и управление на Востоке России. – 2025. – № 1 (110). – С. 145-157.
13. Смирнов С.А. Применение бережливого производства в российских компаниях / С.А. Смирнов, Г.С. Сорокин // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. – 2022. – №4 (42). – С. 55-67. DOI: 10.22394/2073-2929-2022-04-55-67. EDN XTADWI.
14. JIT Explained: How Just in Time Streamlines Supply Chains // Tredence Blog. – 2025. – URL: <https://www.tredence.com/blog/just-in-time-inventory-supply-chain> (дата обращения 05.05.2026).
15. Pros and Cons of Just-in-Time (JIT) Inventory // Institute for Supply Management (ISM). – 2025. – URL: <https://www.ism.ws/logistics/just-in-time-inventory/> (дата обращения 05.05.2026).
16. Real-Time Production Analytics, KPIs, and Cost Analysis – KPI dashboards for manufacturing // JITbase – URL: <https://www.jitbase.com/blog/kpi-dashboards-manufacturing-production-kpis> (дата обращения 07.05.2026).

Сведения об авторах

Данильян Слава Борисович, кандидат экономических наук, доцент, старший преподаватель кафедры Военно-политической работы в войсках (силах), филиал Военной академии РВСН им. Петра Великого в г. Серпухове, г. Серпухов, Россия.

Кузнецова Елена Анатольевна, преподаватель кафедры Военно-политической работы в войсках (силах), филиал Военной академии РВСН им. Петра Великого в г. Серпухове, г. Серпухов, Россия.

Information about the author

Danilyan Slava Borisovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of Military-Political Work in the Troops (Forces) Branch of the Military Academy of Strategic Rocket Forces named Peter the Great in Serpukhov, Serpukhov, Russia.

Kuznetsova Elena Anatolyevna, Lecturer at the Department of Military-Political Work in the Troops (Forces) Branch of the Military Academy of Strategic Rocket Forces named after Peter the Great in Serpukhov, Serpukhov, Russia.