

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 33

DOI: 10.22227/1997-0935.2024.2.307-314

Методы прогнозирования запасов строительных материалов во время поставок

Юлия Александровна Лаамарти¹, Евгений Геннадьевич Дедов²,
Ольга Юрьевна Крамлих²

¹ Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финуниверситет);
г. Москва, Россия;

² Смоленский филиал Финансового университета при Правительстве
Российской Федерации (Смоленский филиал Финуниверситета); г. Смоленск, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Динамичное развитие розничной торговли строительными материалами повышает требования к своевременным поставкам товаров на склады магазинов. Устоявшиеся классические алгоритмы ориентированы на расчет целевого товарного запаса посредством учета истории продаж, которая характеризует реальный спрос, потому что подвержена искажениям, вызванным влиянием маркетинговых акций, дефицитом товарных запасов и аномальными продажами. В таких условиях прогнозировать товарные запасы посредством классического алгоритма некорректно. Эволюция методов прогнозирования характеризуется смещением акцента со спроса на товары к управлению товарными запасами. По этой причине необходимо развивать практику моделирования заказов поставщикам строительных материалов. В свою очередь возникает проблема прогнозирования поставок запасов строительных материалов. Цель исследования — оценка возможностей существующих способов прогнозирования запасов строительных материалов конкретной группы во время поставок. Задачи — анализ возможностей имеющихся методов прогнозирования для управления запасами товаров, проведение необходимых статистических расчетов по прогнозированию товарных запасов.

Материалы и методы. Применялись методы теоретического анализа научной литературы, анализ статистических данных и сравнительный анализ, метод вычисления среднеквадратической ошибки моделирования RMSE, метод Хольта и имитационное моделирование.

Результаты. На основе среднеквадратической ошибки моделирования RMSE установлен размер ошибки для каждого из проанализированных методов прогнозирования товарных запасов.

Выводы. Исходя из расчетов определено, что наиболее оптимальным методом для прогнозирования товарных запасов строительных материалов является метод имитационного моделирования, так как позволяет прогнозировать с наименьшей степенью ошибок.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: строительная логистика, кривая скользящая, имитационное моделирование, строительный бизнес, прогнозирование, метод Хольта

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Лаамарти Ю.А., Дедов Е.Г., Крамлих О.Ю. Методы прогнозирования запасов строительных материалов во время поставок // Вестник МГСУ. 2024. Т. 19. Вып. 2. С. 307–314. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.2.307-314

Автор, ответственный за переписку: Евгений Геннадьевич Дедов, EvgeniyD15@yandex.ru.

Methods of forecasting stocks of construction materials during deliveries

Yulia A. Laamarti¹, Evgeny G. Dedov², Olga Yu. Kramlikh²

¹ Financial University under the Government of the Russian Federation; Moscow, Russian Federation;

² Smolensk branch of Financial University under the Government of the Russian Federation;
Smolensk, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Dynamic development of retail trade in construction materials increases the requirements for timely delivery of goods to store warehouses. Well-established classical algorithms are focused on calculating the target inventory by taking into account the sales history, which characterizes real demand, because it is subject to distortions caused by the influence of marketing campaigns, stock shortages and abnormal sales. Under such conditions, it is incorrect to predict inventories using the classical algorithm. The evolution of forecasting methods is characterized by a shift in emphasis from demand for goods to inventory management. For this reason, it is necessary to develop the practice of modelling orders to suppliers of construction materials. In turn, there is a problem of forecasting the supply of stocks of construction materials. The purpose of the paper is to assess the capabilities of existing methods of forecasting stocks of construction materials of a particular group during deliveries. Research objectives: to analyze the possibilities of existing forecasting methods for the task of inventory management; to carry out the necessary statistical calculations for forecasting inventories.

Materials and methods. Methods of theoretical analysis of scientific literature, statistical data analysis and comparative analysis, method of calculating the root mean square error of modelling RMSE, Holt method and simulation modelling were used for the research tasks.

Results. Based on the root mean square error of the RMSE modeling, the size of the error is established for each of the analyzed inventory forecasting methods.

Conclusions. Based on the calculations, it is determined that the most optimal method for forecasting inventories of construction materials is the method of simulation modelling, since it allows forecasting with the smallest degree of error.

KEYWORDS: construction logistics, sliding curve, simulation modelling, construction business, forecasting, Holt method

FOR CITATION: Laamarti Yu.A., Dedov E.G., Kramlikh O.Yu. Methods of forecasting stocks of construction materials during deliveries. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2024; 19(2):307-314. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.2.307-314 (rus.).

Corresponding author: Evgeny G. Dedov, EvgeniyD15@yandex.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Сложной задачей организации розничной торговли строительными материалами является прогнозирование складских запасов по конкретной товарной группе. Следует учитывать тот факт, что возможность предсказать спрос на конкретный товар зависит от влияния внешних факторов, а также закономерностей функционирования рынка строительных материалов и рынков смежных отраслей, зависящих от строительных материалов. В то же время дефицит сведений по аналогичным периодам не позволяет строительному бизнесу сравнительно точно прогнозировать тенденции продаж стройматериалов.

В данном контексте деятельность строительных маркетплейсов сопряжена с использованием в розничной торговле строительными материалами цифровых технологий для возможности прогнозирования. Одна из таких технологий — «большие данные», отражающие конъюнктуру спроса и предложения за предыдущие периоды. Однако подобная информация чаще всего предназначена для коммерческого применения, крупные компании по продаже стройматериалов ее не предоставляют малому и среднему бизнесу. Сказанное повышает актуальность использования новых методов, позволяющих проанализировать поставки и обосновать соответствующую модель их прогнозирования.

Развитие инновационных технологий в значительной степени усложняет работу предприятий, занятых розничной торговлей строительными материалами. Положительным моментом их применения служат повышение экономической эффективности, полная автоматизация фулфилмента, повышение качества сервиса, обеспечение точности в прогнозировании запасов товаров на складе и уменьшение ошибок в логистике. Требуют адаптации для решения задач строительной логистики существующие методы прогнозирования. Цель статьи — обоснование необходимости использования имитационного моделирования (ИМ) в силу низкого значения ошибки среднеквадратического отклонения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В числе основных методов для проведения исследования применялись анализ научной лите-

ратуры и статистических расчетов, сравнительный анализ, метод вычисления среднеквадратической ошибки моделирования RMSE, метод Хольта и ИМ.

Одним из методов, имеющих базовое значение для логистики, является метод скользящей средней, возможности которого позволяют сглаживать колебания во времени, осуществлять прогнозирование временных рядов и соответственно определять тренды развития динамических рядов. Его основное ограничение — способность к прогнозированию только на краткосрочный период. Недостаток метода заключается в сравнительно большом размере среднеквадратической ошибки.

Метод Хольта обеспечивает экспоненциальное сглаживание параметров α и β на основе субъективного опыта предшествующих прогнозов или посредством прогнозных методов минимизации ошибок. Использование данного метода учитывает такую закономерность, как зависимость последующих значений продаж строительных материалов от предыдущих продаж. Метод отличает сравнительно меньший размер среднеквадратической ошибки.

Высокую точность прогнозирования запасов дает метод ИМ. Его использованием оправдано наиболее низким значением среднеквадратической ошибки моделирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В силу развития цифровых технологий и активного применения их в экономике исследуемая проблема привлекает внимание специалистов и ученых различных отраслей научного знания. Тем не менее стоит признать, что вопросы строительной логистики в научной литературе исследованы в недостаточной степени. Одна из таких проблем — анализ практических возможностей использования методов прогнозирования для оценки запасов строительных материалов, необходимых для управления поставками.

Основная идея заключается в сравнительном анализе методов прогнозирования, в том числе и метода ИМ. Главным критерием оценки для сравнения их прогностических возможностей служит значение среднеквадратической ошибки моделирования RMSE.

Следует подчеркнуть, что к указанной группе проблем проявляют научный интерес зарубежные исследователи [1–11]. Учитывались мнения, представленные в зарубежной учебной литературе^{1,2}.

Обращение к научной литературе показывает, что интерес к этой проблематике растет, имеется также ряд российских исследований [12–20]. Такие переменные, как период времени и величина анализируемого процесса, чаще всего характеризуют временный ряд. Исследователи выделяют следующую закономерность касательно параметров временного ряда: время является зависимой переменной, в то время как параметр величины анализируемого процесса — зависимый. Принцип применения метода основывается на статистических наблюдениях, позволяющих оценить динамику показателя, уточнить его тренд, а также экстраполировать его с целью прогнозной оценки закономерностей и трендов его развития в будущем. Согласно справедливому замечанию Ю.В. Лажауникас и О.С. Кочегарова, существуют некоторые ограничения, не позволяющие широко применять этот метод в прогнозных исследованиях, согласно которым метод скользящей средней дает возможность прогнозировать лишь на краткосрочный период. Более подробно ознакомиться с формулой для вычисления данного показателя можно в совместной публикации авторов [14].

Для иллюстрации принципа использования формулы расчетов за основу возьмем пример деятельность маркетплейса для строительного бизнеса Леруа Мерлен по продаже конкретного образца строительного материала за период ноябрь–декабрь. Наглядно данные продемонстрированы в табл. 1. Важное уточнение — факт снижения объема продаж, потому что закончилась акция Black Friday.

Для оценки эффективности прогноза посредством скользящей средней следует поделить выборку на фактическую и прогнозную, и использовать формулу, предложенную Ю.В. Лажауникас и О.С. Кочегаровой [1].

Важно обратить внимание на то обстоятельство, что не хватает среднего значения на первом и последнем временном интервале, что немало важно для применения скользящей средней. Компенсировать этот недостаток позволит определение среднеквадратической ошибки моделирования RMSE, расчет которой дает возможность установить, что размер ошибки для скользящей средней будет составлять более 20,6 % на ближайшие 7 дней на основе данных за 21 день.

¹ Bontempi G., Taieb S.B., Borgne Y.L. Machine Learning Strategies for Time Series Forecasting // European Business Intelligence Summer School. 2012.

² Bontempi G., Taieb S.B., Borgne Y.L. Machine Learning Strategies for Time Series Forecasting // Business Intelligence. Lecture Notes in Business Information Processing. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013. Vol. 138.

Другим методом, позволяющим прогнозировать запасы строительных материалов, является метод Хольта, суть которого сводится к экспоненциальному сглаживанию параметров α и β на основе субъективного опыта предшествующих прогнозов или посредством прогнозных методов минимизации ошибок. При расчетах следует учитывать закономерности: при больших параметрах значений будет наблюдаться быстрый отклик на наблюдаемые перемены; при минимальных параметрах будет относительно гладкая динамика прогноза.

Так же, как и в предыдущих случаях, выборка делится на прогнозную и тестовую. Определение среднеквадратической ошибки моделирования RMSE позволяет установить, что размер ошибки для метода экспоненциального сглаживания (метод Хольта) будет составлять более 9,16 % на ближайшие 7 дней на основе данных за 21 день.

Применение следующего метода для прогнозирования запасов строительных материалов основывается на вычислении с помощью уравнений авторегрессии, учитывающем данные о предыдущих продажах. Использование этого метода учитывает такую закономерность, как зависимость последующих значений продаж строительных материалов от предыдущих продаж. Уравнение авторегрессии для прогнозирования запасов строительных материалов имеет вид:

$$Y_t = c + \varepsilon_t + \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \alpha_3 Y_{t-3}, \quad (1)$$

где Y_t — продажи за период t ; c — постоянная величина, которая всегда прибавляется к прогнозу; ε_t — случайная компонента (белый шум) в период t ; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ — коэффициенты влияния продаж в прошлые периоды.

Следует учитывать при использовании этого метода тот факт, что выбор порядка регрессии зависит от сферы использования метода, математической компетентности специалиста, применяющего формулу, а также от сезонных закономерностей, качества выборки и других показателей. Также установлено, что высокий порядок регрессии не во всех случаях обеспечивает высокую точность прогноза. Безусловно, учет большого количества временных периодов будет способствовать повышению точности прогноза. Тем не менее не в каждом временном периоде данные могут быть «чистыми». Подобные выбросы могут учитываться регрессионной моделью и влиять на качество прогноза. В силу высокой степени вероятности влияния случайных компонентов в ряду продаж строительных материалов целесообразно проиллюстрировать вычисление с помощью уравнений авторегрессии на примере других данных (рис. 1, 2)^{3,4} [1, 14, 15].

³ Повышаем прибыль торговых компаний с размерами от одного склада до федеральных сетей // Forecast NOW. URL: <https://fnow.ru>

⁴ Почему мы не считаем MAPE, RMSE и другие математические ошибки при прогнозировании спроса // Forecast NOW. URL: https://fnow.ru/articles/forecasting_error

Табл. 1. Данные о продажах товара аккумуляторная болгарка за ноябрь–декабрь 2022 г.⁵

Table 1. Data on sales of the product battery grinder for November–December 2022⁵

Дата Date	Заказы Orders	Дата Date	Заказы Orders
21 ноября November 21	156	5 декабря December 5th	65
22 ноября November 22	135	6 декабря December 6th	57
23 ноября November 23	138	7 декабря December 7th	56
24 ноября November 24	158	8 декабря December 8th	72
25 ноября November 25	168	9 декабря December 9th	89
26 ноября November 26	144	10 декабря December 10th	86
27 ноября November 27	181	11 декабря December 11th	99
28 ноября November 28	149	12 декабря December 12th	84
29 ноября November 29th	157	13 декабря December 13th	88
30 ноября November 30th	152	14 декабря December 14th	116
1 декабря December 1st	30	15 декабря December 15th	118
2 декабря December 2nd	38	16 декабря December 16th	113
3 декабря December 3rd	59	17 декабря December 17th	113
4 декабря December 4th	66	18 декабря December 18th	128

⁵ Леруа Мерлен. URL: <https://leroymerlin.ru/>

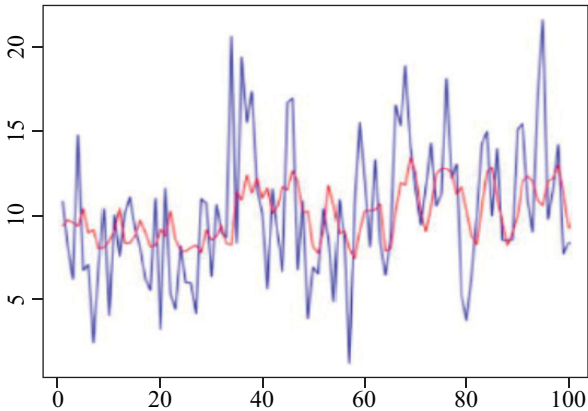


Рис. 1. Авторегрессия восьмого порядка. Временной интервал составляет 100 дней⁶

Fig. 1. Autoregression of the eighth order. The time interval is one hundred days⁶

⁶ Forecas NOW. URL: <https://fnow.ru>

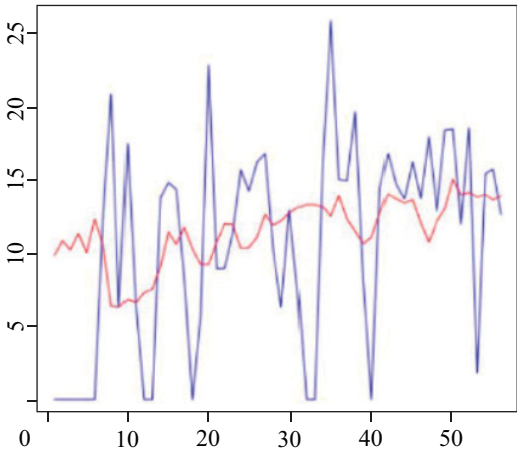


Рис. 2. Сравнение прогнозных и фактических данных (период прогнозирования на 50 дней)⁶

Fig. 2. Comparison of forecast and actual data (50-day forecast period)⁶

Сравнительный анализ порядков авторегрессии по критерию величины ошибки показывает, что именно восьмой порядок следует признать в качестве оптимального при иллюстрации данных. При этом крайне важным является подбор своего порядка и коэффициентов для каждого отдельного набора данных. Сравнительный анализ точности порядков продемонстрирован в табл. 2.

Табл. 2. Сравнительный анализ модели и ошибок прогноза строительных материалов, %

Table 2. Comparative analysis of the model and forecast errors of construction materials, %

Ошибка прогноза Forecast error	Порядок модели Model order
7,1126	1
7,1692	2
7,0793	4
7,0371	6
6,9600	7
6,9618	8
7,0216	13
7,0380	14
7,0385	15
7,3546	28
7,4529	32

Анализ данных (табл. 2) показывает, что для авторегрессии 8-го порядка значение ошибки прогнозирования RMSE не превышает 6,96 %, т.е. более точное по сравнению с предыдущими методами.

Для задач прогнозирования складских запасов строительных материалов также можно сравнить с предыдущими методами возможности имитационного моделирования, позволяющего посредством псевдослучайных величин имитировать процесс управления запасами строительных материалов⁷. С помощью этого метода можно и протестировать влияние нововведений на этот процесс, и получить широкую номенклатуру данных, необходимых для анализа. Чтобы использовать метод ИМ на практике, следует определить коэффициент вариации по формуле:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}},$$

(2)

где v — коэффициент вариации; σ — среднеквадратическое отклонение; $\bar{x}$ — среднее значение количества продаж стройматериалов.

Получив значения необходимых величин и применив формулу, был вычислен коэффициент вариации:

⁷ Методы прогнозирования спроса и управления запасами. Их преимущества и недостатки. Вебинар // YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=R1sDMF7GX9Y>

$$v = \frac{47,09}{112,4} = 0,419.$$

На основе индикаторов и критериев установлено, что придется работать со случайными величинами, которые подчинены гамма-распределению. В таком случае расчет ежедневного количества заказов будет производиться по следующей формуле:

$$x_i = -\frac{1}{\lambda} \sum_{j=1}^{\eta} \ln(1 - \xi_j),$$

(3)

где x_i — имитируемое значение количества заказов; λ, η — вычисляемые коэффициенты; ξ_j — случайная величина, распределенная равномерно.

Далее необходимо вычислить параметры η и λ , которые определяются по формулам:

$$\eta = \frac{1}{\sqrt{v}};$$

(4)

$$\lambda = \frac{x}{\sigma^2}.$$

(5)

Вычисления позволили установить следующие значения параметров η и λ :

$$\eta = \frac{1}{0,419^2} = 5,7 \approx 6;$$

$$\lambda = \frac{112,4}{47,09^2} = 0,05.$$

Далее следует смоделировать процесс расхода запасов строительных материалов. Необходимо учитывать, что среднее время поставки T_n составляет 10 дней, а страховой запас Q_s не превышает 2000 изделий. Данные расчетов по моделированию расхода запасов строительного товара представлены в табл. 3.

Данные табл. 3 дают возможность прийти к выводу о том, что дефицит строительного товара наступает ближе к 16 дню продаж. Такой вывод сделан на основе 30 итераций, а для достоверности их нужно минимум 50 тысяч. Полученная таблица позволяет с высоким уровнем точности определить размер страхового запаса, необходимого для обеспечения должного уровня торгового сервиса.

Установлено, что при фиксированном уровне запасов строительного товара и фиксированном времени поставки растет возможность обеспечения уровня сервиса до 93,4 % (значение среднеквадратической ошибки моделирования RMSE не превышает уже 6,6 %). Аналогично можно прогнозировать и другие величины (время поставки строительных товаров на склад и др.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подведение итогов позволяет сделать вывод о том, что в процессе прогнозирования запасов стро-

Табл. 3. Моделирование расхода запасов строительного товара

Table 3. Modelling of inventory consumption of construction goods

День, номер Day, number	Случайное число ξ_i Random number ξ_i	Значение потребления x_i Consumption value x_i	Размер остатка Residue size
...			...
15	0,99	542	495,10
16	0,71	147	-47,31
17	0,17	23	-193,99
18	0,62	116	-216,51
....			

ительных материалов важно учитывать связь между зависимыми (время) и независимыми переменными (величина запаса). Установлено, что существующие методы прогнозирования отличает ряд ограничений, связанных с периодом прогнозирования. Оценка возможностей методов показывает, что на качество прогнозирования влияние оказывает учет разного рода закономерностей, проявляющихся при расчетах прогнозов, количества временных рядов, качества выборки, компетентности специалистов.

В результате проведенного исследования на основе критерия среднеквадратической ошибки моделирования RMSE был произведен сравнительный

анализ методов прогнозирования и факторов, ограничивающих их использование. Следует признать, что для задач прогнозирования запасов строительных материалов эти методы имеют важное значение. Определено, что для эффективного прогнозирования запасов строительных материалов и спроса на них целесообразно применять имитационное моделирование в силу низкого значения ошибки среднеквадратического отклонения, избегая при этом финансовых потерь. Применение стандартных методов позволяет эффективно прогнозировать запасы строительных материалов и товаров на короткий временной интервал.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Богдасаров М.А., Шешко Н.Н., Маевская А.Н. Методические подходы к прогнозированию и оценке ресурсов минерального строительного сырья // Литасфера. 2021. № 1 (54). С. 138–146.

2. Пандас А.В., Дячук К.С. Аналіз методик прогнозування кон'юнктури будівельного ринку // Молодий вчений. 2018. № 3. С. 359–362.

3. Aktepe A., Yanik E., Ersöz S. Demand forecasting application with regression and artificial intelligence methods in a construction machinery company // Journal of Intelligent Manufacturing. 2021. Vol. 32. Pp. 1587–1604. DOI: 10.1007/s10845-021-01737-8

4. Augiseau V., Barles S. Studying construction materials flows and stock : a review // Resources, Conservation and Recycling. 2017. Vol. 123. Pp. 153–164. DOI: 10.1016/j.resconrec.2016.09.002

5. Bontempi G., Taieb S.B., Borgne Y.L. Machine learning strategies for time series forecasting // European Business Intelligence Summer School. 2013. Pp. 62–77. DOI: 10.1007/978-3-642-36318-4_3

6. Cheng M., Fang F., Kinouchi T., Navon I.M., Pain C.C. Long lead-time daily and monthly streamflow forecasting using machine learning methods // Journal of Hydrology. 2020. Vol. 590. P. 125376. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2020.125376

7. Ma Q., Shi S., Liang Y. Research on simulation method of material demand forecast // Communications in

Computer and Information Science. 2012. Pp. 345–352. DOI: 10.1007/978-3-642-34396-4_42

8. Mansur A., Triyoso K. Product inventory predictions at small medium enterprise using market basket analysis approach-neural networks // Procedia Economics and Finance. 2012. Vol. 4. Pp. 312–320. DOI: 10.1016/s2212-5671(12)00346-2

9. Shirinov B., Mahas N. Forecasting sales volume in construction companies // Lecture Notes in Civil Engineering. 2023. Pp. 825–830. DOI: 10.1007/978-3-031-17385-1_70

10. Shiha A., Dorra E.M., Nassar K. Neural networks model for prediction of construction material prices in Egypt using macroeconomic indicators // Journal of Construction Engineering and Management. 2020. Vol. 146. Issue 3. DOI: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0001785

11. Thormählen V. Suitability of oracle applications for standard and activity based costing // Vortragsband zur 11. Jahrestagung der DOAG-Konferenz Fellbach 1998, Proceedings. Hrsg : DOAG, Deutsche ORACLE-Anwendergruppe, Stuttgart, 1998. Pp. 164–182.

12. Грицай А.А. Интеллектуальная информационная система прогнозирования потребительского спроса и оптимизации товарных запасов // Программные продукты и системы. 2015. № 4. С. 219–230. EDN VIDCCX.

13. Ефименко А.З., Бездомников Р.В. Моделирование запасов и ритмичных поставок строительных материалов // Вестник МГСУ. 2011. № 1–2. С. 263–267. EDN OUVZQD.

14. Лажсаунинкас Ю.В., Кочегарова О.С. Статистические методы прогнозирования : учебное пособие. Саратов : Амирит, 2017. 64 с.

15. Лопаткина А.А., Бжассо А.А. Анализ эффективности управления запасами организации: методические подходы и его значение в деятельности экономического субъекта // Экономика и бизнес: теория и практика. 2023. № 5–2 (99). С. 85–88. DOI: 10.24412/2411-0450-2023-5-2-85-88. EDN FZPIYE.

16. Мельникова Ю.В. Совершенствование стратегического планирования производства и сбыта подсолнечника на основе прогнозирования рыночной конъюнктуры : дис. ... канд. экономических наук. Саратов, 2017. 216 с. EDN BRBTFT.

17. Новикова Н.Г., Щепина С.В. Факторы, влияющие на эффективность управления запасами в контексте управления конкурентоспособностью торговой компании // Известия Байкальского государственного университета. 2023. Т. 33. № 1. С. 74–83. DOI: 10.17150/2500-2759.2023.33(1).74-83. EDN RTLXNA.

18. Kabanov V.N. Supply volume forecasting of building materials // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 698. Issue 5. P. 055018. DOI: 10.1088/1757-899x/698/5/055018

19. Khaimovich I.N., Didkovskaya O.V. Forecasting of the cost of building materials in a volatile market // The European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. 2022. DOI: 10.15405/epsbs.2022.08.29

20. Makarov S.I., Sevastyanova S.A., Ralyk D.V. Modeling and forecasting of economic indicators for building materials producers // European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. 2020. DOI: 10.15405/epsbs.2020.03.154

Поступила в редакцию 13 ноября 2023 г.

Принята в доработанном виде 27 ноября 2023 г.

Одобрена для публикации 18 декабря 2023 г.

ОБ АВТОРАХ: **Юлия Александровна Лаамарти** — кандидат социологических наук, доцент кафедры менеджмента; **Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финуниверситет);** 125167, г. Москва, Ленинградский пр-т, д. 49/2; РИНЦ ID: 656106, ORCID: 0000-0002-2835-0892; Laamarti@yandex.ru;

Евгений Геннадьевич Дедов — кандидат педагогических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента; **Смоленский филиал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации (Смоленский филиал Финуниверситета);** 214018, г. Смоленск, пр-т Гагарина, д. 22; EvgeniyD15@yandex.ru;

Ольга Юрьевна Крамлих — кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента; **Смоленский филиал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации (Смоленский филиал Финуниверситета);** 214018, г. Смоленск, пр-т Гагарина, д. 22; kramlikh.olga@yandex.ru.

Вклад авторов:

Лаамарти Ю.А. — научное руководство, концепция исследования, развитие методологии, написание исходного текста, итоговые выводы.

Дедов Е.Г. — научное редактирование текста, доработка текста.

Крамлих О.Ю. — доработка текста и итоговые выводы.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Bogdasarov M.A., Sheshko N.N., Maevskaja A.N. Methodological approaches to forecasting and evaluation of mineral resources of construction raw materials. *Lithosphere*. 2021; 1:138-146. (rus.).

2. Pandas A.V., Djachuk K.S. Analysis of methods for predicting construction market conditions. *Young scientist*. 2018; 3:359-362.

3. Aktepe A., Yanik E., Ersöz S. Demand forecasting application with regression and artificial intelligence methods in a construction machinery company. *Journal of Intelligent Manufacturing*. 2021; 32:1587-1604. DOI: 10.1007/s10845-021-01737-8

4. Augiseau V., Barles S. Studying construction materials flows and stock : a review. *Resources, Conservation and Recycling*. 2017; 123:153-164. DOI: 10.1016/j.resconrec.2016.09.002

5. Bontempi G., Taieb S.B., Borgne Y.L. Machine learning strategies for time series forecasting. *European Business Intelligence Summer School*. 2013; 62-77. DOI: 10.1007/978-3-642-36318-4_3

6. Cheng M., Fang F., Kinouchi T., Navon I.M., Pain C.C. Long lead-time daily and monthly streamflow forecasting using machine learning methods. *Journal of Hydrology*. 2020; 590:125376. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2020.125376

7. Ma Q., Shi S., Liang Y. Research on simulation method of material demand forecast. *Communications in Computer and Information Science*. 2012; 345-352. DOI: 10.1007/978-3-642-34396-4_42
8. Mansur A., Triyoso K. Product inventory predictions at small medium enterprise using market basket analysis approach-neural networks. *Procedia Economics and Finance*. 2012; 4:312-320. DOI: 10.1016/s2212-5671(12)00346-2
9. Shirinov B., Mahas N. Forecasting sales volume in construction companies. *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2023; 825-830. DOI: 10.1007/978-3-031-17385-1_70
10. Shiha A., Dorra E.M., Nassar K. Neural networks model for prediction of construction material prices in Egypt using macroeconomic indicators. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2020; 146(3). DOI: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0001785
11. Thormählen V. Suitability of oracle applications for standard and activity based costing. *Vortragsband zur 11. Jahrestagung der DOAG-Konferenz Fellbach 1998, Proceedings. Hrsg: DOAG, Deutsche ORACLE-Anwendergruppe, Stuttgart*. 1998; 164-182.
12. Gricaj A.A. Intelligent information system for forecasting consumer demand and optimizing inventory. *Software Products and Systems*. 2015; 4:219-230. EDN VIDCCX. (rus.).
13. Efimenko A.Z., Bezdomnikov R.V. Modeling of stocks and rhythmical deliveries of building materials. *Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]*. 2011; 1-2:263-267. EDN OUVZQD. (rus.).
14. Lazhauninkas Ju.V., Kochegarova O.S. *Statistical forecasting methods : Study guide*. Saratov, Amirit, 2017; 64. (rus.).
15. Lopatkina A.A., Bzhasso A.A. Analysis of the effectiveness of the organization's inventory management: methodological approaches and its significance in the activities of an economic entity. *Economics and Business: theory and practice*. 2023; 5-2(99):85-88. DOI: 10.24412/2411-0450-2023-5-2-85-88. EDN FZPIYE. (rus.).
16. Mel'nikova Ju.V. *Improvement of strategic planning of sunflower production and marketing based on forecasting market conditions : dis. ... candidate of economic sciences*. Saratov, 2017; 216. EDN BRBTFT. (rus.).
17. Novikova N.G., Shchepina S.V. Factors affecting the efficiency of inventory management in the context of competitiveness management of a trading company. *Proceedings of the Baikal State University*. 2023; 33(1):74-83. DOI: 10.17150/2500-2759.2023.33(1). 74-83. EDN RTLXNA. (rus.).
18. Kabanov V.N. Supply volume forecasting of building materials. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019; 698(5):055018. DOI: 10.1088/1757-899x/698/5/055018
19. Khaimovich I.N., Didkovskaya O.V. Forecasting of the cost of building materials in a volatile market. *The European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*. 2022. DOI: 10.15405/epsbs.2022.08.29
20. Makarov S.I., Sevastyanova S.A., Ralyk D.V. Modeling and forecasting of economic indicators for building materials producers. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*. 2020. DOI: 10.15405/epsbs.2020.03.154.

Received November 13, 2023.

Adopted in revised form on November 27, 2023.

Approved for publication on December 18, 2023.

B I O N O T E S: **Yulia A. Laamarti** — Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor of the Department of Management; **Financial University under the Government of the Russian Federation**; 49/2 Leningradsky ave., Moscow, 125167, Russian Federation; ID RSCI: 656106, ORCID: 0000-0002-2835-0892; Laamarti@yandex.ru;

Evgeny G. Dedov — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Management; **Smolensk branch of Financial University under the Government of the Russian Federation**; 22 Gagarina ave., Smolensk, 214018, Russian Federation; EvgeniyD15@yandex.ru;

Olga Yu. Kramlikh — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Management; **Smolensk branch of Financial University under the Government of the Russian Federation**; 22 Gagarina ave., Smolensk, 214018, Russian Federation; kramlikh.olga@yandex.ru.

Contribution of the authors:

Yulia A. Laamarti — scientific guidance, research concept, development of methodology, writing the source text, final conclusions.

Evgeny G. Dedov — scientific text editing, text revision.

Olga Yu. Kramlikh — revision of the text and final conclusions.

The authors declare that there is no conflict of interest.