

## ЕВРОПЕЙСКИЙ ОПЫТ НОРМИРОВАНИЯ ЗАПАСОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК ЭЛЕМЕНТ СИТИ-ЛОГИСТИКИ

А.Б. Левина<sup>1</sup>, Ю.С. Якунина<sup>1</sup>, Я.Е. Кротов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

<sup>2</sup> ООО «ДжиДиСи Сервисез», г. Казань, Россия

В статье рассмотрен европейский опыт нормирования запасов в промышленности как элемент сити-логистики, ориентированной на экономию материальных ресурсов на всех стадиях материального потока и оптимизацию затрат на производство и реализацию. Развитие методов нормирования ключевых материалов промышленных предприятий обусловлено потребностью эффективного управления материальными потоками на производстве и может быть использовано для разработки и оптимизации системы нормирования ключевых материалов, обеспечения устойчивого развития промышленных предприятий в части управления материальными потоками без дополнительных инвестиционных вложений.

Целью исследования является изучение европейского опыта нормирования ключевых материалов производственного предприятия с последующей апробацией на примере российского промышленного предприятия, в связи с чем проанализированы европейские модели нормирования запасов, выделены наиболее показательные; проведено исследование российского опыта нормирования и сравнение методов сокращения расходов материалов с рядом стран Европы. На основании европейских и российских моделей авторами предложена методика управления запасами на основе нормирования материалов промышленного предприятия, апробированная на примере ООО «Русский кварц». Контроль превышения нормативных значений и своевременное выявление причин отклонения перерасхода на основе предложенной авторами системы нормирования позволит сократить затраты на ключевые расходные материалы по всем видам продукции, а также повысить доходность производимой продукции, что положительно отразится на рыночных позициях компании. Достигнутая ритмичность производства позволит оптимизировать процесс производственного планирования и повысить количество выпускаемой продукции за счет снижения уровня простоев и задержек в связи со срывом поставок ключевых материалов.

Предложенная система управления запасами на основе нормирования материалов, с точки зрения оптимизации материального потока, будет способствовать достижению целей сити-логистики.

**Ключевые слова:** логистика, нормирование запасов, промышленность, сити-логистика, европейский опыт.

### Введение

Под городской логистикой или сити-логистикой понимается комплекс логистических решений, процессов и действий, направленных на оптимизацию управленческих решений администрации, а также оптимизацию потоков материалов, транспорта, людей, финансов, информации в рамках подсистем города и его инфраструктуры. В соответствии с предложенным определением основной целью сити-логистики является рационализация организации в пространстве и во времени материального и социального потоков, обеспечивающая максимальную ориентацию всей производственно-хозяйственной деятельности предприятий на удовлетворение потребностей жителей города.

Задачами сити-логистики является широкий спектр направлений, связанных с развитием культуры и интеграцией города и территории в единое креативное пространство; воздействием на организации и предприятия с целью снижения загрязнений и улучшение экосистемы города; оптимизацией материальных и социальных потоков и прочее.

Для целей нашего исследования интерес вы-

зывают такие задачи сити-логистики, как экономия материальных ресурсов на всех стадиях материального потока и оптимизация затрат на производство и реализацию готовой продукции и услуг населению.

Оптимизация материальных затрат в производственном цикле промышленных предприятий возможна за счет нормирования расходов ключевых материалов, развития методов нормирования и разработки норм обеспечения ими промышленных предприятий (в экономике и логистическом менеджменте) и связано с потребностью в эффективном управлении материальными потоками на производстве. Использование научных методов для разработки и оптимизации системы нормирования обеспечит организации устойчивое развитие в части управления материальными потоками без дополнительных инвестиционных вложений.

### Цель исследования

Настоящая работа посвящена исследованию оптимальных методов нормирования ключевых материалов и норм обеспечения ими производственного предприятия (на основе научных исследо-

ваний данной области отечественными и зарубежными учеными и практиками).

В качестве методов исследования использованы теоретические: метод системного и организационного анализа, моделирование структуры производства; диагностические: анкетирование, опрос; эмпирические: изучение опыта работы производственных подразделений, контент-анализ документации, проектирование экономических показателей в рамках оптимизации системы нормирования, методы математической статистики и графического отображения результатов.

### Теория

В российской практике можно выделить 2 группы методов, позволяющих осуществлять управление запасами: логистические методы управления запасами [5, 10, 11] и нормативные методы [3, 9, 12]. Основным недостатком логистических методов управления запасами заключается в том, что при определении уровня запасов по каждой рассматриваемой марке материального ресурса сложно увязать рассчитываемые показатели текущего, страхового запасов и оборотных средств, вложенных в запасы, между собой. По мнению Радионова Р.А. [8], логистические методы управления запасами могут быть применены на предприятиях с индивидуальным или мелкосерийным характером производства, которые расходуют материальные ресурсы в небольших объемах и получают их по складской форме снабжения с близкорасположенных предприятий или баз снабжения.

Нормативные методы увязывают между собой не только указанные показатели по каждой нормируемой марке материального ресурса, но также и все рассчитываемые специфицированные нормы производственных запасов и специфицированные нормы оборотных средств, что особенно важно в условиях недостатка собственных оборотных средств у предприятия.

В российской и зарубежной практике [2–6] для определения норм запасов используют различные методы:

1. Экономико-математические методы оптимально подходят для решения поставленных задач, например, метод экстраполяции (сглаживания), который позволит перенести темпы, сложившиеся в образовании запасов в прошлом, на будущее.

2. Эвристические методы предполагают использование опыта специалистов, которые изучают отчетность за предыдущий период, анализируют рынок и принимают решения о минимально необходимых запасах, и основаны, в значительной степени, на субъективном понимании тенденций развития спроса.

3. Сущность метода технико-экономических расчетов заключается в разделении совокупного запаса в зависимости от целевого назначения на отдельные группы. Далее для выделенных групп

отдельно рассчитывается страховая, текущая и сезонная запасы, каждый из которых, в свою очередь, может быть разделен на некоторые элементы.

В качестве передового индустриального опыта в рамках настоящего исследования предлагается рассмотреть управленческие инструменты и подходы к практике нормирования ключевых материалов промышленных предприятий стран Европейского Союза. Выбор обусловлен тем, что государства Европейского Союза (Италия, Венгрия, Германия, Голландия) являются промышленными центрами.

Методы нормирования ключевых материалов рассматриваемых стран часто отходят от классической методологии, поэтому исследования и опыт будет актуальны при разработке рекомендаций по системе нормирования ключевых материалов промышленных предприятий России.

Процессы нормирования ключевых запасов в Европе структурированы лучше, благодаря высокому уровню зрелости производственных процессов и использованию географических преимуществ при организации системы управления материальными потоками. Производственные предприятия как в России, так и в Европе используют общую теоретическую базу для нормирования. Принципиальные различия заключаются в подходе к организации кросс-функциональных логистических процессов и используемых методов для нормирования ключевых запасов. Изучим зарубежный опыт в области нормирования запасов в сравнении с отечественной производственной практикой.

В рамках обзора зарубежной литературы представлен анализ методов преодоления неопределенности для производственных систем.

Рассмотрим базовые принципы нормирования ключевых материалов и норм обеспечения ими промышленных предприятий Европы. Ключевым принципом в данном случае является использование стратегических способов воздействия на формирование требуемого уровня ритмичности производства, таких как реинжиниринг бизнес-процессов и кооперационные бизнес-модели. Таким образом, предприятия, в конечном счете, формируют замкнутый производственный цикл с концентрацией на одной ключевой компетенции для достижения рыночного превосходства. Тем не менее, при таком подходе к управлению материальными потоками система нормирования ключевых материалов становится одним из наиболее критических аспектов менеджмента производственных и логистических процессов.

Наиболее оправданными, в том числе экономическими, становятся следующие подходы и инструменты – построение программы пополнения запасов, программы пополнения запасов под управлением поставщиков, совместные программы управления ключевыми запасами, а также коллективное планирование и прогнозирование пополнения запасов [1, 10].

По вышеописанной причине большинство промышленных предприятий Европы используют в своей работе автоматизированные системы ресурсного планирования, которые, в свою очередь, позволяют эффективно настраивать закупочные процедуры для быстрого удовлетворения потребности производства. Важно отметить, что при прочих равных сравниваемых параметрах оптимизации в России принято фокусироваться не на создании системы нормирования ключевых запасов, а на выполнении и перевыполнении производственных планов в ущерб логистическим показателям управления расходами материалов.

Наиболее популярные в Европе программные продукты (в том числе полностью разработанные под заказ) предлагают готовые алгоритмы и технологические принципы нормирования ключевых материалов, которые позволяют оптимизировать работу процедур планирования и нормирования [7].

В отечественной производственной среде также имеют место автоматизированные системы управления запасами, но в ряде случаев от них отказываются в пользу условно автоматизированной таблицы в программном продукте MS Excel, что обусловлено высокой стоимостью внедрения и поддержки автоматизированных систем в совокупности с низкой зрелостью процессов нормирования ключевых материалов.

Стоит отметить, что любая система не является совершенной, например, европейские промышленные предприятия наиболее часто сталкиваются со следующими ошибками – отсутствием согласованности в составе основных материалов, ошибочное определение размеров партии, уровня страхового запаса и точек повторного заказа. Последние исследования представляют новые методы обеспечения ключевых запасов в условиях неопределенности при планировании требований к нормированию материалов и составлению системы норм обеспечения данными материалами [14].

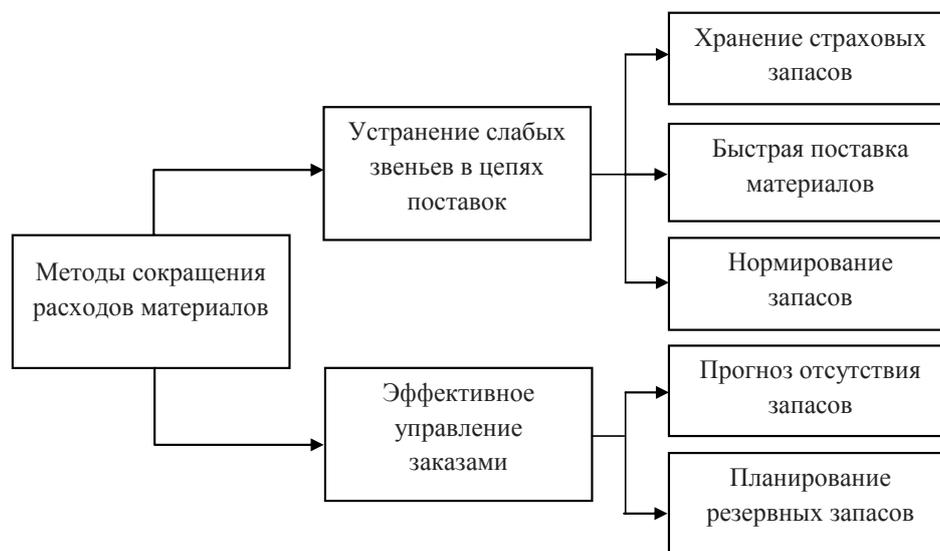
Основные методы нормирования ключевых запасов промышленных производств в Европе включают:

- метод уменьшения влияния окружающей среды организации;
- метод сокращения запасов (обусловленный внутренним потреблением предприятия);
- модель расчетов и позиционирования при управлении запасами.

Важно отметить, что авторы также рассматривают различия в используемых методах нормирования между европейскими и российскими производственными предприятиями. Обратимся к структуре методов нормирования (см. рисунок).

Первый комплекс методов базируется на устранении слабых звеньев в цепях поставок. Метод хранения запасов для срочного обеспечения производства состоит из заранее определенного резерва запасов, который не учитывается при составлении генеральных планов производства и по своей сути состоит из прогнозирования непредвиденных событий. Метод своевременных поставок критических материалов подразумевает использование (для целей планирования) среднего времени выполнения поставки, увеличенного на заданную величину. Метод нормирования запасов для обеспечения производства определяется как расчет падения мощности, используемый для предотвращения полной остановки производственной системы [16, 20].

Второй комплекс методов основывается на инструментах эффективного управления заказами в условиях с высокой степенью неопределенности. Метод прогнозирования сроков остановки производства при отсутствии ключевых запасов основан на создании условий преодоления ситуаций, при которых производство не обеспечено критически важными материалами. Метод обеспечения дополнительных запасов при планировании состоит из установки временных рамок плана производства (например, итерация в две недели) при которых



Методы сокращения расходов критических материалов

не потребуется использование дополнительных запасов [16, 20].

Соответственно, при прогнозировании планируется учёт потребности дополнительных материалов на каждый клиентский заказ при формировании заказа в производство.

Обратимся к сравнению общепринятых методов нормирования ключевых материалов на российских и европейских производственных предприятиях (табл. 1).

Проанализировав работы европейских авто-

ров в области логистики и управления запасами промышленных предприятий [14, 15, 17, 18] авторы исследования выделили десять наиболее показательных моделей нормирования запасов.

Классификация моделей управления нормированием ключевых запасов, применимых к условиям с высокой степенью неопределенности, характерных как для российских промышленных предприятий и производств, так и для европейских, представлена в табл. 2.

Таблица отображает комплексное сравнение

Таблица 1

Сравнение методов сокращения расходов материалов

Метод	Страны-практиканты методов управления запасами				
	Россия	Германия	Италия	Венгрия	Голландия
Хранение запасов для срочного обеспечения	–	–	+	–	+
Своевременная поставка материалов	–	+	–	+	+
Нормирование запасов	+	+	+	+	+
Прогноз остановки производства	–	+	+	+	+
Планирование резервов	+	+	+	+	–

Таблица 2

Классификация моделей управления ключевыми запасами

Параметр	Критерии	Модель									
		Сиготини	Борланд	Чанг	Яно	Грубстрём	Карлсон	Молиндер	Вэкер	Ди Тилио	Варгас
Фокус модели											
Безопасная буферизация	Определение количества	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Позиционирование									*	
	Управление										*
Характеристика производственной среды											
Менеджмент производства	Административная система				*	*	*	*	*	*	*
	Потоковая система	*	*	*							
Политика производства	Производство на склад		*	*	*	*	*	*	*	*	
	Производство под заказ							*			*
	Сборка под заказ	*					*				
Система производства	Один тип продукта	*			*	*	*				*
	Несколько типов продукта		*	*				*	*	*	
Структура производства	Одноуровневая спецификация на материалы	*	*	*	*						*
	Многоуровневая спецификация на материалы					*	*	*	*	*	
Мощность производства	Не ограничена				*	*	*	*	*	*	
	Ограничена	*	*	*							*
Дисперсия производства	Уровень спроса	*	*		*	*	*	*	*	*	*
	Объем поставки								*		
	Доступность станков			*				*		*	
	Мощность станков			*				*			
Тип методологии											
Показатели эффективности	Уровень сервиса	*					*		*	*	*
	Совокупные расходы		*	*	*	*	*	*		*	
Тип модели	Аналитическая		*		*	*			*	*	
	Симуляционная	*		*			*	*			*

актуальных для европейских промышленных предприятий моделей управления нормированием ключевых материалов. Рассмотрим параметры сравнения и модели нормирования ключевых материалов промышленных предприятий подробнее.

Безопасная буферизация. При использовании метода хранения запасов для срочного обеспечения производства как метода сокращения расхода ключевых материалов необходимо принять во внимание три важных аспекта: определение количества материалов, их позиционирование и управление. Аспект определения необходимого количества материалов определяется поиском и определением соответствующей ценности запасов безопасности для каждого элемента производственной логистики. Аспект позиционирования обеспечивает выполнение задачи по размещению необходимого (безопасного) количества запасов в спецификации на материалы. Аспект управления подразумевает определение необходимого количества времени для обеспечения поставки, согласно срокам, обеспечивающим необходимые параметры обеспечения производства критически важными материалами [1].

Важность исследований в обозначенной области, проводимых учеными [9, 13, 15, 17, 18], заключается в признании аспекта определения количества материалов (по сути нормирования) как основной проблемы метода сокращения расхода ключевых материалов. Наиболее интересная модель – модель Яно, в рамках которой разработан алгоритм, предоставляющий собой систему готовых графиков управления материальными потоками для обеспечения норм хранения запасов для срочного обеспечения производства. Преимущество предложенной модели заключается в цикличности графиков управления цепями поставок.

В качестве альтернативы системе нормирования количества материалов, рассмотрим модель Де Тилио. Данная модель фокусируется на системе позиционирования запасов. В своей модели Де Тилио ввел понятие неявной доступности ключевых материалов в качестве инструмента для устранения неопределенности – можно выразить как разницу между запасом материалов в начале закупочного периода и совокупными потребностями по мере жизненного цикла заказа.

В модели Варгаса предложен подход с двойным буфером к проблеме безопасного уровня материалов для обеспечения производства. Данный подход разработан с помощью моделирования, поддерживаемого анализом данных о движении ключевых запасов и существующих систем нормирования ключевых материалов. Модель отличается от традиционных систем тем, что позволяет сформировать нормируемую систему ключевых материалов для обеспечения производственных задач как через позаказное планирование, так и под весь производственный план.

Рассмотрим характеристики производственной среды.

Производственный менеджмент. Количество запасов, прямо относящееся к области производственного менеджмента, отображает политику исполнения задач производственной системы. В данном направлении существует два равноправных подхода: административный (через жесткое планирование и контроль исполнения) и потоковый (через функциональное делегирование и мотивацию по целям). Под потоковым подходом принято понимать, что производственный заказ создается через потребление материалов и последующее создание ценности каждой структурной производственной единицей по всей производственной цепочке. Под административной системой понимается жесткая привязка к потребностям по производственным заказам и по прогнозам будущим заказов с отображением в соответствующих MRP и WMS системах [6].

Производственная политика. Принято считать, что производство на склад целесообразно (вместе с соответствующей системой нормирования ключевых материалов) и оправдано, когда производственный цикл существенно длиннее необходимой даты поставки, при такой политике существенное влияние на систему нормирования оказывает планирование спроса. Обратным примером является период производства с временными показателями ниже, чем срок поставки, в таком случае справедливо позаказное планирование. Комбинированный метод позволяет использовать преимущества вышеописанных политик, в частности держать запасы материалов по наиболее длинным позициям поставки, основываясь на информации о сроках следующего производственного заказа и вероятности его запуска. Моделью, которая фокусируется на данном подходе, является модель Карлсона. Ключевой особенностью модели является анализ взаимосвязей между частотой обновления графиков поступления ключевых материалов и ролью хранения запасов для срочного обеспечения производства. Результаты применения данной модели показали, что экономическая эффективность нормирования такова, что жесткая система планирования более оправдана по сравнению с гибким подходом к обеспечению системы нормирования и обеспечения ключевыми запасами. Исследования в данном направлении были продолжены в рамках модели Вэкера. Аналитическая модель нормирования ключевых запасов в форме многоуровневой спецификации на материалы, в рамках которой предлагается эмпирическая методология оценки вариативности потребности в компонентах, сырье и материалах.

Производственная система. В настоящий момент производство одного типа продукта не представляется возможным, поэтому данный аспект рассматривается в теоретическом аспекте и носит

фундаментальный характер. Наиболее востребованы мультипродуктовые модели, с учетом потребности в диверсификации производства и обеспечения устойчивого развития предприятия.

Производственная структура. Под производственной структурой понимаем устройство производства, при котором определяется тип продукта и соответствующая ему структура спецификации на материалы. Соответственно, простые продукты имеют одноуровневую спецификацию на материалы, в то время как сложные продукты имеют многоуровневую структуру спецификации на материалы. Наиболее значимый вклад в исследование производственных структур, с точки зрения нормирования обеспечения производства ключевыми материалами, был сделан в рамках модели Грубстрёма. В рамках данной модели описана оптимальная система распределения ключевых запасов. Точка оптимума определяется как достижение равновесного состояния между потребностями производства и ожидаемыми нормами распределения ключевых материалов. Данная модель рассматривается как наиболее применимая в мировой и отечественной практике организации системы нормирования производства ключевыми материалами. Это связано с тем, что модель четко описывает уровень безопасной буферизации в рамках спецификации на материалы с увязкой по срокам поставки для обеспечения ритмичности производства.

Производственная мощность. Принято считать, что все производственные системы строятся на расчете производственных планов по периодам, т. е. на определенный период максимальный выпуск продукции ограничен техническими возможностями конкретного оборудования и наличием необходимых для производства материалов. Производственную мощность принято выражать как соотношение плановой потребности в производстве и производственной мощности. В противном случае принято считать, что производственная мощность не ограничена (теоретический характер расчета). Тем не менее, лимиты производственной мощности являются важным компонентом любой модели нормирования ключевых материалов, так как они показывают барьерную динамику производства при развитии модели в зависимости от её конечных параметров. Вышеописанные закономерности отражены в модели Борланда. Модель учитывает пропускные возможности (с точки зрения планирования времени простоя в расписании заказов материалов) и запасы, необходимые для производства. Результатом стали выводы об эффективности данного метода как инструмента предотвращения неопределенности спроса. В модели Сиголини представлен аналитический подход к организации системы нормирования ключевых запасов, основанный на расчете минимального уровня производственной мощности, достаточного для выполнения заказов при пиковых нагрузках, с

двухуровневой базой нормирования ключевых запасов.

Производственная дисперсия. Принято считать, что существуют четыре составляющих производственной дисперсии: уровень спроса, объемы поставки, доступность и производительность оборудования. Рассмотрим одну из моделей. В модели Чанга отражена фокусировка на доступности и производительности оборудования, в частности, модель предполагает математический расчет оптимального уровня нормирования запасов ключевых материалов. При таком расчете за базу берутся показатели скорости движения и времени обработки каждой детали по переделам, в качестве объекта нормирования рассматриваются ключевые материалы [19].

Показатели эффективности. Основных показателей два: уровень сервиса, что напрямую относится к уровню удовлетворенности потребителя (рассчитывается как вероятность возникновения запасов по ключевым материалам к прогнозируемому количеству потребления для выполнения производственного заказа), и уровень затрат на производство по переделам (калькулирование себестоимости, расчет дополнительных временных затрат, оценка рисков при срыве поставок и т. д.). Экономический и логистический смысл таковых моделей сводится к балансировке между уровнем стоимости удовлетворенности клиента и уровнем оптимального нормирования ключевых материалов.

Описанные модели нормирования ключевых запасов широко приняты к использованию на европейских производственных предприятиях, в то время как в отечественной промышленной бизнес-практике отсутствует их широкое практическое использование ввиду потребности в адаптации, отсутствии практического и научного опыта внедрения, концентрации производства на замкнутом производственном цикле и ориентации на мгновенные результаты, а не на построении системных или сервисных моделей производства.

#### Результаты

Авторы исследовали логистические операции нормирования запасов на примере российского промышленного предприятия ООО «Русский кварц». В качестве основной проблемы отмечено отсутствие комплексного подхода при планировании, разработке и организации логистических процессов нормирования ключевых материалов, что выражается в нарушении ритмичности работы основных подразделений и росте издержек на производимую продукцию, приводящее к снижению доходности и росту потерь.

При анализе существующей системы нормирования запасов предприятия выявлена отрывочность и разрозненность в определении норм запасов технологической и производственной службами, результаты исследования подтверждают отсутствие единой системы нормирования по ключе-

вым материалам в привязке к объему выпускаемой продукции. На предприятии использовалась методика позаказного расчета необходимых для выполнения плана производства материалов, что закономерно давало дополнительную финансовую и временную нагрузку на вовлеченные в процесс производства подразделения, ввиду отсутствия системного подхода к выделению и нормированию ключевых материалов. Используемый позаказный метод планирования не позволял выявлять отклонения и осуществлять преактивное прогнози-

рование. Отсутствовала система формирования запасов и периодичность их пополнения, поскольку материалы закупались исключительно для выполнения каждого заказа по отдельности.

С учетом обозначенных проблемных зон предприятия и анализа европейского опыта нормирования ключевых материалов предложена двухэтапная методика разработки системы управления запасами на основе нормирования ключевых материалов, представленная в табл. 3.

Для оценки эффекта от внедрения системы

**Таблица 3**

**Методика разработки системы управления запасами на основе нормирования ключевых материалов и результаты ее применения на ООО «Русский кварц»**

Этап	Исследовательский вопрос	Методы исследования	Полученный результат исследования
Этап 1. Анализ текущих операционных показателей и существующей системы управления нормированием материалов, определение ключевых материалов, нуждающихся в нормировании или оптимизации норм обеспечения ими			
1.1	Какие виды материалов критичны для процесса производства продукции?	Интервью.	Сформирован перечень основных расходных материалов, участвующих в процессе производства продукции и нуждающихся в нормировании. Ранее данные позиции в системе нормирования учтены не были
1.2	Как определяются нормы расхода сырья и основных материалов?	Интервью, полевое исследование.	Определен перечень технологических документов и методик, необходимых для выведения норм расхода ключевых материалов и норм обеспечения ими для существующего производства
1.3	Как нормы расхода основных материалов распределяются по переделам и видам продукции?	Интервью, контент-анализ документов.	Сформирована схема переделов продукции и перечень распределения ключевых материалов на производственном предприятии. Установлен перечень ключевых расходных материалов на каждом этапе производства. Сформирована теоретическая основа для оптимизации системы нормирования ключевых расходных материалов и норм обеспечения ими
1.4	Каковы нормы расходов ключевых материалов на одну тонну выпускаемой продукции?	Контент-анализ документов, расчет по статистике.	Составлен перечень норм расхода сырья и ключевых материалов на 1 тонну продукции. Выведены нормы расхода ключевых материалов на 1 тонну готовой продукции
Этап 2. Разработка обновленной системы нормирования ключевых материалов и совершенствование системы прогнозирования ключевых запасов			
2.1	Какие ключевые факторы по обеспечению сырьем и основными расходными материалами?	Интервью, контент-анализ документов.	Сформирован перечень ключевых факторов, влияющих на ритмичность обеспечения сырьем и ключевыми расходными материалами. Формирование данного перечня позволит разработать сбалансированные нормы обеспечения сырьем и расходными материалами всех производственных подразделений предприятия.
2.2	Какие нормы месячного потребления необходимы по цепочке основных переделов по всем расходным материалам?	Контент-анализ документов, экономический расчет	Сформирован прогноз потребности сырья и ключевых расходных материалов на период в количественном и денежном выражении. Рассчитанные данные в дальнейшем позволят оперативно выявлять отклонения. Прогноз позволит определить периодичность и объем создаваемых запасов на каждом из участков по цепочке предела по всем ключевым расходным материалам

Окончание табл. 3

Этап	Исследовательский вопрос	Методы исследования	Полученный результат исследования
2.3	С какой периодичностью должны создаваться запасы на каждом из переделов по всем основным расходным материалам и в каком объеме?	Интервью, контент-анализ документов.	Определен объем и перечень запасов на каждом из участков по цепочке передела по всем ключевым расходным материалам с учетом рациональности внутренней логистики и наличия мест под запасы.
2.4	С какой периодичностью и в каком объеме должны закупаться запасы сырья и ключевых видов расходных материалов при максимальном объеме производства?	Интервью, контент-анализ, обобщение результатов.	Определен объем оптимального закупа для формирования складских запасов сырья и ключевых материалов в целом по предприятию при ежемесячном максимальном объеме производства.
2.5	Какие дополнительные страховые запасы будут необходимы при возникновении рисков срыва сроков поставок?	Интервью, расчет.	Определен страховой запас сырья и ключевых расходных материалов с учетом рисков затягивания сроков поставок.
2.6	Какой экономический эффект ожидается от реализации системы нормирования расходов ключевых материалов и норм обеспечения ими?	Анализ, экономический расчет.	Приведена оценка экономического эффекта от внедрения системы управления запасами на основе нормирования ключевых материалов.

управления запасами на основе нормирования ключевых материалов проведена апробация методики на одном переделе ООО «Русский кварц», в качестве объекта нормирования выступили ключевые расходные материалы, необходимые для производства полуфабрикатов кварца RQ-6K, RQ-4K, RQ-3K, RQ-2K, которые были определены в ходе выполнения первого этапа методики. Для апробации методики данные приведены за один квартал 2020 года.

Плановые и фактические затраты по сырью и материалам представлены в табл. 4.

Полученные данные свидетельствуют об увеличении финансового плеча при условии отсутствия системы нормирования ключевых материалов.

Далее рассмотрены и проанализированы плановые и фактические затраты по ключевым материалам с привязкой к показателям себестоимости. Результаты представлены ниже (табл. 5).

Полученные данные свидетельствуют о наличии аномалии в системе нормирования ключевых материалов. По основным расходным материалам наблюдается системное превышение фактических показателей относительно плановых.

Предположим, что переход к системе управления запасами на основе нормирования ключевых материалов позволит исключить расхождение между планом и фактом ключевым материалам и снизить себестоимость готовой продукции.

Расчет снижения себестоимости вследствие уменьшения расхождения плановых и фактических

показателей проведем по следующей формуле:

$$C_i = \frac{P_{KPM} \times \Delta CC_i}{\sum_{i=1}^n \Delta CC_i} \times CC_{i_{пл}} \times N_i \times 100\%,$$

где  $C_i$  – снижение себестоимости  $i$ -го полуфабриката, %;  $P_{KPM}$  – расхождение плановых и фактических затрат по ключевым расходным материалам, руб.;  $\Delta CC_i$  – изменение себестоимости  $i$ -го полуфабриката, руб.;  $CC_{i_{пл}}$  – себестоимость  $i$ -го полуфабриката плановая, руб.;  $n$  – количество полуфабрикатов;  $N_i$  – объем производства полуфабриката, тонны.

При выходе на плановые показатели затрат по ключевым расходным материалам произойдет снижение себестоимости, приведенное ниже (табл. 6).

Контролируя затраты на сырье и ключевые расходные материалы на основе предложенного подхода, у руководства предприятия появится возможность снизить себестоимость продукции. Контроль превышения нормативных значений и своевременное выявление причин отклонения перерасхода суммарно позволит сократить затраты на ключевые расходные материалы по всем видам продукции. Снижение затрат на сырье и ключевые расходные материалы позволит повысить доходность производимой готовой продукции, что положительно скажется на рыночных позициях предприятия.

Таблица 4

Плановые и фактические затраты по материалам и сырью

Месяц	Сырье, руб.			Ключевые расходные материалы, руб.		
	План	Факт	Расхождение	План	Факт	Расхождение
Апрель	2177000	2048000	129000	1083000	2021000	-938000
Май	2703000	1902000	801000	1547000	1673000	-126000
Июнь	2660000	2487000	173000	1092000	2810000	-1718000

Таблица 5

Себестоимость 1 тонны готовой продукции, руб.

Полуфабрикат		Апрель	Май	Июнь
RQ-6K	План	26213,5	23621,6	24004,8
	Факт	36763,3	33217,4	24520,0
	Отклонение	-10549,8	-9595,8	-515,2
RQ-4K	План	42548,2	44766,8	44247,9
	Факт	73401,0	70814,5	63365,1
	Отклонение	-30852,8	-26047,7	-19117,2
RQ-3K	План	43961,2	43334,1	44080,1
	Факт	74429	86878	70600,0
	Отклонение	-30467,9	-43544,6	-26519,9
RQ-2K	План	83259,9	84191,3	84035,2
	Факт	105548,6	108902,1	103859,3
	Отклонение	-22288,7	-24710,8	-19824,1

Таблица 6

Снижение себестоимости в результате перехода к системе управления запасами на основе нормирования ключевых материалов, %

Месяц	RQ-6K	RQ-4K	RQ-3K	RQ-2K
Апрель	10,0	18,1	17,3	13,3
Май	9,2	13,1	22,7	13,2
Июнь	0,8	15,4	21,4	16,8
Среднее значение	6,67	15,5	20,5	14,4

## Выводы

Для обеспечения ритмичности в работе отечественного предприятия недостаточно разработать нормы расхода и нормы обеспечения производства ключевыми материалами. Необходимо выработать механизм контроля и прогнозирования отклонений через методы управления ключевыми запасами при планировании и производстве продукции с целью обеспечения ритмичности в работе предприятия.

Следует отметить, что метод нормирования по переделам представляется наиболее привлекательным и эффективным способом достижения ритмичности в работе отечественных промышленных предприятий. В качестве результирующего ожидания можно отметить, что вышеописанная система обеспечит ритмичность в работе предприятия при планировании расхода сырья и ключевых материалов в привязке к планируемому плану продаж и производства на месяц, квартал, год.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Челябинской области в рамках научного проекта № 20-410-740011\20.

## Литература

- Афанасенко И.Д. Логистика снабжения: учебник для бакалавров, магистров и аспирантов / И.Д. Афанасенко. – СПб: Изд-во СПбГУ. – 2018. – 381 с.
- Бровин, А.П. Порядок и условия применения классификации запасов производственных предприятий / А.П. Бровин, А.В. Пластинин // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2014. – № 6. – С. 144–148.
- Зуева О.Н. Идентификация как основа управления материальными потоками в логистической системе / О.Н. Зуева, Л.А. Донскова // Управление. – 2016. – № 1(59). – С. 76–80.
- Инютина К.В. Нормирование производственных запасов с применением математико-статистических методов / К.В. Инютина. – М.: Статистика, 1969.
- Лукинский В.С. Совершенствование аналитических методов управления запасами / В.С. Лукинский // Логистика. – 2011. – № 2. – С. 46–49.
- Лукинский В.С. Актуальные проблемы формирования теории управления запасами: монография / В.С. Лукинский. – СПб.: СПбГИЭ, 2008. – 213 с.

7. Пугачев А.И. Управление запасами сырья / А.И. Пугачев. // Инновационная наука. – 2016. – № 5. – С. 8–9.
8. Радионов Р.А. Анализ методов управления запасами и оборотными средствами / Р.А. Радионов // Экономический анализ: теория и практика. – 2005. – № 8 (41). – С. 41–49.
9. Радионова Р.А. Нормирование производственных запасов и вложенных в них оборотных средств / Р.А. Радионов. – М.: Центр экономики и маркетинга, 1999. – 243 с.
10. Сергеев В.И. Логистика снабжения / В.И. Сергеев, И.П. Эльяшевич; под общ. ред. Сергеева В.И. – М.: Юрайт, 2019. – 384 с.
11. Стерлигова А.Н. Управление запасами в цепях поставок: учебник. – Москва: ИНФРА-М, – 2013. – 430 с.
12. Хромых Н.А. Нормирование запасов хозяйственных субъектов / Н.А. Хромых // Экономическая наука сегодня: теория и практика: сборник материалов II Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 21 сентября 2015 года. – С. 243–246.
13. Denzel M. Multiperiod remanufacturing planning with uncertain quality of inputs / M. Denzel, M. Ferguson, G. C. Souza // IEEE Transactions on Engineering Management. – 2010. – № 3 (57). – P. 394–404.
14. Pgin M. Environmentally conscious manufacturing and product recovery / M. Pgin, S. M. Gupta // Journal of Environmental Management. – 2014. – № 3 (91). – P. 563–591.
15. Kiesmuller G.P. Approach for controlling a hybrid stochastic manufacturing system with inventories and different lead times / G.P. Kiesmuller // European Journal of Operational Research. – 2013. – № 1 (147). – P. 62–71.
16. Measuring material flows and resource productivity. Режим доступа: <https://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/MFA-Guide.pdf> (дата обращения 3 апреля 2021)
17. Montanari R. How many to produce? The impact of machine flexibility on the performance of a supply chain / R. Montanari E. Bottani, M. Rinaldi // International Journal Supply Chain and Inventory Management. – 2015. – № 1(1) – P. 62–90. DOI: 10.1504/IJSCIM.2015.071935
18. Önder Bulut Production control and stock rationing for a make-to-stock system with parallel production channels / Önder Bulut, Mehmet Murat Fadiloğlu // IIE Transactions. – 2011. – № 43 (6). – P. 432–450. DOI: 10.1080/0740817X.2010.532853
19. Yi Wang, Sheng Hao Zhang, Sean X. Zhou & Yong Zhang Anticipated rationing policy for inventory systems with two demand classes and backlogging costs // International Journal of Production Research. 2020. – № 58:20. – P. 6300–6314. DOI: 10.1080/00207543.2019.1677960
20. Xu Chen, Allen H. Tai & Yi Yang Optimal production and pricing policies in a combined make-to-order/make-to-stock system // International Journal of Production Research. – 2014. – № 52:23. – P. 7027–7045. DOI: 10.1080/00207543.2014.932930

**Левина Алена Борисовна**, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Менеджмент», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), [levinaab@susu.ru](mailto:levinaab@susu.ru)

**Якунина Юлия Сергеевна**, старший преподаватель кафедры «Менеджмент», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), [iakunina@susu.ru](mailto:iakunina@susu.ru)

**Кротов Яков Евгеньевич**, менеджер по предоставлению сервисов, ООО «ДжиДиСиСервисез» (г. Казань), [yakov.krotov@gmail.com](mailto:yakov.krotov@gmail.com)

Поступила в редакцию 26 апреля 2021 г.

DOI: 10.14529/em210209

## EUROPEAN PRACTICES IN INDUSTRIAL INVENTORY RATIONING AS AN ELEMENT OF CITY LOGISTICS

**A.B. Levina<sup>1</sup>, Yu.S. Yakunina<sup>1</sup>, Y.E. Krotov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

<sup>2</sup> DJC Services, Kazan, Russian Federation

The article examines the European practices in industrial inventory rationing as an element of city logistics focused on saving material resources at all stages of the material flow and optimizing production and sales costs.

The development of methods for inventory rationing at industrial enterprises is due to the need for effective management of material flows in production. The use of scientific methods for the development and optimization of the system of inventory rationing can ensure the sustainable development of industrial enterprises in terms of material flow management without additional investment.

The aim of the paper is to study the European practices in inventory rationing at industrial enterprises with their subsequent approbation on the example of the Russian industrial enterprise.

The authors analyze European models for rationing inventory, highlight the most prominent ones, conduct a study of the Russian experience in rationing, and compare methods for reducing material costs in Russia and a number of European countries.

On the basis of the European and Russian models considered, the authors propose a method of inventory management based on the inventory rationing at an industrial enterprise, tested at LLC "Russian Quartz", which is taken as an example.

Monitoring the excess of standard values and timely identification of the reasons for deviating overspending on the basis of the rationing system proposed by the authors will reduce the cost of key expandable materials for all types of products. Reducing the cost of raw materials and key expandable materials will, in turn, increase the profitability of manufactured products, which will have a positive effect on the company's market positions. The achieved rhythm of production will allow to optimize the process of production planning and increase the number of products by reducing the level of downtime and delays due to the disruption of the supply of inventory.

The proposed inventory management system based on the inventory rationing, from the point of view of optimizing the material flow, will contribute to the achievement of city logistics goals.

**Keywords:** logistics, inventory rationing, industry, city logistics, European practices.

The research was funded by RFBR and Chelyabinsk Region, project number № 20-410-740011\20.

### References

1. Afanasenko I.D. *Logistika snabzheniya* [Logistics of supply]. St. Petersburg, 2018. 381 p.
2. Brovin A.P., Plastinin A.V. The order and conditions of the classification of stocks of production enterprises. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal* [Proceedings of higher educational institutions. Lesnoy zhurnal], 2014, no. 6, pp. 144–148. (in Russ.)
3. Zueva O.N., Donskova L.A. Identification as the basis for the management of material flows in the logistics system. *Upravlenets* [Manager], 2016, no. 1(59), pp. 76–80. (in Russ.)
4. Inutina K.V. *Normirovanie proizvodstvennykh zapasov s primeneniem matematiko-statisticheskikh metodov* [Rationing of production inventories with the use of mathematical and statistical methods]. Moscow, 1969.
5. Lukinsky V.S. Improvement of analytical methods of inventory management. *Logistika* [Logistics], 2011, no. 2, pp. 46–49. (in Russ.)
6. Lukinsky V.S. *Aktual'nye problemy formirovaniya teorii upravleniya zapasami* [Actual problems of forming the theory of inventory management]. St. Petersburg, 2008, 213 p.
7. Pugachev A.I. Inventory management. *Innovatsionnaya nauka* [Innovative Science], 2016, no. 5, pp. 8–9. (in Russ.)
8. Radionov R.A. Analysis of methods for managing inventories and working capital. *Ekonomicheskiy analiz: teoriya i praktika* [Economic Analysis: Theory and Practice], 2005, no. 8 (41), pp. 41–49. (in Russ.)
9. Radionova R.A. *Normirovanie proizvodstvennykh zapasov i vlozhennykh v nikh oborotnykh sredstv* [Normalization of production inventories and invested in them circulating assets]. Moscow, 1999. 243 p.
10. Sergeev V.I., Elyashevich I.P. *Logistika snabzheniya* [Logistics of supply]. Moscow, 2019. 384 p.
11. Sterligova A.N. *Upravlenie zapasami v tsepyakh postavok* [Inventory management in supply chains]. Moscow, 2013. 430 p.
12. Khromykh N.A. Rationing of stocks of economic entities. *Ekonomicheskaya nauka segodnya: teoriya i praktika: sbornik materialov II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Economic Science Today: Theory and Practice. II International Scientific and Practical Conference], Cheboksary, 2015, p. 243–249. (in Russ.)
13. Denizel M., Ferguson M., Souza G.C. Multiperiod remanufacturing planning with uncertain quality of inputs, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2010, vol. 3 (57), pp. 394–404.
14. Ilgin M., Gupta S.M. Environmentally conscious manufacturing and product recover. *Journal of Environmental Management*, 2014, vol. 3, no. 91, pp. 563–591.
15. Kiesmuller G.P. Approach for controlling a hybrid stochastic manufacturing system with inventories and different lead times. *European Journal of Operational Research*, 2013, vol. 1, no. 147, pp. 62–71.
16. *Measuring material flows and resource productivity*. Available at: <https://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/MFA-Guide.pdf> (accessed 3 April 2021)

17. Montanari R. Bottani E., Rinaldi M. How many to produce? The impact of machine flexibility on the performance of a supply chain. *International Journal Supply Chain and Inventory Management*, 2015, vol. 1 no 1, pp. 62–90. DOI: 10.1504 / IJSCIM.2015.071935
18. Önder Bulut, Mehmet Murat Fadiloğlu Production control and stock rationing for a make-to-stock system with parallel production channels. *IEE Transactions*, 2011, vol. 43, no. 6, pp. 432–450. DOI: 10.1080/0740817X.2010.532853
19. Yi Wang, Sheng Hao Zhang, Sean X. Zhou, Yong Zhang Anticipated rationing policy for inventory systems with two demand classes and backloging costs. *International Journal of Production Research*, 2020, vol. 58 no. 20, pp. 6300–6314. DOI: 10.1080/00207543.2019.1677960
20. Xu Chen, Allen H. Tai, Yi Yang Optimal production and pricing policies in a combined make-to-order/make-to-stock system. *International Journal of Production Research*, 2014. vol. 52 no. 23, pp. 7027–7045. DOI: 10.1080/00207543.2014.932930

**Alena B. Levina**, Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Head of the Department of Management, South Ural State University, Chelyabinsk, levinaab@susu.ru

**Yuliya S. Yakunina**, senior lecturer at the Department of Management, South Ural State University, Chelyabinsk, iakuninays@susu.ru

**Yakov E. Krotov**, Service Delivery Manager, DJC Services, Kazan, yakov.krotov@gmail.com

Received April 26, 2021

---

#### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Левина, А.Б. Европейский опыт нормирования запасов в промышленности как элемент сити-логистики / А.Б. Левина, Ю.С. Якунина, Я.Е. Кротов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2021. – Т. 15, № 2. – С. 78–90. DOI: 10.14529/em210209

#### FOR CITATION

Levina A.B., Yakunina Yu.S., Krotov Y.E. European Practices in Industrial Inventory Rationing as an Element of City Logistics. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2021, vol. 15, no. 2, pp. 78–89. (in Russ.). DOI: 10.14529/em210209

---