

Н.С. Лукашевич¹, Е.Р. Темиргалиев², Т.В. Баранова^{3*}

^{1,2,3} Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

¹lukashevich@spbstu.ru, ²temirg_er@spbstu.ru,
³baranova2.tv@edu.spbstu.ru

¹ Scopus Author ID: 56027472300 ², Scopus Author ID: 57210554385
¹ <https://orcid.org/0000-0001-5719-4844>, ² <https://orcid.org/0000-0001-8892-3640>

Прогнозирование продаж на основе модели Хольта-Уинтерса

Аннотация:

Цель: Апробация модели Хольта–Уинтерса, или тройного экспоненциального сглаживания, используемой для процессов, имеющих тренд и сезонную составляющую, для прогнозирования поставок скоропортящихся товаров на примере цветочной продукции.

Методы: Модель Хольта–Уинтерса, модель ARIMA, подходы к оценке экономической эффективности.

Результаты: Апробированы модели и методы для прогнозирования поставок, проведен расчет прогнозных значений на примере данных по фактическим продажам исследуемой организации. Сравнительный анализ результатов моделирования (прогнозирования) на основе модели Хольта–Уинтерса и модели ARIMA показал, что прогнозирование временных рядов с помощью модели Хольта–Уинтерса имеет достоверные результаты на 99 %, ARIMA имеет более низкие значения точности (от 78 до 99,8 %).

Выводы: Для точного планирования товарных потоков и эффективной логистической координации деятельности предприятия предложена методика составления качественного прогноза с помощью модели Хольта–Уинтерса и ARIMA. На основе проведенного исследования получена математическая модель сокращения затрат на хранение излишнего объема запасов, предложены рекомендации по применению моделей прогнозирования, полученные прогнозные значения использованы для оценки эффекта от внедрения точных методов прогнозирования. Использование модели Хольта–Уинтерса для прогнозирования поставок скоропортящихся товаров на примере цветочной продукции имеет для исследуемой организации положительный экономический эффект, равный порядка 57 % от чистой прибыли по основным позициям цветочной продукции, что достигается за счет снижения затрат на транспортировку, хранение, утилизацию нереализованных запасов.

Ключевые слова: прогнозирование, экономическая эффективность, запасы, модель Хольта–Уинтерса, модель ARIMA.

Введение

Организации, стремящиеся обеспечить устойчивость на рынке и максимально удовлетворить потребительский спрос, необходимо прогнозирование объема продаж. Наиболее остро это ощущается в период, когда формируется единое транспортное пространство, интеграция стран изменяет цепочки поставок. Требуется грамотная логистическая координация предприятия, путем эффективного управления, распределения и пополнения запасов, во избежание ухудшения финансовых показателей.

Внедрение эффективных (точных) методов прогнозирования товарных потоков, использование математических моделей, нивелирование методов экспертных оценок и ошибочного использования методов средних значений поможет поддержать необходимый уровень запаса товара, избегать дефицита и профицита продукции, своевременно пополнять складские запасы. Это позволяет снижать затраты на хранение излишков запасов и потери скоропортящихся запасов ввиду отсутствия спроса.

Обзор литературы

В основе логистической парадигмы лежат методы прогнозирования. Определение метода прогнозирования предлагает американский ученый Э. Янч, как «способ исследования объекта прогнозирования, направленный на разработку прогнозов». Классифицируют методы на интуитивные (основанные на опыте и интуитивно-логическом мышлении) и формализованные (основанные на экономико-математическом прогнозировании, где в качестве результата представляется модель).

Экспоненциальное сглаживание считается одним из самых значимых способов для прогнозирования. Предлагаемая модель достаточно гибкая из-за определенной простоты вычислений и регулированию веса исходных данных. Наблюдения и прогнозы, как правило, являются средневзвешенными

* Автор корреспондент. E-mail: baranova2.tv@edu.spbstu.ru

ми при применении рассматриваемого метода. Особенностью считается тот факт, что вес уменьшается по мере использования.

Модель Хольта-Уинтерса способна найти и обнаружить определенные тренды в краткосрочном периоде с последующим переносом на будущее. ARIMA — интегрированная авторегрессионная модель скользящего среднего. Данный метод дает возможность прогноза показателей, изменяющихся во времени. В модели отсутствует конкретная модель прогнозирования временных показателей, алгоритм самостоятельно может подобрать необходимую модель, опираясь на временные параметры.

Таблица 1. Сравнение моделей и методов прогнозирования

Модель и метод	Достоинства	Недостатки
Регрессионные модели и методы	Простота, гибкость, прозрачность моделирования; единообразие анализа и проектирования	Сложность определения функциональной зависимости; трудоемкость нахождения коэффициентов зависимости; отсутствие возможности моделирования нелинейных процессов (для нелинейной регрессии)
Авторегрессионные модели и методы	Простота, прозрачность моделирования; единообразие анализа и проектирования; множество примеров применения	Трудоемкость и ресурсоемкость идентификации моделей; невозможность моделирования нелинейностей; низкая адаптивность
Модели и методы экспоненциального сглаживания	Простота моделирования; единообразие анализа и проектирования	Недостаточная гибкость; узкая применимость моделей
Нейросетевые модели и методы	Нелинейность моделей; масштабируемость, высокая адаптивность; единообразие анализа и проектирования; множество примеров применения	Отсутствие прозрачности; сложность выбора архитектуры; жесткие требования к обучающей выборке; сложность выбора алгоритма обучения; ресурсоемкость процесса обучения
Модели и методы на базе цепей Маркова	Простота моделирования; единообразие анализа и проектирования	Невозможность моделирования процессов с длинной памятью; узкая применимость моделей
Модели и методы на базе классификационно-регрессионных деревьев	Масштабируемость; быстрота и простота процесса обучения; возможность учитывать категориальные переменные	Неоднозначность алгоритма построения дерева; сложность вопроса останова
<i>Примечание. Составлена авторами</i>		

Методы

Сравнение методов прогнозирования рассматривается на примере цветочной продукции исследуемой организации. В настоящее время организация не использует модели прогнозирования, планирование поставок основывается на сведениях предшествующих кварталов и личного опыта. Недостатком такого подхода является возникновение ситуаций, требующих немедленного вмешательства и дополнительной корректировки, что служит причиной недопоставки и упущенной прибыли. Необходимо применение точного инструмента планирования поставок и прогнозирования продаж. В исследовании предлагается сравнить результаты моделирования (прогнозирования) на основе *модели Хольта–Уинтерса и модели ARIMA*.

Результаты

Конкурентным методом прогнозирования временных рядов является *модель Хольта–Уинтерса, или тройное экспоненциальное сглаживание*, которое применяется для процессов, имеющих тренд и сезонную составляющую по формуле (1)

$$Y(t) = (L(t) + T(t)) \times S(t), \tag{1}$$

где $L(t)$ — сглаженный уровень без учёта сезонной составляющей, формула (2); $T(t)$ — сглаженный тренд, формула (3); $S(t)$ — сезонная составляющая, формула (4); t — длина сезона исследуемого процесса.

$$L(t) = \frac{\alpha \times Y(t)}{S(t-1)} + (1 - \alpha) \times (L(t - 1) + T(t - 1)), \tag{2}$$

$$T(t) = \beta \times ((L(t) - L(t - 1)) + (1 - \beta) \times T(t - 1)), \tag{3}$$

$$S(t) = \frac{\gamma \times Y(t)}{L(t)} + (1 - \gamma) \times S(t - S). \tag{4}$$

Для составления прогноза по модели Хольта—Уинтерса на 2022 год, необходимы данные по продажам за 2020 – 2021 года, представленные в таблице 2.

Таблица 2. Фактический объём продаж по артикулам, шт.

Год	Месяц	Фактический объём продаж по артикулам, шт.				
		3142	3132	3121	3128	3118
2020	1	1585	2328	1893	798	716
	2	2390	2731	2754	971	775
	3	5768	6141	4987	2729	2533
	4	2004	2939	1999	829	574
	5	2890	3188	3171	1648	1451
	6	1023	1837	1874	640	444
	7	1139	946	1932	606	360
	8	908	1553	1432	656	390
	9	4175	4514	2845	1911	1640
	10	1300	1681	1992	789	658
	11	1398	1727	1378	944	800
	12	3590	3300	3 628	1 719	1 683
2021	1	1489	1129	2008	745	831
	2	2250	2715	3123	1025	890
	3	5804	5932	5473	2783	2648
	4	1765	1290	2265	883	689
	5	3804	4875	4093	1702	1566
	6	1367	1483	2230	694	559
	7	980	900	2001	510	475
	8	1123	1597	2301	562	505
	9	4589	4234	5098	1965	1755
	10	1760	1340	2139	843	773
	11	2134	3459	2264	998	915
	12	3 776	4 375	4 663	1 773	1 854

Примечание. Составлена авторами

Произведем расчеты сглаженного уровня без учёта сезонной составляющей, сглаженного тренда, сезонной составляющей и прогноза на 2022 год на примере товара с артикулом 3142

$$L(t) = 2568 \left((0,1 \cdot 3776) / 2419 + (1 - 0,1) \cdot (2419 + 14) \right);$$

$$T(t) = 18 \left(0,025 \cdot (2568 - 2419) + (1 - 0,025) \cdot 14 \right);$$

$$S(t) = 1,42 \left((0,9 \cdot 3776) / 2568 + (1 - 0,9) \cdot 1 \right) \text{ (для 2021 года);}$$

$$Y(t) = 1905 \left(2568 + 18 \right) \cdot 0,74.$$

Представим полученные результаты в виде графика на рисунке 1.



Рисунок 1. Фактические и прогнозные продажи для товара с артикулом 3142

По завершении прогноза составим таблицу показателей по всем рассматриваемым артикулам в таблицу 3.

Таблица 3. Прогноз объемов продаж по модели Хольта-Уинтерса

Год	Месяц	Прогноз объемов продаж по модели Хольта–Уинтерса, шт.				
		3142	3132	3121	3128	3118
2022	1	1905	1341	2790	754	1027
	2	2737	2913	4106	1079	1102
	3	5726	5505	6330	2542	2617
	4	1975	1478	2863	864	794
	5	3762	4521	4695	1472	1591
	6	1585	1630	2772	669	674
	7	1274	1168	2597	548	620
	8	1488	1956	3002	647	683
	9	4788	4562	5853	2011	1940
	10	2059	1740	2757	985	951
	11	2469	3988	2979	1212	1120
	12	3956	4728	5512	2038	2006

Примечание. Составлена авторами

Для оценки прогностических характеристик модели необходимо сравнить фактические и прогнозные значения. Произведем расчеты на примере товара с артикулом 3142 (см. табл. 4).

Расчет точности прогноза осуществляется по формуле $T = (1 - \mu\sigma) \times 100$, где $\mu\sigma$ — среднее отклонение. Расчет ошибки модели — $H = |Y - F|$, где H — ошибка; Y — прогноз по модели Хольта–Уинтерса; F — фактические показатели продаж.

Расчет отклонения ошибки прогнозной модели — $\sigma = H^2 / Y^2$, где σ — отклонение; Y — прогноз по модели Хольта–Уинтерса; H — ошибка модели.

Таблица 4. Оценка точности прогноза продаж товара с артикулом 3142 по модели Хольта–Уинтерса

Период	Фактические продажи, шт.	Прогноз по модели Хольта–Уинтерса, шт.	Ошибка, шт.	Отклонение ошибки прогнозной модели	Точность прогноза, %
01.2021	1489	1601	111,87	0,006	99,0
02.2021	2250	2297	47,19	0,000	
03.2021	5804	4800	1004,46	0,030	
04.2021	1765	1653	111,67	0,004	
05.2021	3804	3145	658,81	0,030	
06.2021	1367	1323	43,53	0,001	
07.2021	980	1063	82,89	0,007	
08.2021	1123	1239	116,20	0,011	
09.2021	4589	3983	605,58	0,017	
10.2021	1760	1711	49,04	0,001	
11.2021	2134	2049	84,85	0,002	
12.2021	3 776	3280	495,74	0,017	

Примечание. Составлена авторами

Таким образом, прогнозирование временных рядов с помощью модели Хольта–Уинтерса показывает достоверные результаты на 99 %. Значительные отклонения присутствуют у товара с артикулом 3128 в 96,6 %, в период с сентября по декабрь, изменение в меньшую сторону может привести к недополученной прибыли. Данная модель наиболее эффективна, чем прогноз продаж, основанный на личном опыте.

Для более обширного прогнозирования и дальнейшего сравнения, выполним анализ с помощью модели *ARIMA (интегрированная модель авторегрессии скользящего среднего)*. Данная модель позволяет выполнять прогнозирование и выполнять анализ временных рядов. Авторами данной модели являются Дж. Бокс и Г. Дженкинсон. В модели заложена возможность идентификации, оценки и проверки различных данных.

Модель ARIMA позволяет отвязаться от тренда посредством перехода к разностям исходного ряда. Параметром, определяющим порядок разности, позволяющим перевести ряд в стационарный процесс, является параметр d . Также следует выделить параметры p и q (p — показатель, который помогает определить корректна ли гипотеза; d — порядок разности временного ряда и q).

Модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего считается адекватной, исходным данным в том случае, если остатки модели являются некоррелированными нормально распределёнными случайными величинами. Таким образом, сам ряд идентифицирован верно. В результате формируется модель с небольшим количеством оцениваемых параметров, легко реализуемая с использованием статистических программ.

Выполним прогноз на 2022 год по модели ARIMA также на примере товара с артикулом 3142.

Результаты оценки прогностических характеристик модели ARIMA сведены в таблицу 6.

Таблица 6. Оценка точности прогноза продаж товара с артикулом 3142 по модели ARIMA

Период	Фактические продажи, шт.	Прогноз по модели ARIMA, шт.	Ошибка	Отклонение ошибки модели от прогнозной модели	Точность прогноза, %
02.2020	2390	2286,71	103,29	0,002	95
03.2020	5768	5092,28	675,72	0,014	
04.2020	2004	2430,47	426,47	0,045	
05.2020	2890	3001,26	111,26	0,001	
06.2020	1023	1628,02	605,02	0,350	
07.2020	1139	1356,55	217,55	0,036	
08.2020	908	1268,82	360,82	0,158	
09.2020	4175	4114,34	60,66	0,000	
10.2020	1300	1425,86	125,86	0,009	
11.2020	1398	1677	279,00	0,040	
12.2020	3590	2947,64	642,36	0,032	
01.2021	1489	1758,73	269,73	0,033	
02.2021	2250	2307,98	57,98	0,001	
03.2021	5804	5735,24	68,76	0,000	
04.2021	1765	2153,37	388,37	0,048	
05.2021	3804	3002,87	801,13	0,044	
06.2021	1367	1982,01	615,01	0,202	
07.2021	980	1346,82	366,82	0,140	
08.2021	1123	906,91	216,09	0,037	
09.2021	4589	4426,6	162,40	0,001	
10.2021	1760	1668,34	91,66	0,003	
11.2021	2134	1869,91	264,09	0,015	
12.2021	3 776	4144,6	368,60	0,010	

Примечание. Составлена авторами

Таким образом, ARIMA справляется с поставленной задачей, однако показывает более низкие значения точности (от 78 до 99,8%), по сравнению с моделью прогноза Хольта–Уинтерса. Значения фактических и прогнозируемых объемов продаж, а также уровень запасов представлен на рисунке 2.

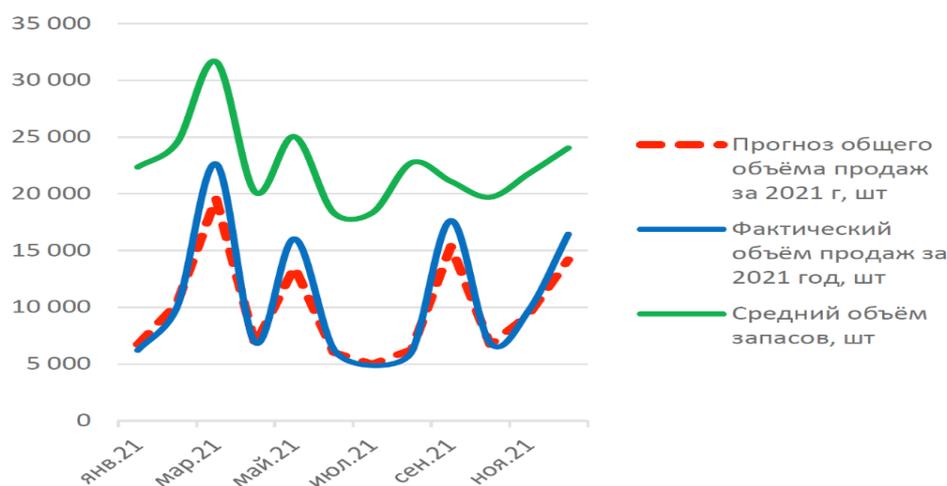


Рисунок 2. Фактические объемы продаж, прогноз продаж и количество запасов

Результаты прогнозирования используются для оценки эффекта от внедрения подхода точного прогнозирования поставок. Эффект достигается за счет снижения затрат на транспортировку, хранение, утилизацию нереализованных запасов.

Выводы

Прогнозирование и планирование бизнес-процессов являются главными критериями эффективной деятельности компании на рынке, что особенно важно во время санкционного давления, ограничения импорта, введения эмбарго на экспорт и транспортной блокады.

Составление качественного прогноза возможно с помощью модели Хольта–Уинтерса и ARIMA. Проанализировав данные организации, получена математическая модель сокращения затрат на хранение излишнего объема запасов. Экономический эффект положителен, эффективность составляет порядка 57 % от чистой прибыли по основным позициям цветочной продукции исследуемой организации.

Список литературы

- Agatic, A. Advanced Data Analytics in Logistics Demand Forecasting / A. Agatic, E. Tijan, S. Hess, & T. P. Jugovic // 44th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology. 2021. P. 1387-1392.
- Armstrong, J. S. Forecasting for Marketing / J.S. Armstrong // Quantitative Methods in Marketing. London: International Thompson Business Press, 1999. P. 92–119.
- Collantes-Duarte, J. Time Series Forecasting using ARIMA, Neural Networks and Neo Fuzzy Neurons / J. Collantes-Duarte, F. Rivas-Echeverriat // WSEAS International Conference on Neural Networks and Applications, Switzerland. — 2002. — 6 p.
- Conejo, A. J. Day-Ahead Electricity Price Forecasting Using the Wavelet Transform and ARIMA Models / A. J. Conejo // IEEE transaction on power systems. — 2005. — Vol. 20, No. 2. — P. 1035 – 1042.
- Kučera, T. The application of ABC analysis in the logistic warehousing processes / T. Kučera, A. Suk // Transport Means — Proceedings of the International Conference. — 2019. — P. 548-554.
- Livieris, I. E. A CNN-LSTM model for gold price time-series forecasting / I. E. Livieris, E. Pintelas, P. Pintelas // Neural Comput & Applic. — 2020. — No 32. — P. 17351-17360.
- Mohamad Helmi Ilman Fahmi. Best Products with TOPSIS Method and Sales Forecasting with Weighted Moving Average / Mohamad Helmi Ilman Fahmi, Imam Husni Al Amin // Journal of applied informatics and computing. — September 2020. — No 4(2). — P. 116-123.
- Tarassow, A. Practical Empirical Research Using gretl and hansl / A. Tarassow // Australian Economic Review. — 2021. — No 52(2). — P. 255-271.
- Анохина С. И. Роль финансового прогнозирования в деятельности предприятия / С. И. Анохина // Молодежь и XXI век. — 2022. — С. 44–47.
- Антохонова И. В. А 726 Методы прогнозирования социально-экономических процессов: учеб. пос. / И. В. Антохонова. — Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. — 212 с.

- Белоусова М. А. Прогнозирование надежности технических систем на основе модели Хольта-Уинтерса / М. А. Белоусова // Процессы управления и устойчивость. — 2022. — Т. 9. — С. 393–397.
- Вельдманом Н. Р. Обзор методов прогнозирования элементов временного ряда : сб. материалов X Междунар. науч.-практ. конф. «Развитие науки и практики в глобально меняющемся мире в условиях рисков»/ Н. Р. Вельдманом, Л. Ю. Емалетдинова. — 2022. — С. 114–119.
- Казангапова Б. А. Применение математических методов прогнозирования для определения показателей запасов / Б. А. Казангапова, А. А. Ержан, А. А. Иванов // Вестн. Казах. акад. транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. — 2020. — № 1 (112). — С. 299–306.
- Морозова И. А. Особенности метода ABC в управлении запасами: сб. материалов науч.-практ. конф. «Дни науки студентов Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» / И. А. Морозова. — 2022. — С. 2855–2860.
- Орлова И. В. К вопросу об оценке качества эконометрических моделей / И. В. Орлова // Фундаментальные исследования. — 2022. — №3. — С. 92–99.
- Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса / Э. Янч. — М.: Прогресс, 1974.

Н.С. Лукашевич, Е.Р. Темиргалиев, Т.В. Баранова

Хольт-Уинтерс моделінің негізінде сатуды болжау

Аңдатпа

Мақсаты: Гүл өнімдерінің мысалын пайдалана отырып, тез бұзылатын тауарларды жеткізуді болжау үшін тренд және маусымдық құрамдас процестерде қолданылатын Хольт-Уинтерс моделін сынау немесе үш еселік экспоненциалды тегістеу.

Әдісі: Хольт-Уинтерс моделі, ARIMA моделі, экономикалық тиімділікті бағалау тәсілдері.

Қорытынды: Жеткізулерді болжау үшін модельдер мен әдістер сыналды, зерттелетін ұйымның нақты сатылымы туралы мәліметтер мысалында болжамды мәндерді есептеу жүргізілді. Хольт-Уинтерс моделі мен ARIMA моделіне негізделген модельдеу (болжау) нәтижелерін салыстырмалы талдау Хольт-Уинтерс моделімен уақыт қатарларын болжаудың 99% сенімді нәтижелері бар екенін көрсетті, ал ARIMA дәлдік мәндері төмен (78-ден 99,8% -ға дейін).

Тұжырымдама: Тауар ағындарын дәл жоспарлау және кәсіпорын қызметін тиімді логистикалық үйлестіру үшін Хольт-Уинтерс және ARIMA моделін қолдана отырып сапалы болжам жасау әдісі ұсынылды. Зерттеу негізінде қорлардың артық көлемін сақтау шығындарын азайтудың математикалық моделі алынды, болжау модельдерін қолдану бойынша ұсынымдар ұсынылды, алынған болжамды мәндер нақты болжау әдістерін енгізудің әсерін бағалау үшін пайдаланылды. Гүл өнімдерінің мысалында тез бұзылатын тауарларды жеткізуді болжау үшін Хольт-Уинтерс моделін пайдалану зерттелетін ұйым үшін гүл өнімдерінің негізгі позициялары бойынша таза пайданың шамамен 57%-на тең оң экономикалық әсер етеді, бұл сатылмаған қорларды тасымалдау, сақтау, кәдеге жарату шығындарын азайту арқылы қол жеткізіледі.

Кілт сөздер: болжау, экономикалық тиімділік, тауарлық-материалдық құндылықтар, Хольт-Уинтерс моделі, ARIMA моделі.

N.S. Lukashevich, E.R. Temirgaliyev, T.V. Baranova

Sales projection based on model of Holt-Winters

Abstract

Object: approbation of the Holt-Winters model or triple exponential smoothing, used for processes with a trend and a seasonal component, to predict the supply of perishable goods on the example of flower products.

Methods: Holt-Winters model, ARIMA model, approaches to assessing economic efficiency.

Findings: models and methods for forecasting deliveries have been tested, and forecast values have been calculated using the example of data on actual sales of the organization under study. A comparative analysis of the results of modeling (forecasting) based on the Holt-Winters model and the ARIMA model showed that the prediction of time series using the Holt-Winters model has reliable results by 99%, ARIMA has lower accuracy values (from 78 to 99.8%).

Conclusions: the methodology for making a qualitative forecast using the Holt-Winters and ARIMA models is proposed for accurate planning of commodity flows and effective logistics coordination of the company's activities. Based on the conducted research, a mathematical model was obtained for reducing the cost of storing excessive reserves, recommendations for the use of forecasting models were proposed and the obtained forecast values were used to assess the effect of the introduction of accurate forecasting methods. The use of the Holt-Winters model to predict the supply of perishable goods on the example of floral products has a positive economic effect for the organization under

study, equal to about 57% of net profit for the main items of floral products, which is achieved by reducing the cost of transportation, storage, disposal of unrealized stocks.

Keywords: forecasting, economic efficiency, stocks, Holt-Winters model, ARIMA model.

References

- Agatic, A., Tijan, E., Hess, S., & Jugovic, T. P. (2021). Advanced Data Analytics in Logistics Demand Forecasting. *44th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology*, 1387-1392.
- Armstrong J. S. (1999). Forecasting for Marketing. *Quantitative Methods in Marketing*. London: International Thompson Business Press, 92–119.
- Collantes-Duarte J. (2002). Rivas-Echeverriat F. Time Series Forecasting using ARIMA, Neural Networks and Neo Fuzzy Neurons. *WSEAS International Conference on Neural Networks and Applications*, Switzerland, 6 p.
- Conejo A. J. (2005). Day-Ahead Electricity Price Forecasting Using the Wavelet Transform and ARIMA Models. *IEEE transaction on power systems*, Vol. 20, No. 2, 1035 – 1042.
- Kučera, T., & Suk, A. (2019). The application of ABC analysis in the logistic warehousing processes. *Transport Means - Proceedings of the International Conference*, 548-554.
- Livieris, I. E. (2020). A CNN-LSTM model for gold price time-series forecasting. *Neural Comput & Applic*, No. 32, 17351-17360.
- Mohamad Helmi Ilman Fahmi, & Imam Husni Al Amin (2020). Best Products with TOPSIS Method and Sales Forecasting with Weighted Moving Average. *Journal of applied informatics and computing*, No. 4(2), 116-123.
- Tarassow, A. (2021). Practical Empirical Research Using gretl and hansl. *Australian Economic Review*, No. 52(2), 255-271.
- Anohina, S. I. (2022). *Rol finansovogo prognozirovaniia v deiatelnosti predpriatiia [The role of financial forecasting in the activities of the enterprise]*. *Molodezh i XXI vek — Youth and XXI century* [in Russian].
- Antohonova, I. V. (2004) *Metody prognozirovaniia sotsialno-ekonomicheskikh protsessov [Methods of forecasting of socio-economic processes]*. Ulan-Ude: Izdatelstvo Vostochno-Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i upravleniia — Publishing house of the East Siberian State University of Technology and Management [in Russian].
- Belousova, M. A. (2022). Prognozirovanie nadezhnosti tekhnicheskikh sistem na osnove modeli Holta–Uintersa [Forecasting the reliability of technical systems based on the Holt-Winters model]. *Protsessy upravleniia i ustoiichivost*, 9, 393–397 [in Russian].
- Veldmanom, N. R. & Emaletdinova, L. Yu. (2022). *Obzor metodov prognozirovaniia elementov vremennogo riada [Review of methods for forecasting elements of the time series]*. *Sbornik materialov X Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii “Razvitie nauki i praktiki v globalno meniaiushchemsia mire v usloviiah riskov”* [in Russian].
- Kazangapova, B. A., Erzhan, A. A., & Ivanov, A. A. (2020) *Primenenie matematicheskikh metodov prognozirovaniia dlia opredeleniia pokazatelei zapasov [Application of mathematical forecasting methods to determine the indicators of reserves]*. *Vestnik Kazakhskoi akademii transporta i kommunikatsii imeni I. Tynyshpaeva — Bulletin of the Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpaev*, 1(112), 299–306 [in Russian].
- Morozova, I. A. (2022). Osobennosti metoda ABC v upravlenii zapasami [Features of the ABC method in inventory management]. *Sbornik materialov nauchno-prakticheskoi konferentsii «Dni nauki studentov Vladimirskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Aleksandra Grigorevicha i Nikolaia Grigorevicha Stoletovykh» — Collection of materials of the scientific-practical conference “Days of science of students of Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletovs”*, 2855–2860 [in Russian].
- Orlova, I. V. (2022). *K voprosu ob otsenke kachestva ekonometricheskikh modelei [On the issue of assessing the quality of econometric models]*. *Fundamentalnye issledovaniia — Basic Research*, 3, 92–99 [in Russian].
- Yanch, E. (1974). *Prognozirovanie nauchno-tekhnicheskogo progressa [Forecasting of scientific and technological progress]*. Moscow: Progress [in Russian].