

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>  
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2023, Том 10, № 1 / 2023, Vol. 10, Iss. 1 <https://resources.today/issue-1-2023.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/12INOR123.pdf>

DOI: 10.15862/12INOR123 (<https://doi.org/10.15862/12INOR123>)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Спешилов, Е. А. Алгоритмизация интеллектуального анализа данных для оптимизации процесса управления запасами на предприятии в условиях неопределенности / Е. А. Спешилов, П. О. Неседов // Отходы и ресурсы. — 2023. — Т. 10. — № 1. — URL: <https://resources.today/PDF/12INOR123.pdf> DOI: 10.15862/12INOR123

**For citation:**

Speshilov E.A., Nasedov P.O. Algorithmization of data mining to optimize the process of inventory management at the enterprise in conditions of uncertainty. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*. 2023; 10(1): 12INOR123. Available at: <https://resources.today/PDF/12INOR123.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15862/12INOR123

*Статья подготовлена в соответствии с государственным заданием Минобрнауки России для ФГБУН «Институт экономики УрО РАН»*

**Спешилов Евгений Алексеевич**

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, Россия  
Аспирант  
ФГБУН «Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук»  
Оренбургский филиал, Оренбург, Россия  
Младший научный сотрудник  
E-mail: [evgenij.sp@mail.ru](mailto:evgenij.sp@mail.ru)  
РИНЦ: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=1129819](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=1129819)

**Неседов Павел Олегович**

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, Россия  
E-mail: [nespavelo@gmail.com](mailto:nespavelo@gmail.com)  
РИНЦ: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=1157512](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=1157512)

## **Алгоритмизация интеллектуального анализа данных для оптимизации процесса управления запасами на предприятии в условиях неопределенности**

**Аннотация.** В настоящее время в условиях повышения степени неопределенности внешних экономических и геополитических факторов для принятия эффективных управленческих решений на предприятиях используются подходы, основанные на цифровизации аналитических процессов, связанных с их интеллектуализацией посредством применения математического инструментария. От достоверности и актуальности аналитического материала зависит планирование широкого круга вопросов относительно функционирования предприятий в краткосрочном, а особенно долгосрочном периоде. Целью исследования явилась разработка алгоритма анализа данных для управления запасами на промышленном предприятии, адаптированного к сложившимся на сегодняшний день условиям, вызванным неопределенностью ряда выявленных факторов. В статье представлен анализ состояния промышленности России за 2017–2021 гг. Приведена динамика индекса цен по отдельным видам экономической деятельности, отражена закономерность изменения численности промышленных предприятий. Графически представлен прогноз индекса цен по отдельным отраслям промышленности на 2025 год. Определены основные проблемы, с которыми сталкивается отрасль российской промышленности и дана краткая характеристика

их влияния на развитие промышленных предприятий. Обоснована применимость методов системного анализа для решения задач управления запасами. Проанализирован состав модели Economic ordering quantity и аргументирована необходимость ее модернизации с учетом действия факторов неопределенности внешней среды для определения оптимального размера заказа. Авторами предложен алгоритм интеллектуального анализа данных, разработанный для расчета оптимального количества заказа на основе модифицированной формулы Уилсона с описанными допущениями и ограничениями. Представлена апробация расчета на его основе. Для обоснования корректности и применимости алгоритма дано сопоставление реальных и расчетных данных, проведена экспертная оценка на актуальность и возможность его внедрения на промышленных предприятиях с целью сокращения рисков при принятии управленческих решений в части складской логистики, в частности в управлении запасами.

**Ключевые слова:** складская логистика; управленческие решения; алгоритм; интеллектуальный анализ данных; оптимизация управления запасами; математические методы и модели; цифровизация экономики

## Введение

Одно из основных приоритетных направлений функционирования предприятий промышленного кластера в сложившихся на сегодняшний день сложных геополитических условиях — модернизация системы управления логистическими процессами как внешнего характера, так и внутреннего. Данная тема актуальна для современного российского машиностроения. В РФ отрасль машиностроения занимает около 15 % от совокупного объема реализованной продукции в промышленности. При этом важно отметить, что несмотря на наблюдавшийся за последние три года стабильный рост, доля машиностроения в России в 1,5–2 раза ниже, чем в развитых странах, где данный показатель составляет 35–50 % [1].

В сегодняшних условиях нестабильное положение предприятий промышленности выносит на первый план необходимость совершенствования системы планирования и управления, поиска новых и адаптацию классических логистических подходов.

Логистика включает в себя целый ряд этапов и компонентов, каждый из которых непосредственно связан с аналитикой данных и имеет свою специфику. Выделяют закупочную, производственную, распределительную, транспортную, складскую и информационную логистику [2]. В данном исследовании внимание будет уделено именно складской логистике, конкретно — формированию складских запасов. Отметим, что логистический поток запасов находится под влиянием курса валют, а также ставок фрахта. Каждое изменение данных показателей может оказывать значительное влияние на процесс ценообразования, что в результате отражается на размере заказа в натуральных величинах [3; 4]. В этом случае совершенствование управления запасами подразумевает оптимизацию оборота на самом предприятии с целью повышения конкурентоспособности компании в условиях нехватки ресурсов, неопределенности партнерских связей и транспортных маршрутов. Именно адаптивная модель управления запасами должна стать элементом рационального согласования процессов управления логистикой. Она в свою очередь предполагает внедрение и применение математических методов, моделей и алгоритмов.

## Материалы и методы

В сфере управления запасами успешно применяются методы системного анализа [5]. Задачи управления запасами обладают своей спецификой — при их увеличении затраты, связанные с их хранением, также увеличиваются, но потери от возможной нехватки запасов

уменьшаются. Поэтому одной из задач управления запасами является минимизация суммы ожидаемых затрат, связанных с хранением запасов, и потерь, вызванных их отсутствием, при необходимости.

За основу исследования взяты теоретико-методологические подходы к управлению и организации логистических процессов на предприятиях [6; 7] (с акцентом на складскую логистику [8]), использованию оптимизационных методов и моделей [9; 10], в том числе к вопросам планирования деятельности с учетом реализации процессов цифровизации [11; 12].

При написании работы использовались методы системного подхода, логического анализа и синтеза, статистические методы анализа и обработки массивов информации. Применены индуктивный и дедуктивный методы, а также сравнительный анализ. Основным источником послужили официально опубликованные в сборниках базы данных, а также сайты служб государственной статистики.

### Результаты и обсуждение

В целом за период 2017–2021 гг. в промышленности России наблюдается негативная тенденция по сокращению количества предприятий и организаций (табл. 1). Данный тренд имеет место и в настоящее время.

**Таблица 1**

**Число предприятий обрабатывающего производства за период 2017–2021 гг.<sup>1,2</sup>**

Вид экономической деятельности	Число предприятий и организаций					Абсолютное отклонение, (+,-)			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2018 г. от 2017 г.	2019 г. от 2018 г.	2020 г. от 2019 г.	2021 г. от 2020 г.
Обрабатывающие производства, из них:	331588	309846	286569	265967	254976	-21742	-23277	-20602	-10991
обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели	26145	23790	21204	18706	17500	-2355	-2586	-2498	-1206
производство кокса и нефтепродуктов	1636	1379	1205	1036	900	-257	-174	-169	-136
производство химических веществ и химических продуктов	11211	10776	10295	10089	10100	-435	-481	-206	11
производство резиновых и пластмассовых изделий	19391	17919	16627	15495	14800	-1472	-1292	-1132	-695
производство металлургическое	4251	3987	3707	3413	3300	-264	-280	-294	-113
производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	41037	39811	37874	36203	35800	-1226	-1937	-1671	-403
производство электрического оборудования	8741	8349	7874	7547	7500	-392	-475	-327	-47

<sup>1</sup> Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]. — URL: <https://rosstat.gov.ru>.

<sup>2</sup> Российский статистический ежегодник. 2022: Стат. сб. / Росстат. — М., 2022 — 691 с.

Так, в 2019 году было ликвидировано 23277 предприятий обрабатывающего производства, в 2020 году 20602 предприятия, а в 2021 году еще 10991 предприятие<sup>1,2</sup>. Картина такого рода наблюдается на протяжении всего исследуемого периода. Количество предприятий, занимающихся производством готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования, также сокращается. За период с 2017 года по 2021 год их количество уменьшилось с 41037 до 35800. Дальнейшее сохранение данной тенденции может быть критичным для экономики России.

Обозначенная тенденция усугубляется нестабильностью цен, что практически лишает возможности отечественные предприятия составлять реалистичные планы производства и реализации (табл. 2).

**Таблица 2**

**Индексы цен предприятий обрабатывающего производства за период 2017–2021 гг.<sup>1</sup>**

Вид экономической деятельности	Индекс цен					Абсолютное отклонение, (+,-)			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2018 г. от 2017 г.	2019 г. от 2018 г.	2020 г. от 2019 г.	2021 г. от 2020 г.
Обрабатывающие производства, из них:	104,2	110,3	96,6	106,0	123,5	6,1	-13,7	9,4	17,5
обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели	102,8	111,1	96,7	111,0	144,3	8,3	-14,4	14,3	33,3
производство кокса и нефтепродуктов	117,2	123,4	84,5	97,1	142,9	6,2	-38,9	12,6	45,8
производство химических веществ и химических продуктов	105,4	113,3	90,4	106,4	151,2	7,9	-22,9	16,0	44,8
производство резиновых и пластмассовых изделий	98,9	106,2	100,3	104,1	129,8	7,3	-5,9	3,8	25,7
производство металлургическое	105,4	108,5	95,4	118,8	130,7	3,1	-13,1	23,4	11,9
производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	104,2	109,2	101,4	106,8	126,1	5,0	-7,8	5,4	19,3
производство электрического оборудования	102,5	106,0	100,4	105,9	112,5	3,5	-5,6	5,5	6,6

По статистическим данным видно, что в некоторых отраслях в той или иной степени высокая инфляция наблюдается практически каждые два-три года. Так, индекс цен продукции предприятий, занимающихся производством кокса и нефтепродуктов, в 2017 году составил 117,2 %, а в 2021 году 142,9 %.

Данная ситуация вызывает особую обеспокоенность, при том что период с 2016 года до начала 2020 года некоторые исследователи относят к фазам оживления и подъема в экономике [13], что говорит о предстоящих, а, возможно, уже начавшихся, фазах спада и рецессии. В этой связи вопросы, относящиеся к управлению предприятиями, носят актуальный характер, особенно в свете поиска новых и совершенствования старых логистических подходов в

условиях цифровизации экономики и санкционной политики. В первую очередь, необходимо обратить внимание на модернизацию существующей системы логистики предприятия, так как она охватывает все этапы его деятельности [14].

Задача управления запасами — это комплексная задача, составными частями которой являются: ведение информационной базы, построение модели управления запасами, оптимизация объема создаваемого запаса и времени его пополнения и пр. В свою очередь задача построения математических моделей процесса управления запасами является многокритериальной комплексной задачей и ориентирована на поиск такого оптимального уровня запасов товара, который минимизирует совокупные затраты на покупку, доставку и хранение запаса, что согласовывается с общей задачей системы управления запасами.

Одной из основных моделей управления запасами является модель Уилсона или модель Economic ordering quantity (EOQ), которая описывает ситуацию закупки товара, характеризующуюся следующими допущениями: интенсивность потребления и время поставки заказа являются известными и постоянными величинами; каждый заказ поставляется в виде одной партии; затраты на осуществление заказа не зависят от размера заказа; затраты на хранение запаса пропорциональны его размеру. В системе управления запасами с течением времени уровни запасов уменьшаются, пополнение запасов происходит за счет поступления заказа. Затем процесс повторяется [9].

Математическая модель EOQ, выраженная формулой Уилсона (оптимальный размер партии заказа), делит затраты на две группы [15]:

- транспортные затраты;
- затраты, приходящиеся на хранение запасов (содержание складских помещений и оборудования, зарплата персонала и др.).

Модель EOQ определяет такой размер заказа, при котором баланс между расходами по хранению запасов и расходами на доставку заказа минимален.

$$q_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2 \times Q \times C_{\text{тр}}}{C_{\text{хр}}}}, \quad (1)$$

где  $q_{\text{опт}}$  — оптимальный размер заказа, ед.;  $Q$  — годовая потребность в запасе, ед.;  $C_{\text{тр}}$  — расходы на доставку одной единицы запаса, руб.;  $C_{\text{хр}}$  — расходы на хранение одной единицы запаса, руб.

Модель в данном виде рационально использовать в стабильных и предсказуемых экономических условиях. Она не учитывает изменение цен при заказах в будущих периодах, что в условиях нестабильной рыночной ситуации может быть критическим. Для промышленных предприятий учет такого рода факторов является необходимым условием по ряду причин:

- большой объем заказа;
- низкая частота заказов;
- высокая закупочная цена материалов и сырья.

Так, в 2020 году цены на российском рынке к концу года выросли<sup>1</sup>:

- на трубный металлопрокат российского производства на 6–8 %;
- на листовую металлопрокат российского производителя на 30–35 %;
- на круглый металлопрокат российского производителя на 25–30 %.

Такой рост цен заставляет промышленные предприятия обращать особое внимание на размеры заказов, чтобы минимизировать влияние роста цен материалов на себестоимость продукции.

В условиях действия непредсказуемых факторов внешней среды (высокий уровень риска и неопределенности), когда рост цен определяется в большей степени геополитическими факторами, которые обусловлены санкциями и резким падением спроса на рубль, а выстроенные логистические связи перестают существовать и новые поставщики не всегда способны обеспечить прежний уровень соотношения качества и цены, предприятиям следует научиться прогнозировать возможные изменения в будущем и адаптировать систему управления запасами к реалиям времени. Пассивно ожидая реализацию проекта импортозамещения и государственных льгот, высок риск банкротства предприятий. Поэтому компаниям необходимо внедрять новые подходы к управлению и модернизировать старые, в том числе с использованием методов системного анализа.

Исходя из вышеизложенного, на наш взгляд, модель (1) следует дополнить показателями, отражающими рост цен на доставку единицы запаса и рост цен на единицу запаса. Так как рост цен на сам запас и на его доставку может иметь разный темп (особенно в условиях диспаритета цен), предлагается использование двух формул. Одна будет учитывать изменения только цены доставки, вторая общее изменение цен в будущем — (2) и (3), соответственно:

$$q'_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2 \times Q \times (C_{\text{тр}} \times (1 + \frac{K_{\text{тр}}}{100\%}))}{C_{\text{хр}}}}, \quad (2)$$

где  $q'_{\text{опт}}$  — оптимальный размер заказа с учетом роста цен на доставку в будущем периоде, ед.;  $K_{\text{тр}}$  — ожидаемый рост цен на доставку в будущем периоде, %.

$$q''_{\text{опт}} = 2 \times q'_{\text{опт}} - \frac{q'_{\text{опт}}}{1 + \frac{K_{\text{общ}}}{100\%}}, \quad (3)$$

где  $q''_{\text{опт}}$  — оптимальный размер заказа с учетом общего роста, ед.;  $K_{\text{общ}}$  — ожидаемый общий рост цен в будущем периоде, %.

Формулы (2) и (3) кроме допущений классической модели Уилсона, также имеют свои: значительный рост цен между периодами заказов (от 5 %) или значительное сокращение цен (от 5 %). В случае ожидаемого сокращения цен оптимальный размер заказа будет сокращен с расчетом на покупку по более выгодным ценам будущих периодов.

Следует отметить, что предлагаемый расчетный подход является универсальным для всех отраслей, так как материальные запасы формируются при множестве видов деятельности, включая промышленное производство, строительство и торговлю.

В условиях динамичного роста цен на материалы предлагаем на основе формулы Уилсона (оптимальный размер партии заказа), а также предложенных формул (2) и (3) следующий разработанный нами алгоритм принятия решения по оптимальному размеру закупки с учетом изменения цен на закупку и доставку единицы запасов (рис. 1).

На рисунке 1 представлена следующая дополнительно введенная система переменных:

$C_{\text{хр}}^1$  — рост расходов на хранение  $q_{\text{опт}}$  количества запаса;

$C_{\text{хр}}^2$  — рост расходов на хранение  $q'_{\text{опт}}$  количества запаса;

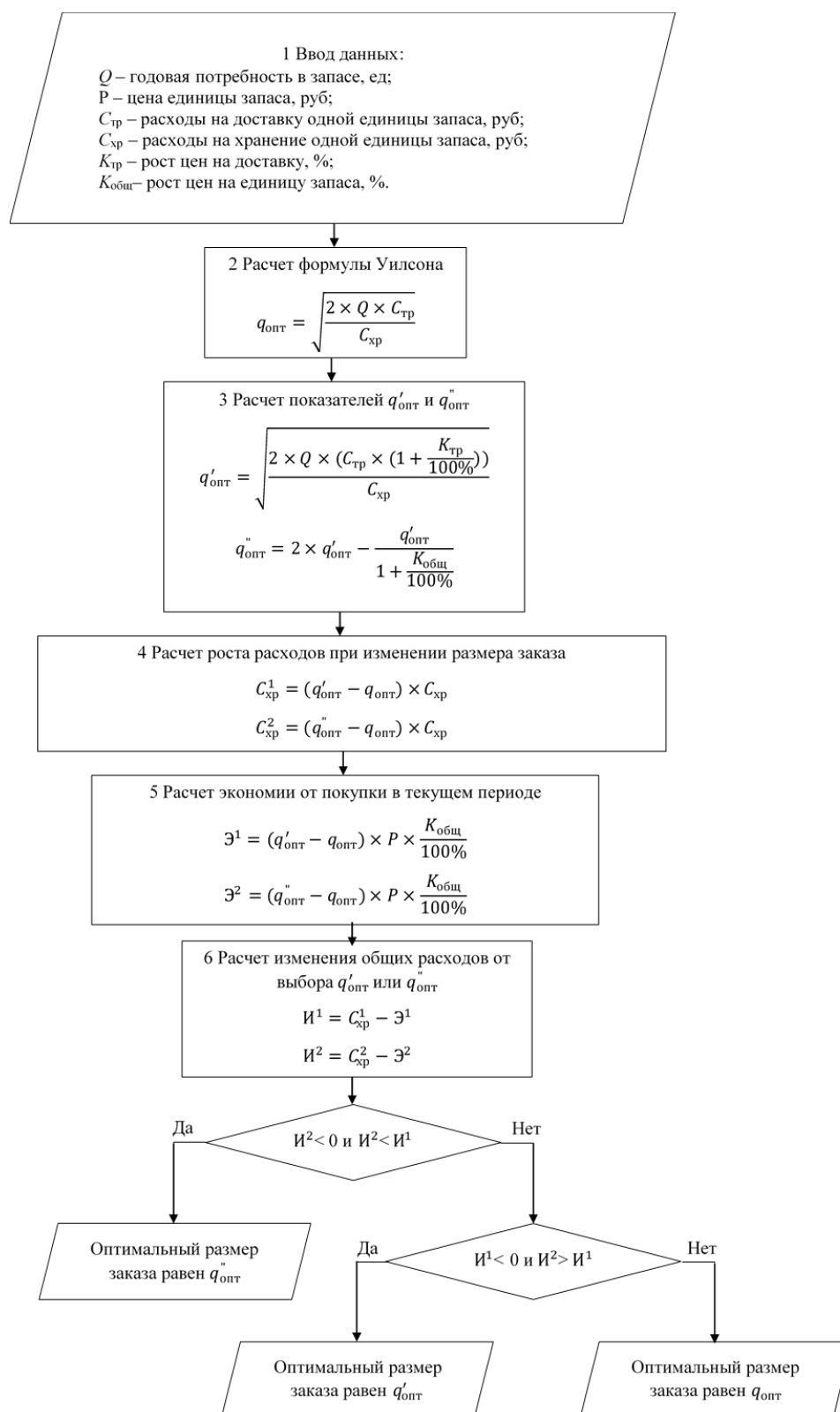
$\text{Э}^1$  — экономия от покупки  $q'_{\text{опт}}$  количества запаса в текущем периоде;



$\mathcal{E}^2$  — экономия от покупки  $q''_{\text{опт}}$  количества запаса в текущем периоде;

$\mathcal{I}^1$  — изменение общих расходов от выбора  $q'_{\text{опт}}$  количества запаса;

$\mathcal{I}^2$  — изменение общих расходов от выбора  $q''_{\text{опт}}$  количества запаса.



**Рисунок 1.** Алгоритм анализа данных и расчета оптимального размера заказа (разработано авторами)

Проведем апробацию предлагаемого алгоритма. На первом шаге необходимо определить коэффициенты ожидаемого роста цен. Для этого можно воспользоваться одним из двух возможных способов.

1. Прогнозирование роста цен по данным прошедших периодов (рис. 2).

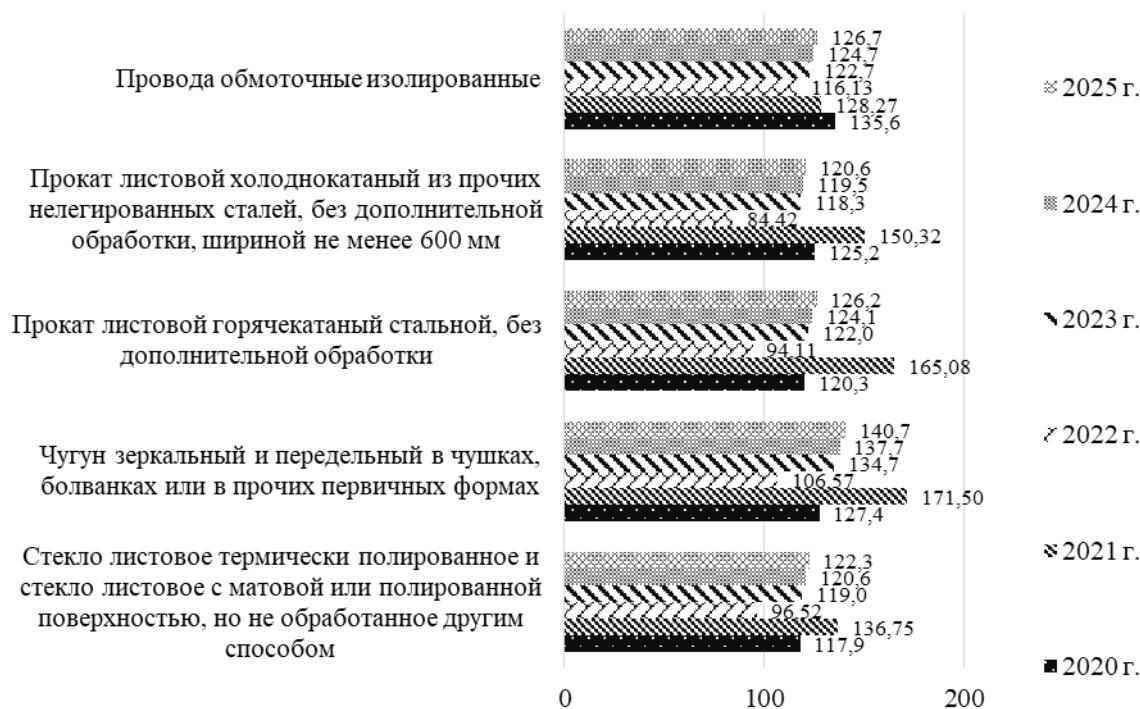


Рисунок 2. Индексы цен производителей на отдельные виды промышленных товаров<sup>1</sup>

Прогноз выполнен на основе данных периода 2011–2022 гг. с применением уравнения линейной регрессии вида  $y = tx + b$ . Возможно использование и других методов прогнозирования.

2. Экспертная оценка.

Определение величины роста цен с применением математико-статистических и экспертных подходов в совокупности.

Для реализации алгоритма предположим, что отделу закупок предприятия необходимо рассчитать оптимальный размер заказа на два ключевых запаса, для которых известны ряд параметров. Тогда с помощью MS Excel можно провести расчеты, результаты которого представлены в таблице 3. За аналог Запаса 1 взят прокат листовой холоднокатаный из прочих нелегированных сталей без дополнительной обработки шириной не менее 600 мм, рост цен на который составил более 15 % в год. За аналог Запаса 2 — щебень, рост цен на который не превышал 7 % в год [5]. Цены запасов взяты по данным за 2019 год. В таблице 3 цветом выделены фактические данные.

Как видно из таблицы 3, предложенный алгоритм показал свою эффективность для Запаса 1 и неэффективен для Запаса 2. Таким образом, эффективность применения алгоритма зависит от соотношения закупочной цены и величины ожидаемого роста цен. В зависимости от сочетания данных показателей будет наблюдаться различная эффективность использования данного алгоритма. Так, закупочная цена Запаса 1 составила 40 251 руб., а рост цен 18 %, в то время как закупочная цена Запаса 2 значительно ниже — 552 руб. и рост цен 2 %.



Таблица 3

Реализация расчета данных по разработанному алгоритму

№	Параметр	Запас 1	Запас 2
1	Годовая потребность в запасе	30	20000
2	Расходы на хранение одной единицы запаса	600	100
3	Расходы на доставку одной единицы запаса	10000	100
4	Закупочная цена одной единицы запасов	40251	552
5	Оптимальный размер заказа, шт.	31	200
6	Оптимальный размер заказа, руб.	1247781	110400
7	Ожидаемая рост стоимости на данный вид запасов, %	18	4
8	Ожидаемый рост стоимости доставки, %	5	1
9	Оптимальный размер заказа (1), шт.	32	200
10	Оптимальный размер заказа (2), шт.	36	207
11	Расходы на хранение (1)	600	0
12	Расходы на хранение (2)	3000	700
13	Экономия (1)	7245,18	0,00
14	Экономия (2)	36225,90	154,56
15	Изменение расходов при использовании оптимального размера запасов с учетом роста цен на доставку	-6645,18	0,00
16	Изменение расходов при использовании оптимального размера запасов с учетом общего роста цен	-33225,90	545,44
17	ИТОГО: оптимальный размер заказа	36	200

Разработано авторами

Следует также отметить, что на эффективность влияет годовая потребность в запасе. Так, годовая потребность Запаса 1 составила 30 тонн, в то время как годовая потребность Запаса 2 значительно выше — 20 000 м<sup>3</sup>. Но это не означает, что эффективность алгоритма будет всегда расти при сокращении потребности в запасе. Как отмечалось выше, эффективность зависит от сочетания всех показателей.

Данный алгоритм полностью автоматизирован с использованием возможностей Excel. Вручную необходимо заполнить только столбцы с входными данными (1, 2, 3, 4, 7, 8). Чтобы автоматизировать процесс принятия решения, в строке 18 таблицы 1 была использована логическая функция ЕСЛИ в MS Excel. В дальнейшем возможна полная автоматизация расчетов форм Excel с применением макросов.

### Заключение

Исходя из проведенной апробации и анализа полученных данных, можно сделать вывод, что для Запаса 1 наиболее эффективным будет определение размера заказа с учетом общего роста цен, а для Запаса 2 — применение стандартной модели расчета оптимального заказа. Это объясняется различием в частоте заказов.

Таким образом, предложенный алгоритм позволяет оптимизировать управление запасами таким образом, что достигается сокращение совокупных расходов, связанных с закупкой материалов, что в целом повышает благосостояние предприятия.

Чтобы определить адекватность и применимость предложенного алгоритма воспользуемся методом экспертной оценки. Роль данного метода заключается в получении независимого субъективного мнения каждого эксперта по поставленным вопросам, показателям или критериям и обобщении их мнений для получения объективной оценки объекта анализа.

Для проведения экспертной оценки нами были выбраны эксперты — специалисты отдела закупок предприятий различных отраслей, так как проблема управления запасами является актуальной для многих видов деятельности. Всего в качестве экспертов выступало пять человек. Оценку алгоритма предлагается осуществлять по формуле [16]:

$$K_n = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (a_j b_{ij}) / mn \rightarrow 1, \quad (4)$$

где  $K_n$  — уровень эффективности предлагаемого алгоритма;  $i$  — 1, 2, ...,  $n$  — количество экспертов;  $j$  — 1, 2, ...,  $m$  — количество оцениваемых параметров;  $a_j$  — весомость  $j$ -го параметра;  $b_{ij}$  — оценка  $i$ -м экспертом  $j$ -го параметра по пятибалльной системе;  $mn$  — максимально возможное количество баллов, которое может получить оцениваемое предприятие.

Были установлены следующая шкала критериев оценки для экспертов адекватности применения алгоритма:

- не выражено — 1 балл;
- выражено слабо — 2 балла;
- выражено средне (не сильно и не слабо) — 3 балла;
- хорошо выражено — 4 балла;
- выражено систематически, устойчиво, наглядно — 5 баллов.

**Таблица 4**

**Экспертная оценка эффективности разработанного алгоритма**

Критерии оценки	Весомость показателя	Оценки экспертов					$\sum_j^m (a_j b_{ij})$
		1	2	3	4	5	
1. Актуальность решаемой проблемы	0,20	4	5	3	5	4	4,20
2. Реалистичность результатов	0,25	4	4	4	4	5	5,25
3. Простота внедрения	0,20	5	5	4	4	4	4,40
4. Доступность необходимых данных	0,20	3	4	3	5	4	3,80
5. Степень автоматизации	0,15	5	5	4	5	5	3,60
Итого	1,00	4,2	4,6	3,6	4,6	4,4	0,85

*Разработано авторами*

В таблице 4 представлены промежуточные и итоговые результаты экспертной оценки предлагаемого алгоритма.

В итоге получили уровень эффективности предложенного алгоритма:  $K_n = 0,85$  или 85 % из максимального значения 100 %. Это свидетельствует о высоком уровне применимости предлагаемого подхода.

Таким образом, использование предложенного алгоритма может способствовать минимизации рисков при закупках материалов, необходимых для производства, что обеспечит эффективную бесперебойную деятельность предприятий даже в условиях нестабильной внешней среды.

**Выводы**

На современном этапе появляется выраженная необходимость модернизации системы планирования и управления, совершенствования используемых логистических подходов для эффективного функционирования предприятий реального сектора экономики. С данной целью в сфере управления запасами все большее распространение находят методы системного

анализа, которые хорошо соотносятся с задачами управления запасами. Ситуация, развивающаяся в мире и в России дает основания говорить о предстоящих, а, возможно, уже начавшихся, фазах спада и рецессии, что мотивирует предприятия внедрять современные методы и модели в различные процессы их деятельности.

Одной из математических моделей, применимых для повышения эффективности управления запасами является модель Уилсона или модель EOQ, которая позволяет определить оптимальный размер заказа. Нами была проведена ее модификация посредством введения показателей, отражающих рост цен на доставку единицы запаса и рост цен на единицу запаса. Так как рост цен на сам запас и на его доставку может иметь разный темп (особенно в условиях диспаритета цен), предлагается использование двух формул, которые органично внедрены в разработанный алгоритм интеллектуального анализа данных для определения оптимального размера заказа, который полностью автоматизирован с использованием возможностей MS Excel.

Таким образом, предложенный, апробированный и оцененный экспертами алгоритм позволяет оптимизировать управление запасами таким образом, что достигается сокращение совокупных расходов, связанных с закупкой материалов, что в целом повышает эффективность работы предприятия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Неседов, П.О. Место и тенденции развития машиностроения в структуре промышленности РФ / П.О. Неседов // Экономический форум: сборник статей V Международной научно-практической конференции, Пенза, 15 июня 2022 года. — Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. — С. 130–135.
2. Огородников, П.И. Некоторые аспекты теоретико-методологических основ логистики: понятия, классификации, экономико-математические методы, модели и инструментальные средства обеспечения принятия управленческих решений / П.И. Огородников, Н.В. Спешилова, П.О. Неседов // Экономика и предпринимательство. — 2022. — № 4(141). — С. 1421–1426. — DOI 10.34925/EIP.2022.141.4.269. — EDN GSYZAB.
3. Николаев, В.В. Повышение эффективности управления запасами в кризисных условиях / В.В. Николаев // Экономический вектор. — 2022. — № 2(29). — С. 38–43.
4. Спешилов, Е.А. Оптимизация логистических решений транспортными компаниями посредством использования математического и программного инструментария / Е.А. Спешилов // Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции «Внедрение результатов инновационных разработок: проблемы и перспективы» (Киров, 29 июня 2021 года). — Издательство: Общество с ограниченной ответственностью «Агентство международных исследований» (Уфа), 2021. — С. 61–65.
5. Сибирко, И.В. Системный подход к управлению логистическими бизнес-процессами в цепях поставок [Электронный ресурс] / И.В. Сибирко, А.Л. Зотов // Экономика, управление, финансы: материалы VIII Междунар. науч. конф. (г. Краснодар, февраль 2018 г.). — Краснодар: Новация, 2018. — С. 159–161. — URL: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/264/13739/>.

6. Пономарева, Е.Н. Виды логистики / Е.Н. Пономарева // Материалы Международной научно-практической конференции «Наука сегодня: теоретические и практические аспекты», Москва, 31 мая 2015 года / Научный центр «Олимп». — Москва: Издательство «Перо», 2015. — С. 418–422.
7. Часовской, Е.Г. Понятие и сущность логистики / Е.Г. Часовской // Материалы Международной научно-практической конференции «Наука сегодня: теоретические и практические аспекты», Москва, 31 мая 2015 года / Научный центр «Олимп». — Москва: Издательство «Перо», 2015. — С. 572–575.
8. Шилов, А.В. Понятие и функции складской логистики / А.В. Шилов, О.А. Печенкина // Альманах мировой науки. — 2017. — № 3-1(18). — С. 134–135.
9. Зайцева, И.В. Экономико-математическое моделирование минимизации общих затрат в управлении запасами / И.В. Зайцева, О.А. Малафеев, Д.Н. Резеньков [и др.] // Фундаментальные исследования. — 2021. — № 2. — С. 18–22. — DOI 10.17513/fr.42960. — EDN IGKBYM.
10. Лукиных, А. Организационный механизм реализации оптимизационных решений в логистике снабжения промышленных предприятий / А. Лукиных // Бенефициар. — 2019. — № 49. — С. 19–22.
11. Кулик, В.Б. Цифровое планирование в сбытовой и закупочной логистике / В.Б. Кулик // Материалы XVI Международной научно-практической конференции «Логистика — евразийский мост», Красноярск-Енисейск, 28 апреля — 01 мая 2021 года. — Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. — С. 72–78.
12. V.N. Shepel, N.V. Speshilova, M.V. Kitaeva (2019). Technology Of Management Decision-Making At Industrial Enterprises In The Digital Economy // International Scientific Conference "Global Challenges and Prospects of the Modern Economic Development" (Samara State University of Economics, Samara, Russia 06–08 December 2018). — The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS — VOLUME LVII — GCPMED 2018. — P. 1520–1531 — URL: <https://www.futureacademy.org.uk/files/images/upload/GCPMED%202018F155.pdf> — doi: <https://dx.doi.org/10.15405/epsbs.2019.03.155/>
13. Рязанцева, А.А. Возможности анализа цикличности развития экономики на примере России / А.А. Рязанцева // Экономика и бизнес: теория и практика. — 2020. — № 5-2(63). — С. 138–142. — DOI 10.24411/2411-0450-2020-10444. — EDN WFJUFZ.
14. Трипкош, В.А. Модельное представление организации грузопотоков транспортной компании в рамках реализации логистической стратегии / В.А. Трипкош, Е.А. Спешилова // Сборник материалов X всероссийской конференции с международным участием «Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии» (Оренбург, 18–19 ноября 2021 года). — Издательство: Оренбургский государственный университет (Оренбург), 2021. — С. 385–389.
15. Воронченко, Т.В. Современные методы анализа и управления запасами предприятия / Т.В. Воронченко // Экономический анализ: теория и практика. — 2010. — № 6(171). — С. 33–39. — EDN KZDTJN.
16. Данелян, Т.Я. Формальные методы экспертных оценок [Электронный ресурс] / Т.Я. Данелян // Статистика и экономика. — 2015. — № 1. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formalnye-metody-ekspertnyh-otsenok> (дата обращения: 08.02.2023).

**Speshilov Evgeny Alekseevich**

Orenburg State University, Orenburg, Russia  
Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences  
Orenburg branch, Orenburg, Russia  
E-mail: [evgenij.sp@mail.ru](mailto:evgenij.sp@mail.ru)

RSCI: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=1129819](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=1129819)

**Nesedov Pavel Olegovich**

Orenburg State University, Orenburg, Russia  
E-mail: [nespavelo@gmail.com](mailto:nespavelo@gmail.com)

RSCI: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=1157512](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=1157512)

## **Algorithmization of data mining to optimize the process of inventory management at the enterprise in conditions of uncertainty**

**Abstract.** Currently, in conditions of increasing uncertainty of external economic and geopolitical factors, approaches based on digitalization of analytical processes associated with their intellectualization through the use of mathematical tools are used to make effective management decisions at enterprises. Planning of a wide range of issues regarding the functioning of enterprises in the short term, and especially in the long term, depends on the reliability and relevance of the analytical material. The purpose of the study was to develop a data analysis algorithm for inventory management at an industrial enterprise adapted to the current conditions caused by the uncertainty of a number of identified factors. The article presents an analysis of the state of industry in Russia for 2017–2021. The dynamics of the price index for hotel types of economic activity is given, the pattern of changes in the number of industrial enterprises is reflected. The forecast of the price index for individual industries for 2025 is graphically presented. The main problems faced by the branch of Russian industry are identified and a brief description of their impact on the development of industrial enterprises is given. The applicability of system analysis methods for solving inventory management problems is substantiated. The composition of the Economic ordering quantity model is analyzed and the need for its modernization is argued, taking into account the effects of environmental uncertainty factors to determine the optimal order size. The authors propose a data mining algorithm designed to calculate the optimal order quantity based on a modified Wilson formula with the described assumptions and constraints. The approbation of the calculation based on it is presented. To substantiate the correctness and applicability of the algorithm, a comparison of real and calculated data is given, an expert assessment is carried out on the relevance and possibility of its implementation at industrial enterprises in order to reduce risks when making managerial decisions in terms of warehouse logistics, in particular in inventory management.

**Keywords:** warehouse logistics; management solutions; algorithm; data mining; optimization of inventory management; mathematical methods and models; digitalization of the economy