

Классификация производственных запасов промышленных предприятий на основе оценки потенциала невостребованности

Шумилов Юрий Михайлович¹

Аспирант, SPIN-код РИНЦ: [5714-3038](#), ORCID: [0000-0001-7779-0205](#), ys812@yandex.ru

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, Санкт-Петербург, РФ.

Палкина Елена Сергеевна

Доктор экономических наук, доцент, SPIN-код РИНЦ: [8447-6777](#), ORCID: [0000-0002-4702-3512](#), elena.palkina@hotmail.com

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, Санкт-Петербург, РФ.

Аннотация

В статье рассматривается проблема формирования невостребованных материальных запасов на промышленных предприятиях с длительным производственным циклом. В условиях проектно-ориентированного производства расчет потребности в материалах на ранних стадиях носит предварительный характер и уточняется по мере корректировки документации, что приводит к расхождениям между плановым и фактическим расходом, а также к накоплению избыточных складских остатков. Цель исследования — оценка потенциала невостребованности материальных ресурсов и обоснование предельной доли их первичной закупки при проектной неопределенности. Актуальность обусловлена высокой долей материалов в затратах, ростом невостребованных запасов и ограниченной применимостью нормативных методов на ранних этапах закупочных процедур. Эмпирическая база включает данные о складских остатках, историю корректировок закупочных норм и архив карт замены материалов. В работе используются расчет экономии от замены, коэффициент относительной заменимости, оценка волатильности норм и коэффициент вовлеченности материала в производство. Частные оценки по каждому из этих показателей объединяются в интегральный балл потенциала невостребованности. На этой основе предложена классификация производственных запасов, разделяющая материалы на три категории риска. Для низкого риска (5–6 баллов) рекомендуемая доля первичной закупки составляет до 100%, для среднего (3–4 балла) — до 85%, для высокого (0–2 балла) — до 70% либо отсрочка закупки. Предложенный алгоритм классификации апробирован на данных промышленного предприятия с длительным производственным циклом. Разработанная классификация сокращает поступление невостребованных запасов без остановки производственного процесса.

Ключевые слова

Производственные предприятия, невостребованные запасы, универсальность материалов, закупки, карты замены, потенциал невостребованности.

Для цитирования

Шумилов Ю.М., Палкина Е.С. Классификация производственных запасов промышленных предприятий на основе оценки потенциала невостребованности // Государственное управление. Электронный вестник. 2026. № 117. С. 88–100. DOI: 10.55959/MSU2070-1381-117-2026-88-100

Classification of Production Stocks of Industrial Enterprises Assessing the Potential Lack of Demand

Yury M. Shumilov²

Postgraduate student, ORCID: [0000-0001-7779-0205](#), ys812@yandex.ru

State Marine Technical University, Saint Petersburg, Russian Federation.

Elena S. Palkina

DSc (Economics), Associated Professor, ORCID: [0000-0002-4702-3512](#), elena.palkina@hotmail.com

State Marine Technical University, Saint Petersburg, Russian Federation.

Abstract

The article discusses the problem of the formation of unclaimed material reserves in industrial enterprises with a long production cycle. In the context of design-oriented production, the calculation of the need for materials in the early stages is preliminary and is clarified as the documentation is being adjusted, which leads to discrepancies between planned and actual consumption, as well as the accumulation of excess inventory. The aim of the study is to assess the potential lack of demand for material resources and to justify the maximum share of their primary purchase under project uncertainty. The relevance is due to the high proportion of materials in costs, the growth of unclaimed stocks and the limited applicability of regulatory methods in the early stages of procurement procedures. The empirical database includes data on inventory balances, a history of adjustments to procurement standards, and an archive of material replacement maps. The work uses the calculation of savings from replacement, the coefficient of relative substitutability, an assessment of the volatility of norms and the coefficient of material involvement in production. Partial estimates for each of these indicators are combined into an integral score of the potential lack of demand. On this basis, a classification of production stocks is proposed, dividing materials into three risk categories. For low risk (5–6 points), the recommended share of primary purchase is up to 100%, for medium (3–4 points) — up to 85%, for high (0–2 points) — up to 70%, or a delay in

¹ Корреспондирующий автор.

² Corresponding author.

purchase. The proposed classification algorithm has been tested on the data of an industrial enterprise with a long production cycle. The developed classification reduces the flow of unclaimed stocks without stopping the production process.

Keywords

Manufacturing enterprises, unclaimed stocks, versatility of materials, procurement, replacement cards, potential lack of demand.

For citation

Shumilov Yu.M., Palkina E.S. (2026) Classification of Production Stocks of Industrial Enterprises Assessing the Potential Lack of Demand. *Gosudarstvennoye upravleniye. Elektronnyy vestnik*. No. 117. P. 88–100. DOI: 10.55959/MSU2070-1381-117-2026-88-100

Дата поступления/Received: 10.03.2026

Введение

Длительный производственный цикл характерен для проектно-ориентированного производства, при котором изделия и объекты отличаются высокой степенью индивидуализации, отсутствием повторяемости. Поэтапное уточнение конструктивных и технологических параметров обуславливает предварительный характер расчетов материальной потребности на ранних стадиях и их последующую корректировку в ходе реализации проекта, что приводит к отклонениям планируемых расходов от фактических. Формирование закупок в полном объеме на основе исходных расчетов в условиях проектной неопределенности сопровождается накоплением невостребованных материалов, обусловленным изменчивостью проектных требований и неоднородной применимостью материалов в различных проектных конфигурациях. На Рисунке 1 представлен функциональный блок IDEF0-модели, дающий укрупненное описание процесса обеспечения потребности в материалах при длительном производственном цикле.

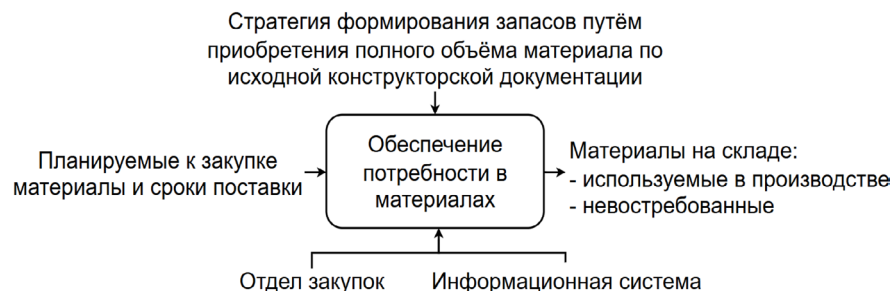


Рисунок 1. Процесс обеспечения потребности в материалах в условиях длительного производственного цикла³

Для последующего анализа особенностей длительных производственных циклов представляется целесообразным рассмотреть терминологический аппарат данного понятия. В соответствии с п. 2 ст. 271 НК РФ, для целей налогообложения прибыли, длительный производственный цикл определяется как технологический процесс, продолжительность которого превышает один налоговый период⁴. Согласно п. 1 ст. 55 НК РФ, под налоговым периодом понимается календарный год (или иной период для отдельных налогов), по окончании которого определяется налоговая база и исчисляется сумма налога к уплате⁵. Предприятия, осуществляющие производство с длительными производственными циклами, характеризуются высоким уровнем проектной неопределенности, которая обусловлена последовательным поэтапным уточнением конструкторских решений и технологических параметров [Жданова, Липидус 2024]. Многофакторный характер причин проектной неопределенности коренится в фундаментальной сложности конструктивных

³ Составлено авторами.

⁴ Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 № 117-ФЗ // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/a71c27c043a9c3c61a550ae0baa29c34c800f1e2/ (дата обращения: 04.01.2026).

⁵ Налоговый кодекс Российской Федерации (часть первая) от 31.07.1998 № 146-ФЗ // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19671/3fff7bb3e65ba62b2eb130a0c94e707c5996e4d1/ (дата обращения: 04.01.2026).

решений, требующих итеративной доработки на основе поступающих данных. В связи с этим исходные проектные допущения подвергаются систематическому пересмотру на ключевых стадиях жизненного цикла проекта, что неизбежно приводит к корректировке прогнозных оценок материальной потребности, объемов закупок и сроков поставки сырья и комплектующих [Hardaway, Flage 2025].

Материальные ресурсы формируют значительную долю общей стоимости проекта и оказывают критическое влияние на его эффективность, включая соблюдение сроков, качество выполнения работ и расход ресурсов [Jusoh, Kasim 2017]. В строительных проектах доля материалов в общей стоимости достигает 50–60 %, а их неэффективное использование приводит к перерасходу бюджета, срывам сроков, снижению качества и увеличению объема отходов [Yildiz et al. 2024]. Потребность в материалах определяется нормами проектной документации [Shamsuzzoha, Jaakkola 2024]. Корректировка требуемых к закупке позиций отражает адаптацию ресурсного обеспечения предприятия к фактическим условиям производства и поставок и может выражаться как в увеличении нормативов потребления по отдельным позициям, так и во включении в план закупок дополнительных номенклатурных единиц.

К внешним факторам увеличения требуемых к закупке позиций относится деятельность проектных организаций, пересматривающих конструктивные решения изделия, включая геометрические параметры и формы. Недостаточность исходных требований, изменчивость допущений и поступление уточняющей информации в ходе разработки направлены на корректировки материальных потребностей [Svensson Harari, Fundin 2023]. Ограниченность данных о конфигурации изделий, неопределенность технологических решений и возможные изменения графиков работ делают ранние количественные прогнозы подверженными последующим уточнениям [Amade, Akpan 2014; Fleuren et al. 2025]. Существенное влияние оказывают заказчики, вносящие изменения в техническое задание путем уточнения требований к характеристикам и спецификациям продукции. Отдельную группу составляют рыночные факторы, проявляющиеся в прекращении выпуска отдельных компонентов или материалов. Воздействие внешних факторов обуславливает необходимость адаптации производственного предприятия, поскольку они формируются вне его организационных границ и не поддаются прямому контролю.

Внутренние факторы возникают в рамках производственной деятельности предприятия и поддаются регулированию. Ошибки в планировании закупок способны приводить к дефициту материальных ресурсов. Мелкосерийное производство характеризуется широким спектром технологических компетенций [Зеленский, Грибков 2023]. Нарушения технологической дисциплины и недостаточный контроль условий хранения вызывают порчу и брак материалов на производственных участках [Типнер, Исакова 2019]. В данном случае корректировка закупочных потребностей обусловлена несовершенством внутренних процессов и требует их целенаправленной оптимизации. Следующим фактором является специфика целевого использования материалов. Материал приобретает статус проектно-зависимого ресурса в момент исключения альтернативных вариантов применения, когда его использование становится однозначно привязанным к конкретному проекту, изделию или узлу [Ma et al. 2002]. До технологической обработки он сохраняет статус универсального производственного ресурса, что позволяет перераспределять его между проектами, применять в иных конструктивных решениях или использовать в качестве допустимой замены [Swaminathan, Lee 2003]. Универсальный статус определяется отсутствием технологических и геометрических ограничений, выходящих за рамки общих нормативных требований, что позволяет рассматривать такой материал как элемент общего запаса без жесткой привязки к специфичному чертежу. Резка под заданные размеры, механическая обработка, подготовка сопрягаемых

поверхностей, нанесение покрытий и иные технологические операции обуславливают перевод материала в состояние однозначной функциональной определенности. С указанного момента возможности его альтернативного использования существенно ограничиваются либо полностью утрачиваются. Возврат материала, находящегося в данном состоянии, в универсальный складской запас, как правило, является невозможным либо экономически нецелесообразным.

Совокупность перечисленных факторов формирует отклонения фактического расхода материалов от проектных норм, что приводит к перерасходу бюджета и накоплению невостребованных материальных ресурсов. Наличие невостребованных запасов отвлекает оборотный капитал и увеличивает затраты на хранение и обслуживание складской инфраструктуры, а также снижает ее пропускную способность [Bonney 1994]. На практике накопленные остатки могут быть использованы в последующих производственных программах, учтены при формировании новых закупочных расчетов, реализованы сторонним организациям либо списаны. Вместе с тем указанные действия ориентированы на устранение уже возникших последствий и не затрагивают условия формирования избыточного материального потока.

Приоритетным направлением исследований следует считать разработку превентивных механизмов снижения риска накопления невостребованных запасов. С теоретической точки зрения одним из направлений минимизации данного риска является унификация конструктивных решений [Медунецкий и др. 2016]. Формирование типовых узлов и применение стандартных модулей отсрочивают привязку материала к конкретной конфигурации, продлевая фазу его универсальности до завершающих этапов жизненного цикла проекта. Интеграция конструкторов и технологов с внедрением принципов параллельного проектирования обеспечивает технологическую проработку конструкции на ранних этапах, минимизируя последующие модификации [Денисов 2007]. Однако практическая реализация подобных мер предполагает пересмотр фундаментальных основ конструкторской политики предприятия, являясь недостижимой моделью идеального процесса в текущих условиях производства.

В условиях проектно-ориентированного производства с длительным циклом полная реализация данной модели не представляется возможной. В связи с этим целесообразно сосредоточить внимание на формировании целевого состояния процесса через совершенствование закупочной кампании как ключевого инструмента снижения риска накопления невостребованных запасов [Шумилов 2026]. Именно на этом этапе возможно ограничение объема поступления потенциально невостребованного материала без вмешательства в утвержденные проектные и технологические решения. Предлагается ввести категорию «потенциал невостребованности» для идентификации закупочных позиций, характеризующихся высоким риском неполного использования при реализации проекта.

Методы исследования

Методический подход основан на расчете экономического эффекта применения альтернативного материала, коэффициента относительной заменимости, категоризации закупаемых позиций по заменимости и ранжировании позиций по степени волатильности закупочных норм, что дает возможность для проведения классификации. В качестве эмпирической базы используются данные о складских остатках, история корректировок закупочных норм и архив согласованных замен материалов. Все диагностические признаки интерпретируются по унифицированной балльной шкале. На основе интеграции частных оценок формируется суммарный показатель, характеризующий потенциал формирования невостребованных запасов. По результатам интегральной оценки номенклатурные позиции классифицируются по уровню риска, для каждой группы обосновываются допустимые доли первичной закупки относительно расчетной потребности.

На проектно-ориентированных предприятиях может возникать ситуация, при которой материал, предусмотренный к потреблению, отсутствует на складе, а его закупка не инициирована. Для обеспечения непрерывности производственного процесса используются карты замены — формализованные документы, фиксирующие согласованное замещение одного материала другим при соблюдении функциональной эквивалентности изделий [Павлова 2023]. Такие карты отражают практическое применение альтернативных материалов в условиях дефицита исходного сырья, включая использование не востребуемых складских запасов или норм расхода, предусмотренных для других проектов, и подтверждают соответствие замещения функциональным, технологическим и нормативным требованиям. Накопленная за период реализации проектов совокупность карт замены формирует цифровую аналитическую базу применимости материалов при изменяющихся проектных условиях, что позволяет количественно оценивать их взаимозаменяемость и аккумулировать опыт преодоления проектных и ресурсных ограничений, используя цифровые тени [Палкина, Шумилов 2025].

Результаты исследования

Алгоритм категоризации закупаемых материалов (Рисунок 2) использует показатель «потенциал невостребованности» в качестве критерия для сокращения объема излишних материалов.

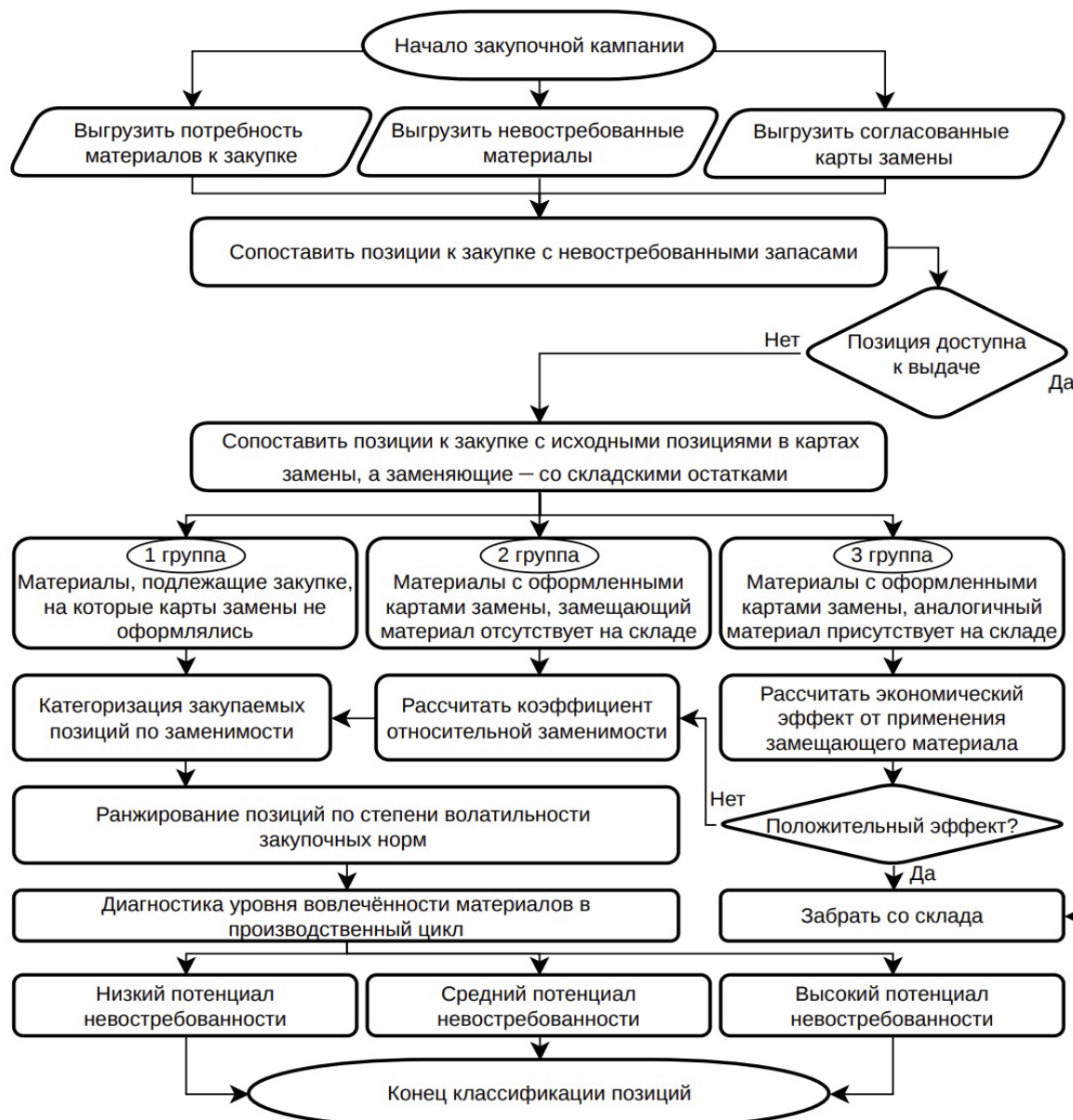


Рисунок 2. Классификация материалов по риску формирования невостребованных запасов⁶

На первом этапе предлагается сформировать исходный массив данных. Выполняется выгрузка потребности в материалах к закупке, выгрузка невостребованных материалов, находящихся на складе, а также выгрузка согласованных карт замены. Далее осуществляется сопоставление позиций, включенных в потребность к закупке, со складскими остатками. В случае наличия материала на складе потребность закрывается за счет складского остатка, и позиция исключается из дальнейшего рассмотрения. При отсутствии материала на складе позиции, подлежащие закупке, сопоставляются с исходными материалами, указанными в картах замены. Параллельно замещающие материалы сопоставляются со складскими остатками. По результатам данного сопоставления все материалы распределяются на три группы.

К первой группе относятся материалы, подлежащие закупке, по которым карты замены ранее не оформлялись. Ко второй группе относятся материалы, по которым карты замены оформлялись, однако замещающие материалы на складе отсутствуют. К третьей группе относятся материалы, по которым карты замены оформлялись и для которых замещающие материалы присутствуют на складе. Для таких позиций рассчитывается экономический эффект применения

⁶ Составлено авторами.

замещающего материала. Оценка проводится с учетом необходимости обеспечения функциональной эквивалентности изделия при различиях в форме, способе получения и расходе материала. Замещение может сопровождаться увеличением объема потребляемого материала, изменением технологии обработки и дополнительными производственными потерями. Типичным примером является изготовление детали из стандартного листового проката вместо готового профиля, что приводит к изменению материалоемкости и технологических затрат. Рассмотрим принцип расчета потенциала невостребованности.

Этап № 1. Для третьей группы рассчитывается экономический эффект применения альтернативного материала (определяется как разность приведенных затрат на использование исходного и заменяющего материала с учетом прогнозируемого расхода и сопутствующих технологических и операционных затрат). Для i -й карты замены данный результат выражается формулой (1):

$$\mathcal{E}_i = P_{\text{исх},i} * C_{\text{исх},i} - (P_{\text{зам},i} * C_{\text{зам},i} + D_{\text{затр},i}), \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_i$ — экономия от замены для i -й карты (руб.); $P_{\text{исх},i}$ — расход исходного материала на одну функциональную единицу продукции в i -й карте замены, ед. изм.; $C_{\text{исх},i}$ — средняя закупочная цена исходного материала в i -й карте замены, руб./ед.; $P_{\text{зам},i}$ — расход замещающего материала на одну функциональную единицу продукции в i -й карте замены, ед. изм.; $C_{\text{зам},i}$ — средняя закупочная цена замещающего материала в i -й карте замены, руб./ед.; $D_{\text{затр},i}$ — дополнительные затраты на применение альтернативного материала в i -й карте замены, руб., включая технологическую переработку, изменение формы, увеличение расхода материала и неизбежные производственные потери.

Все показатели рассчитываются в сопоставимых единицах и относятся к одной и той же производственной операции. Положительное значение $\mathcal{E}_i$ указывает на экономическое преимущество альтернативного материала, потребность полностью или частично покрывается за счет складского остатка. При нулевом или отрицательном значении преимущество сохраняется за исходным материалом, выполняется расчет показателя относительной заменимости для первой и второй групп материалов.

Этап № 2. Для второй группы и материалов третьей группы (в случае отрицательного экономического эффекта замещения материала со склада) предлагается выполнение расчета коэффициента относительной заменимости. Методологическим объектом является пара материалов (исходный — заменяющий), сопоставленных в рамках одной карты замены. На основе этих данных для каждого материала вычисляется число случаев, в которых он выступал в роли заменяющего, что позволяет количественно оценить его функциональную заменимость в производственных операциях. Полученная величина характеризует степень практической применимости материала в различных проектных условиях. Показатель относительной заменимости материала рассчитывается для каждого материала и определяется по формуле (2):

$$K_{zi} = \frac{n_i}{n_{\text{max}}}, \quad (2)$$

где K_{zi} — коэффициент заменимости i -го материала; n_i — число фактов, в которых данный материал использовался в качестве заменяющего; n_{max} — максимальное число фактов замены, зафиксированное для одного материала в анализируемом периоде.

Выбор заменяющего материала в качестве объекта анализа обусловлен тем, что факт замещения отражает состоявшееся применение материала в альтернативных производственных

условиях. Такой факт свидетельствует о допустимости материала для выполнения заданной функции вне исходной спецификации. При этом не предполагается, что любой невостребованный материал обладает субституционной ценностью. Значение коэффициента находится в интервале от 0 до 1 и отражает относительную долю практики замены данного материала по сравнению с наиболее универсальной номенклатурной позицией в анализируемой базе данных.

Этап № 3. На следующем этапе для первой группы и материалов с выполненным расчетом коэффициента относительной заменимости осуществляется категоризация закупаемых позиций по заменимости (сопоставление перечня позиций, включенных в закупочную потребность, с множеством замещающих материалов и соответствующими им коэффициентами заменимости, полученными на основе ретроспективного анализа карт замены). Если позиция в перечне заменяющих отсутствует, ее коэффициент заменимости принимается равным нулю, что трактуется как отсутствие подтвержденной практики замещения в анализируемом периоде. Предлагаемый подход позволяет выявлять ряд позиций, обладающих подтвержденной универсальностью, и тем самым снижать неопределенность при проведении закупочной кампании. Аналитическое значение имеют только те материалы, которые неоднократно использовались в качестве замены и характеризуются повышенным коэффициентом заменимости. Именно повторяемость фактов применения позволяет отделить функционально универсальные материалы от случайно вовлеченных остатков.

Для интерпретации показателя заменимости к характеристике материалов, подлежащих закупке, используется трехуровневая балльная шкала. В качестве нижней границы для отделения устойчивой практики замещения от единичных и нестабильных случаев применяется нижний квартиль распределения коэффициентов заменимости. Использование квартиля позволяет учитывать структуру конкретной выборки и минимизировать влияние разовых наблюдений.

Итоговое распределение позиций к закупке по балльным группам рекомендуется интерпретировать следующим образом. К множеству позиций, получающих 2 балла, относятся материалы широкого применения, K_z позиции к закупке $> 0,5$. Высокий коэффициент заменимости подтверждает их устойчивое использование в качестве функционального аналога для широкого спектра изделий, что характеризует данную группу как наиболее универсальную и способствует минимизации риска формирования невостребованных запасов. Материалы, получающие 1 балл (при K_z позиции к закупке $> 0,25$), обладают средней гибкостью. Их взаимозаменяемость не является общей, а реализуется лишь в рамках совместимых проектных конфигураций, где совпадают критические параметры, такие как геометрия, допуски или тип сопряжений. 0 баллов (при K_z позиции к закупке $< 0,25$ или отсутствии фактов замены) присваивается узкоспециализированным материалам с высокой степенью проектной привязки. Факты их замены носят единичный характер или отсутствуют.

Этап № 4. Следующим элементом предлагаемого алгоритма является ранжирование позиций по степени волатильности закупочных норм. Диагностика нестабильности материальных позиций основана на попозиционном сравнении двух ключевых показателей каждой позиции — частоты корректировок нормы и относительной величины изменения нормы, подлежащей закупке, от первоначальной — с соответствующими медианными значениями портфеля из всех анализируемых позиций за репрезентативный двенадцатимесячный период. В качестве эталона для попозиционного сравнения используются медианные значения этих показателей, рассчитанные для всего портфеля позиций, подлежащих закупке за репрезентативный 12-месячный период. Применение медиан позволяет минимизировать влияние единичных экстремальных значений (выбросов) и определить типичные устойчивые характеристики портфеля. Эти характеристики формируют объективные пороговые критерии для последующей классификации позиций. Алгоритм процедуры включает два последовательных шага:

1) вычислить медиану количества изменений по всем анализируемым позициям по формуле (3):

$$K_{\text{портфель}} = \text{Me}_{i=1, \dots, n}(K_{\text{зам}, i}), \quad (3)$$

где n — число анализируемых материальных позиций в портфеле за репрезентативный период; $K_{\text{зам}, i}$ — число фактов изменения (корректировок) нормы для i -й позиции в этом периоде;

2) вычислить медиану относительных изменений по всем анализируемым позициям. Разнородность единиц измерения (кг, л, шт., м) исключает абсолютные сравнения, требуя относительных показателей (формула 4):

$$\text{ОИ}_{\text{портфель}} = \text{Me}_{i=1, \dots, n} \left(\frac{N_{\text{кон}, i} - N_{\text{нач}, i}}{N_{\text{нач}, i}} \right), \quad (4)$$

где $N_{\text{кон}, i}$ — конечная норма расхода для i -й позиции; $N_{\text{нач}, i}$ — начальная норма расхода для i -й позиции;

Для каждой i -й позиции портфеля вычисляются метрики $K_{\text{зам}, i}$ и ОИ_i . Последняя определяется по формуле, аналогичной $\text{ОИ}_{\text{портфель}}$, с использованием индивидуальных данных без медианной агрегации. Сравнение проводится с медианными пороговыми значениями портфеля. Балльная интерпретация результатов проводится по каждому критерию и представлена в Таблице 1.

Таблица 1. Балльная интерпретация результатов метрик $K_{\text{зам}, i}$ и ОИ_i ⁷

Критерий	Условие присвоения 2 баллов	Условие присвоения 0 баллов
Частота изменений	Если $K_{\text{зам}, i} < K_{\text{портфель}}$	Если $K_{\text{зам}, i} > K_{\text{портфель}}$
Относительность изменений	Если $\text{ОИ}_i < \text{ОИ}_{\text{портфель}}$	Если $\text{ОИ}_i > \text{ОИ}_{\text{портфель}}$

По результатам расчета каждый материал принимает значения из множества $\{0, 1, 2\}$, отражая кумулятивный риск. Максимальная сумма (2 балла) достигается при нормальной стабильности и присваивается, если ни один из индивидуальных показателей позиции не превышает типичного (медианного) уровня изменчивости портфеля. Нулевой итоговый балл указывает на одновременное превышение порогов по обоим критериям, что идентифицирует позицию как наиболее нестабильную. В случае выполнения одного условия присваивается один балл.

Этап № 5. Дальнейший алгоритм предполагает дополнить классификацию диагностикой уровня вовлеченности материалов в производственный цикл. В данном случае интерес представляет не интенсивность и равномерность списания, а доля материала, которая после приобретения остается невостребованной в течение длительного времени. Для количественной оценки вовлеченности каждой номенклатурной позиции в производственный цикл вводится коэффициент вовлеченности $K_{\text{в}}$, отражающий долю фактически израсходованного материала. Для анализа рекомендуется учитывать поступления рассматриваемого материала за период 18–36 мес., при этом из расчета исключаются поставки, совершенные в течение последних 12 месяцев, чтобы избежать искажения оценки вовлеченности материалов, не подвергшихся планируемому расходу (формула 5):

$$K_{\text{в}} = 1 - \frac{V_{\text{ост}, i}}{V_{\text{носм}, i}}, \quad (5)$$

где $V_{\text{ост}, i}$ — объем i -го материала, присутствующий на складе на момент анализа; $V_{\text{носм}, i}$ — суммарный объем i -го материала, поступившего на склад за выбранный период и находившегося на складе не менее 12 месяцев.

⁷ Составлено авторами.

Таким образом, Kv_i принимает значения от 0 до 1 и напрямую характеризует долю материала, которая за год была фактически вовлечена в производство. Использование годового интервала позволяет сопоставлять показатели по разным проектам и позициям номенклатуры и отражает типичную продолжительность производственного цикла для большинства материалов (при необходимости интервал может корректироваться по категориям материалов). Значение коэффициента Kv_i фиксируется в карточке номенклатурной позиции и используется для дальнейшей классификации совместно с вышеперечисленными результатами, полученными на основе анализа карт замены.

При значениях $Kv_i > 0,8$ материал характеризуется высоким уровнем вовлеченности, что соответствует максимальной оценке в 2 балла по установленной шкале. Это означает, что не менее 80% объема поставки было использовано в течение года, а остатки носят операционный характер. Для таких позиций риск формирования не востребуемых запасов оценивается как низкий. При значениях Kv_i в интервале от 0,4 до 0,8 материал характеризуется умеренной вовлеченностью и получает 1 балл. Существенная часть объема используется в производстве, однако сохраняется значимый остаток, чувствительный к уточнению проектных решений, графиков работ или состава изделий. При значениях $Kv_i < 0,4$ материал характеризуется низкой вовлеченностью, что соответствует оценке в 0 баллов. Значительная доля поставленного объема остается на складе по истечении года, что указывает на высокую вероятность накопления неликвидных остатков и на жесткую зависимость использования материала от конкретных проектных условий.

Заключительный этап классификации направлен на обобщение результатов выполненных расчетов и присвоение номенклатурным позициям укрупненных категорий закупки в соответствии с их потенциалом не востребуемости. На данном этапе совокупность частных оценок используется для определения рекомендуемого объема первичной закупки материала относительно расчетной потребности. В ходе апробации предлагаемого подхода установлено, что интеграция результатов трех диагностических направлений позволяет дифференцировать материалы по уровню риска формирования не востребуемых запасов. Каждое из диагностических направлений отражает самостоятельный аспект неопределенности использования материала в проекте и оценивается по трехуровневой балльной шкале. Суммарная балльная оценка формируется на основе оценки заменимости материала, ранжирования позиций по степени волатильности закупочных норм и диагностики уровня вовлеченности материала в производственный цикл. Максимально возможное значение интегральной оценки составляет 6 баллов. По результатам интегральной оценки рекомендуется выделять три укрупненные категории материалов (Таблица 2), различающиеся по допустимой доле первичной закупки относительно объема, предусмотренного расчетной потребностью.

Таблица 2. Укрупненные категории материалов по результатам интегральной оценки⁸

Суммарный балл	Риск не востребуемости материала	Рекомендованная доля первичной закупки
5–6	Низкий	до 100 %
3–4	Средний	до 85 %
0–2	Высокий	до 70% либо отсрочка закупки

Материалы с низким потенциалом не востребуемости характеризуются высокой суммарной балльной оценкой, что свидетельствует о согласованности всех диагностических направлений. Для данных позиций подтверждена воспроизводимость применения в различных проектных конфигурациях, отсутствуют признаки нестабильности закупочных норм, а также

⁸ Составлено авторами.

зафиксирован высокий уровень вовлеченности в производственный цикл. Совокупность указанных факторов позволяет рассматривать расчетную потребность как устойчивую и аргументированную основу для формирования первичной закупки. В этих условиях рекомендуется приобретение материала в полном объеме, предусмотренном расчетной потребностью, без существенного риска формирования невостребованных остатков.

Материалы с умеренным потенциалом невостребованности характеризуются промежуточными значениями суммарной балльной оценки, отражающими частичное проявление факторов неопределенности использования материала в проекте. При сохранении подтвержденного производственного применения и допустимого уровня вовлеченности по таким позициям выявляются признаки нестабильности по одному или нескольким диагностическим направлениям, в том числе в форме изменчивости закупочных норм либо ограниченной воспроизводимости применения в альтернативных проектных условиях. В указанных условиях формирование первичной закупки в полном объеме расчетной потребности сопряжено с риском последующих корректировок, что обосновывает рекомендацию по ограничению объема первичного приобретения с последующим уточнением по мере подтверждения фактического расхода материала.

К категории материалов с высоким риском потенциала невостребованности отнесены позиции, для которых совокупность диагностических признаков указывает на отсутствие устойчивых признаков универсальности использования и (или) низкий уровень вовлеченности материала в течение типового производственного цикла. Использование таких позиций, как правило, обусловлено конкретными проектными решениями, а фактический расход существенно зависит от уточнения проектной документации и графиков работ.

Заключение

В работе исследованы причины и последствия расхождения между прогнозной и фактической потребностью в материальных ресурсах в условиях проектно-ориентированного производства с длительными производственными циклами. Обосновано, что ключевым фактором возникновения указанных расхождений является поэтапный характер уточнения проектной и технологической документации, обуславливающий неполноту и изменчивость исходной информации на ранних стадиях реализации проекта. Показано, что традиционные нормативные методы планирования материальной потребности характеризуются ограниченной адаптивностью к динамике проектных изменений, что приводит к одновременному формированию избыточных складских остатков и повышению вероятности дефицита критически значимых компонентов.

В качестве методического инструмента предложен алгоритм классификации номенклатурных позиций по потенциалу невостребованности. Алгоритм основан на агрегировании частных диагностических показателей в единую балльную шкалу с формированием интегрального индекса в диапазоне от 0 до 6, служащего основанием для отнесения материалов к соответствующим категориям риска и определения рекомендуемых долей первичной закупки относительно расчетной потребности.

Функциональность алгоритма предполагает его интеграцию в информационный контур предприятия, что включает дополнение номенклатурных справочников ERP-системы показателем «потенциал невостребованности», автоматизированное сопоставление плановых позиций с реестром карт замены и данными складской динамики, а также нормативное закрепление методик расчета объемов первичных закупок. Внедрение и развитие предложенного алгоритма создает предпосылки для повышения экономической обоснованности и адаптивности снабженческих процессов в условиях сохраняющейся проектной неопределенности.

Список литературы:

- Денисов А.Р. Принципы конструкторско-технологического проектирования в условиях мелкосерийного машиностроительного производства // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2007. Т. 50. № 12. С. 56–60.
- Жданова М.В., Лapidус А.А. Сокращение продолжительности сроков жизненного цикла строительного проекта // Строительство и архитектура. 2024. Т. 12. № 4(45). DOI: [10.29039/2308-0191-2024-12-4-6-6](https://doi.org/10.29039/2308-0191-2024-12-4-6-6)
- Зеленский А.А., Грибков А.А. Определение основных подходов к созданию гибкого мелкосерийного микроэлектронного производства в России // Общество: политика, экономика, право. 2023. № 10(123). С. 31–37. DOI: [10.24158/pep.2023.10.4](https://doi.org/10.24158/pep.2023.10.4)
- Медунецкий В.М., Солк С.В., Лебедев О.А. Опыт единичного и мелкосерийного производства оптико-механических систем // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2016. Т. 59. № 7. С. 600–604. DOI: [10.17586/0021-3454-2016-59-7-600-604](https://doi.org/10.17586/0021-3454-2016-59-7-600-604)
- Павлова А.Н. Опыт внедрения практико-ориентированных методов обучения // НАУКА. Технологии. Инновации — 2023: Сборник статей II Международной научно-практической конференции (Петрозаводск, 2023). Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2023. С. 70–74.
- Палкина Е.С., Шумилов Ю.М. Применение цифровой аналитики для повышения эффективности бизнес-процессов в цепях поставок машиностроения // Вестник Академии знаний. 2025. № 6(71). С. 551–556.
- Типнер Л.М., Исхакова Н.Р. Проблемы организации в условиях единичного и мелкосерийного производства // Экономика и бизнес: теория и практика. 2019. № 5-3. С. 97–102. DOI: [10.24411/2411-0450-2019-10733](https://doi.org/10.24411/2411-0450-2019-10733)
- Шумилов Ю.М. Сокращение невостребованных запасов через унификацию бизнес-процессов в машиностроении // Национальные цели России и механизмы их достижения: Материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции (Чебоксары, 2026). Чебоксары: Издательско-полиграфическая компания «Новое время», 2026. С. 99–103.
- Amade B., Akpan E. Project Cost Estimation: Issues and the Possible Solutions // International Journal of Engineering and Technical Research. 2014. Vol. 2. Is. 5. P. 181–188.
- Bonney M.C. Trends in Inventory Management // International Journal of Production Economics. 1994. Vol. 35. Is. 1-3. P. 107–114. DOI: [10.1016/0925-5273\(94\)90070-1](https://doi.org/10.1016/0925-5273(94)90070-1)
- Fleuren T., Merzifonluoglu Y., Sotirov R., Hendriks M. Production-Inventory Planning in High-Tech Low-Volume Manufacturing Supply Chains // International Journal of Production Economics. 2025. Vol. 288. DOI: [10.1016/j.ijpe.2025.109687](https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2025.109687)
- Hardaway K., Flage R. A Framework for Evolving Assumptions in Risk Analysis // Risk Analysis. 2025. Vol. 45. Is. 8. P. 2232–2242. DOI: [10.1111/risa.70009](https://doi.org/10.1111/risa.70009)
- Jusoh Z.M., Kasim N. A Review on Implication of Material Management to Project Performance // MATEC Web of Conferences. 2017. Vol. 87. DOI: [10.1051/mateconf/20178701012](https://doi.org/10.1051/mateconf/20178701012)
- Ma S., Wang W., Liu L. Commonality and Postponement in Multistage Assembly Systems // European Journal of Operational Research. 2002. Vol. 142. Is. 3. P. 523–538. DOI: [10.1016/S0377-2217\(01\)00314-9](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00314-9)
- Shamsuzzoha A., Jaakkola T. The Scope of Demand-Driven Material Requirements Planning in Operative Purchasing of a Multi-National Company: A Case Study // International Journal of Engineering Business Management. 2024. Vol. 16. DOI: [10.1177/18479790241293890](https://doi.org/10.1177/18479790241293890)
- Svensson Harari N., Fundin A. An Early-Phase Design Process to Enable Long-Term Flexibility in Assembly Systems // Research in Engineering Design. 2023. Vol. 34. P. 257–283. DOI: [10.1007/s00163-022-00404-0](https://doi.org/10.1007/s00163-022-00404-0)
- Swaminathan J.M., Lee H.L. Design for Postponement // Handbooks in Operations Research and Management Science. 2003. Vol. 11. P. 199–226. DOI: [10.1016/S0927-0507\(03\)11005-5](https://doi.org/10.1016/S0927-0507(03)11005-5)

Yıldız S., Güneş S., Kıvrak S. Examining the Impact of Material Management Practices on Project Performance in the Construction Industry // Buildings. 2024. Vol. 14. Is. 7. DOI: [10.3390/buildings14072076](https://doi.org/10.3390/buildings14072076)

References:

Amade B., Akpan E. (2014) Project Cost Estimation: Issues and the Possible Solutions. *International Journal of Engineering and Technical Research*. Vol. 2. Is. 5. P. 181–188.

Bonney M.C. (1994) Trends in Inventory Management. *International Journal of Production Economics*. Vol. 35. Is. 1–3. P. 107–114. DOI: [10.1016/0925-5273\(94\)90070-1](https://doi.org/10.1016/0925-5273(94)90070-1)

Denisov A.R. (2007) Principles of Constructional-Technological Designing in Conditions of Small-Scale Machinebuilding Production. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Priborostroenie*. Vol. 50. No. 12. P. 56–60.

Fleuren T., Merzifonluoglu Y., Sotirov R., Hendriks M. (2025) Production-Inventory Planning in High-Tech Low-Volume Manufacturing Supply Chains. *International Journal of Production Economics*. Vol. 288. DOI: [10.1016/j.ijpe.2025.109687](https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2025.109687)

Hardaway K., Flage R. (2025) A Framework for Evolving Assumptions in Risk Analysis. *Risk Analysis*. Vol. 45. Is. 8. P. 2232–2242. DOI: [10.1111/risa.70009](https://doi.org/10.1111/risa.70009)

Jusoh Z.M., Kasim N. (2017) A Review on Implication of Material Management to Project Performance. *MATEC Web of Conferences*. Vol. 87. DOI: [10.1051/mateconf/20178701012](https://doi.org/10.1051/mateconf/20178701012)

Ma S., Wang W., Liu L. (2002) Commonality and Postponement in Multistage Assembly Systems. *European Journal of Operational Research*. Vol. 142. Is. 3. P. 523–538. DOI: [10.1016/S0377-2217\(01\)00314-9](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00314-9)

Medunetsky V.M., Solk S.V., Lebedev O.A. (2016) Experience in Single and Small Batch Production of Optical-Mechanical Systems. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Priborostroyeniye*. Vol. 59. No. 7. P. 600–604. DOI: [10.17586/0021-3454-2016-59-7-600-604](https://doi.org/10.17586/0021-3454-2016-59-7-600-604)

Palkina E.S., Shumilov Yu.M. (2025) The Use of Digital Analytics to Improve the Efficiency of Business Processes in the Supply Chains of Mechanical Engineering. *Vestnik Akademii znaniy*. No. 6(71). P. 551–556.

Pavlova A.N. (2023) Experience in Implementing Practice-Oriented Methods of Training Engineers. *Nauka. Tekhnologii. Innovatsii — 2023: Sbornik statey II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Petrozavodsk, 2023)*. Petrozavodsk: Mezhdunarodnyy tsentr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka» (IP Ivanovskaya I.I.). P. 70–74.

Shamsuzzoha A., Jaakkola T. (2024) The Scope of Demand-Driven Material Requirements Planning in Operative Purchasing of a Multi-National Company: A Case Study. *International Journal of Engineering Business Management*. Vol. 16. DOI: [10.1177/18479790241293890](https://doi.org/10.1177/18479790241293890)

Shumilov Yu.M. (2026) Sokrashcheniye nevostrebovannykh zapasov cherez unifikatsiyu biznes-protsessov v mashinostroyeniye [Reduction of unclaimed stocks through unification of business processes in mechanical engineering]. *Natsional'nyye tseli Rossii i mekhanizmy ikh dostizheniya: Materialy XVII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Cheboksary, 2026)*. Cheboksary: Izdatel'sko-poligraficheskaya kompaniya "Novoye vremya". P. 99–103.

Svensson Harari N., Fundin A. (2023) An Early-Phase Design Process to Enable Long-Term Flexibility in Assembly Systems. *Research in Engineering Design*. Vol. 34. P. 257–283. DOI: [10.1007/s00163-022-00404-0](https://doi.org/10.1007/s00163-022-00404-0)

Swaminathan J.M., Lee H.L. (2003) Design for Postponement. *Handbooks in Operations Research and Management Science*. Vol. 11. P. 199–226. DOI: [10.1016/S0927-0507\(03\)11005-5](https://doi.org/10.1016/S0927-0507(03)11005-5)

Tipner L.M., Iskhakova N.R. (2019) Problems of Organization in Conditions of Unit and Small Batch Production. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika*. No 5–3. P. 97–102. DOI: [10.24411/2411-0450-2019-10733](https://doi.org/10.24411/2411-0450-2019-10733)

Yıldız S., Güneş S., Kıvrak S. (2024) Examining the Impact of Material Management Practices on Project Performance in the Construction Industry. *Buildings*. Vol. 14. Is. 7. DOI: [10.3390/buildings14072076](https://doi.org/10.3390/buildings14072076)

Zelensky A.A., Gribkov A.A. (2023) Determination of Approaches to the Creation of Flexible Small-Batch Microelectronic Production in Russia. *Obshchestvo: politika, ekonomika, pravo*. No. 10(123). P. 31–37. DOI: [10.24158/pep.2023.10.4](https://doi.org/10.24158/pep.2023.10.4)

Zhdanova M.V., Lapidus A.A. (2024) Life Cycle Requirement Time Optimization of a Construction Project. *Stroitel'stvo i arkhitektura*. Vol. 12. No. 4(45). DOI: [10.29039/2308-0191-2024-12-4-6-6](https://doi.org/10.29039/2308-0191-2024-12-4-6-6)