

УДК 338.27  
ББК 65.05

DOI: 10.25683/VOLBI.2019.47.269

**Dubolazov Victor Andreevich**,  
doctor of economics, professor,  
professor of the higher school of management and Business,  
Institute of industrial management of economics  
and trade,  
Peter the Great St. Petersburg  
Polytechnic University,  
Saint-Petersburg,  
e-mail: dubolazov@kafedrapik.ru

**Somov Andrey Georgievich**,  
post-graduate student of the Higher school  
of management and business  
of Institute of industrial management of economics  
and trade,  
Peter the Great St. Petersburg  
Polytechnic University,  
Saint-Petersburg,  
e-mail: somovspb@yandex.ru

**Дуболазов Виктор Андреевич**,  
д-р экон. наук, профессор,  
профессор Высшей школы управления и бизнеса  
Института промышленного менеджмента экономики  
и торговли,  
Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого,  
г. Санкт-Петербург,  
e-mail: dubolazov@kafedrapik.ru

**Сомов Андрей Георгиевич**,  
аспирант Высшей школы  
управления и бизнеса  
Института промышленного менеджмента экономики  
и торговли,  
Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого,  
г. Санкт-Петербург,  
e-mail: somovspb@yandex.ru

## РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫВОДА НА ЗАРУБЕЖНЫЙ РЫНОК ПРОДУКТА С ВЫСОКОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

### CALCULATION OF THE EFFICIENCY OF LAUNCHING ON THE FOREIGN MARKET OF A PRODUCT WITH A HIGH INNOVATION COMPONENT USING NEURAL NETWORKS

08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики

08.00.13 – Mathematical and instrumental methods of economics

Статья посвящена вопросу разработки методики расчета эффективности вывода инновационного продукта на зарубежный рынок в рамках современной цифровой экономики. В качестве инновационного продукта рассматриваются инспекционно-досмотровые комплексы (ИДК) российского производства СТ-2630М. Данные ИДК позволяют многократно увеличить скорость проверки транспортных средств в пунктах досмотра, так как позволяют получать рентгеноскопическое изображение груза, перевозимого транспортным средством, без необходимости его вскрытия и проведения ручного досмотра. В данной работе используется адаптированный авторами метод нейронных сетей прямого распространения для прогнозирования экономических данных размещения ИДК с проверкой ошибки прогнозирования методом интегрированной модели авторегрессии и скользящего среднего ARIMA. Анализируемый глобальный рынок составляет 243 страны, исследование проводится по тринадцати параметрам, связанным с количественной оценкой потенциальных мест размещения инспекционно-досмотровых комплексов и более двадцати экономических параметров стран. Также проводится сегментация стран на три сегмента: высококонкурентный, низкоконкурентный и смешанный. В работе рассматривается только смешанный сегмент стран, который является оптимальным для данного продукта как с точки зрения уровня конкуренции или уровня инноваций, так и с точки зрения платежеспособности страны. В заключении рассчитывается экономическая эффективность выхода на рынок инновационного продукта для найденного сегмента стран по формуле чистой приведенной стоимости NPV. При расчете NPV учитываются такие

параметры, как текущий уровень инфляции страны, уровень грамотности населения, влияющий на затраты на обучение, логистические издержки на доставку оборудования. Также анализируется устойчивость полученного решения внесением небольшой вариации входных данных.

The article is devoted to the development of methods for calculating the effectiveness of launching into the foreign market with high innovative product, in the modern digital economy. X-ray cargo inspection systems made in Russia (IDK), СТ-2630M are considered as an innovative product. These systems allow the IDK to greatly increase the speed of the vehicle checks at security points, as they allow obtaining X-ray image of the cargo transported by the vehicle without the necessity of opening and conducting manual inspections. In this article we use the method of neural networks of direct distribution adapted by the authors to predict the economic data of IDK placement with the check of prediction error by the method of integrated model of autoregression and moving average ARIMA. The analyzed global market is 243 countries; the study is conducted on thirteen parameters related to the quantitative assessment of potential locations of inspection systems and more than twenty economic parameters of countries. There is also made a segmentation of countries into three segments: highly competitive, low-competitive and mixed. The article examines only a mixed segment of countries, which is optimal for this product from the level of competition or the level of innovation and solvency of the country on the other hand. In conclusion, the economic efficiency of entering the market of an innovative product for the found segment of countries is calculated using

*the formula of net present value NPV. The calculation of NPV takes into account such parameters as the current level of inflation of the country, the level of literacy of the population, affecting the cost of training, logistics costs for the delivery of equipment. The stability of the resulting solution is also analyzed by adding a small variation of the input data.*

*Ключевые слова: экономическая эффективность, NPV, нейронные сети, инновационный продукт, информационные технологии, глобализация, зарубежный рынок, инспекционно-досмотровые комплексы, прогнозирование, ARIMA, сегментация.*

*Keywords: economic efficiency, NPV, neural networks, information technologies, globalization, innovative product, foreign market, X-ray cargo inspection systems, forecasting, ARIMA, segmentation.*

### Введение

**Актуальность** темы заключается в том, что в настоящее время в условиях глобализации международного рынка для компаний, осуществляющих торговлю на зарубежном рынке, важно конкурентное преимущество, связанное с экономией на распределении запасов, контроле перепроизводства товаров, распределении производства, размещении запасных частей и материалов. Также актуально преимущество, связанное с расширением рынка сбыта, использованием более дешевых трудовых ресурсов, возможностью экономии на налогах и т. д. Следовательно, разработка успешных эффективных стратегий выхода компаний на международный рынок чрезвычайно актуальна, особенно для динамичного развивающегося инновационного сектора компаний.

**Изученность** проблемы. Проблематика конкурентности инновационных продуктов российского производства на международном рынке имеет важное и перспективное направление развития.

**Целесообразность** разработки данной тематики заключается в возможности быстрого практического применения результатов исследования для выведения

на зарубежный рынок инновационного продукта инспекционно-досмотровых комплексов (ИДК) российского производства СТ-2630М.

**Научная новизна** статьи обуславливается созданием авторами собственной методики прогнозирования временных рядов методом нейронных сетей прямого распространения, а также приложением данной методики при реализации стратегии вывода инновационного продукта на международный рынок.

**Целью и задачей исследования** является теоретическое обоснование изложенной в статье методики вывода инновационного продукта на международный рынок с последующей апробацией и внедрением полученных результатов в практическом поле.

**Теоретическая и практическая значимость** работы имеет важную перспективу и потенциал в практическом поле применения, после апробации результатов исследования и доведения методики до вида практического инструмента.

### Основная часть

В качестве примера инновационного продукта в данной работе рассматриваются инспекционно-досмотровые комплексы ИДК (Cargo X-ray systems) российского производства СТ-2630М [1]. Они позволяют осуществлять досмотр полностью груженых автомобилей и контейнеров для выявления возможных контрабандных вложений, оружия, взрывчатых веществ, наркотиков. Система предоставляет возможность проведения оперативной проверки без необходимости вскрытия контейнеров. Инспекционно-досмотровые комплексы используют рентгеновское излучение для получения рентгеноскопического снимка транспортного средства (контейнера), что дает возможность с высокой пропускной способностью анализировать содержимое транспортных средств и контейнеров без ручного досмотра.

Существуют различные типы ИДК в зависимости от области применения: стационарные, мобильные (которые можно передислоцировать с одного места на другое), ИДК для досмотра железнодорожных вагонов, контейнеров и т. д. На рисунке 1 представлено ИДК мобильного типа.



Рис. 1. ИДК мобильного типа российского производства СТ-2630М

Источник: [1].

Основные экономические характеристики ИДК-систем:

- 1) ИДК включает само оборудование, программное обеспечение и сервисное обслуживание;
- 2) разрабатывается обычно для глубокого B2B и B2G рынка;
- 3) существует широкая линейка модификаций базового варианта ИДК;
- 4) возможна адаптация продукта в соответствии с потребностями клиентов;
- 5) необходимы постоянные инновации, чтобы быть актуальным на рынке данного продукта;
- 6) длительный цикл инноваций продукта: от одного до трех лет;
- 7) длительный цикл заключения сделки: около одного года;
- 8) пусконаладка оборудования и обучение персонала может занимать от полугода и более;
- 9) технологическая невозможность быстрого производства данного продукта;
- 10) требуется послепродажное обслуживание и обучение персонала клиента, по крайней мере два года после ввода в эксплуатацию;
- 11) обязательно высокопрофессиональное сервисное обслуживание и обслуживание в постгарантийный период;
- 12) необходимо постоянное обновление оборудования и программного обеспечения.

Особенности цикла продаж продукта ИДК заключаются в том, что первоначальный и конечный покупатель не являются обычно одним и тем же лицом. Поэтому необходимо заблаговременно модифицировать характеристики оборудования на несколько лет вперед и начинать процесс подготовки продаж еще до того, как заказчик планирует приобретение данного продукта.

Ниже приведена основная методика действий, разработанная авторами статьи, ведущая к получению искомой экономической эффективности вывода продукта на тот или иной международный рынок.

#### Методика анализа зарубежных рынков для вывода продукта ИДК:

- 1) проводится выбор возможных мест размещения ИДК (по типам: морские порты, аэропорты и т. д.);
- 2) проводится анализ возможного количества размещения ИДК для каждой страны, учитывая все типы ИДК;
- 3) прогнозируется количество ИДК для различных стран на 2020 и 2025 гг. (настроенным авторами методом нейронных сетей, с проверкой методом ARIMA [2; 3; 4]);
- 4) страны сегментируются в зависимости от конкурентной составляющей потенциального количества мест размещения ИДК;
- 5) проводится анализ низкоконкурентного сегмента стран с выбором пяти стран с максимальным потенциалом;
- 6) анализируется наиболее привлекательный тип(ы) ИДК для конкретных стран (морские порты, аэропорты и т. д.);

7) для низкоконкурентного сегмента проводится расчет коммерческой эффективности вывода продукта на зарубежный рынок (с учетом инфляции, затрат на логистику и других динамических параметров (методом NPV));

8) проводится процедура проверки устойчивости алгоритма введением вариации в исходные данные.

На начальном этапе методики исследуются основные потенциальные места фактического размещения ИДК: морские порты, ядерные станции (действующие и проектируемые), аэропорты, вертолетные порты, пограничные пункты пропуска, железнодорожные пункты досмотра, логистические центры, крупные заводы, пригородные пункты досмотра, военные объекты, крупные тепловые электростанции. Таким образом, используя открытые базы экономических данных [5–7] для каждой страны, составляют таблицу потенциального количества мест размещения ИДК.

Далее методом нейронных сетей строится прогноз экономических данных для каждой страны на 2020 и 2025 гг. [8–10].

#### Методика

Основной алгоритм авторской методики прогнозирования методом нейронных сетей следующий. Загружаются в таблицу данные временных рядов экспорта товаров и услуг с 1960 по 2017 гг., полученные из открытых источников. Далее данные подготавливаются особым образом, в виде двух столбцов, один является входными данными модели, второй — выходными. Также данные сегментируются на два сегмента: страны высоким экспортом и страны с низким экспортом, так как без сегментирования будет получаться довольно большая ошибка прогнозирования. Проводится обучение нейронной сети, получается рабочая модель эксперимента. На последнем шаге применяется данная обученная модель второй раз, но уже в качестве входных данных используют столбец выходных данных [11–13].

Для проверки результатов прогнозирования используется известный метод ARIMA (интегрированная модель авторегрессии скользящего среднего Бокса — Дженкинса), хорошо применимый для прогнозирования поведения временных рядов, имеющих трендовую и циклическую составляющую. Преимуществом процессов ARIMA является прежде всего то, что они позволяют описывать поведение различных типов временных рядов с разной структурой, включая циклы деловой активности. Второе достоинство методов — это то, что при их использовании не нужны данные о независимых переменных. Построение моделей и прогнозирование осуществляется на основе информации, содержащейся во временной структуре самого исходного ряда.

В табл. 1 приводится фрагмент результата прогнозирования потенциального количества ИДК различных типов на 2025 г.

Таблица 1

Таблица прогнозируемого количества ИДК разных типов на 2025 г.

Страна (тип ИДК)	Бразилия	Индия	Германия	Канада	Япония	Франция	Англия	Мексика	Корея юж.	Италия
Морские порты, 2025	132	110	142	346	292	230	563	61	16	450
АЭС (действующие и строящиеся)	4	35	12	25	66	77	21	3	0	0
Аэропорты, 2025	2456	208	323	880	105	278	276	1028	67	77

Страна (тип ИДК)	Бразилия	Индия	Германия	Канада	Япония	Франция	Англия	Мексика	Корея юж.	Италия
Вертолетные площадки, 2025	17	59	30	34	21	1	12	1	606	7
Граничные ПП, 2014	37	41	152	144	0	103	19	95	2	70
Железнодорожные ПП, 2025	154	345	227	251	147	160	89	93	18	109
Крупные склады, 2025	96	585	38	16	60	31	30	57	24	29
Крупные заводы, 2025	323	456	2058	619	945	769	670	541	835	665
Пригородные ПП, 2025	60	191	14	14	42	4	7	35	35	7
Военные объекты, 2025	0	128	132	48	17	127	377	4	0	0
Дорожные ПП, 2025	237	703	97	156	182	154	59	57	16	73
ГЭС, 2015	100	29	15	1	4	7	6	6	3	5
Крупные ТЭК, 2025	743	1219	737	866	1311	786	512	414	679	419
Общее количество ИДК	4359	4109	3976	3401	3190	2728	2640	2394	2301	1911

В результате анализа результатов прогнозирования по различным странам наблюдается рост среднего общего количества ИДК на 10 % с 2017 по 2015 г. (рис. 2).

После того как получены данные общего потенциального количества ИДК для каждой страны, проводится разбиение стран на три сегмента: высококонкурентный, низкоконкурентный и смешанный. В зависимости от уровня и типа конкуренции на рынке меняется сам подход к разработке и реализации продукта. На высококонкурентном сегменте рынка необходимо разрабатывать продукт с максимальным количеством включенных инноваций. На низкоконкурентном сегменте возможно использовать меньше инновационной

составляющей продукта, возможна большая вероятность успешности вывода продукта и меньше риски, но необходимо учитывать покупательную способность и потребность данных стран. Самое интересное, что на смешанном сегменте присутствует потребность рынка в инновационном продукте (например, системы ИДК), а также он обладает достаточной покупательной способностью для данного продукта.

Итак, в результате сегментирования получаются три сегмента стран, далее уже в рамках смешанного конкурентного сегмента проводится анализ потенциала рынка размещения ИДК-систем, результат которого приведен на рис. 2.

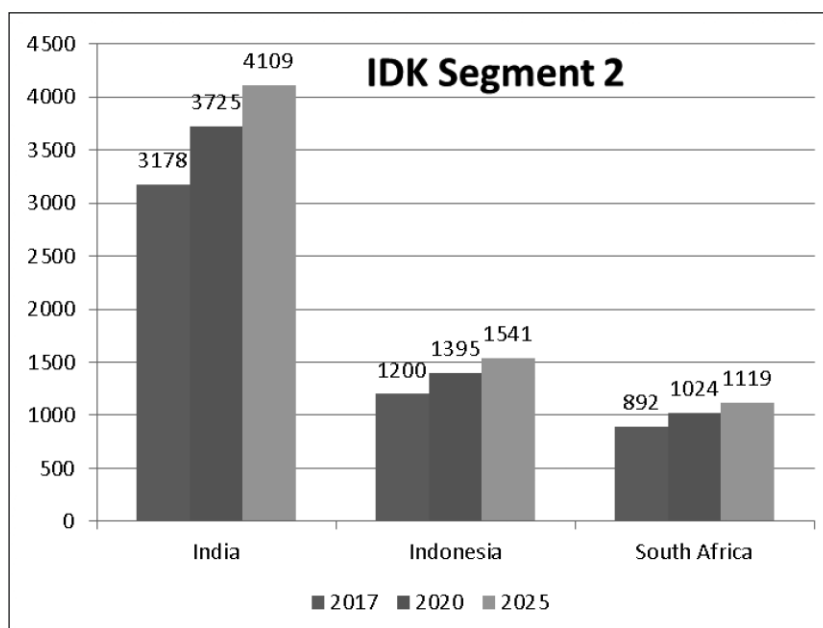


Рис. 2. Количество ИДК на 2017, 2020, 2025 гг. (по оси ординат отложено потенциальное количество ИДК, по оси абсцисс — страны: Индия, Индонезия, Южно-Африканская Республика)

Рисунок 2 показывает последовательный рост потенциального количества ИДК-систем от 2017 к 2025 г. для данных стран, что обуславливает перспективность инвестиций в данную область рынка.

Продemonстрируем сравнительное распределение количества разных типов ИДК-систем для этих же стран (рис. 3 на стр. 31).

Для Индии наиболее перспективными являются

ИДК-системы, рассчитанные на размещение на крупных электростанциях и складах; для Индонезии — ИДК-системы, размещаемые на электростанциях, крупных заводах и в аэропортах; для Южно-Африканской Республики распределение аналогично Индонезии.

Проведем теперь расчет коммерческой эффективности вывода на международный рынок (для выбранных стран) продукта классическим методом NPV (рис. 4 на стр. 31).



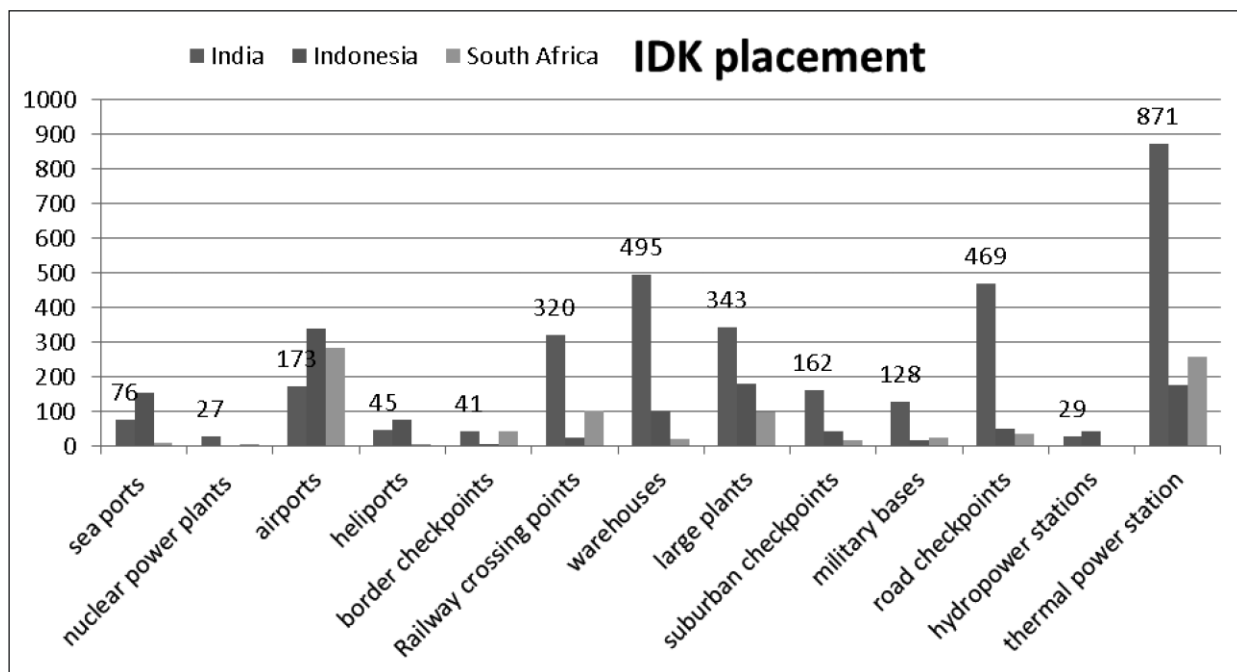


Рис. 3. Распределение разных типов ИДК (по оси ординат — количество ИДК, по оси абсцисс — типы ИДК)

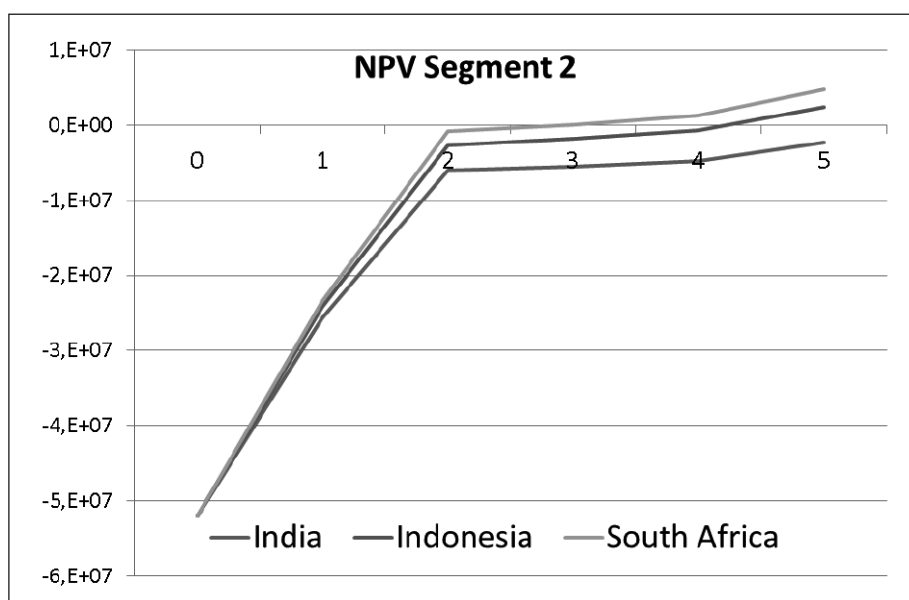


Рис. 4. Расчет экономической эффективности методом NPV для Индии, Индонезии и Южно-Африканской Республики. По оси ординат указаны денежные потоки проекта в рублях, по оси абсцисс — года

При расчете значения NPV используются следующие параметры стран: уровень инфляции страны (входящий в коэффициент дисконтирования), параметр грамотности или обучаемости местных специалистов (literacy rate), а также стоимость логистических затрат на поставку груза из России до данной страны. Параметр literacy gate влияет на затраты на обучение персонала для различных стран. При низком уровне literacy gate затраты на присутствие собственного персонала компании в стране размещения оборудования возрастают, и наоборот.

На последнем этапе анализа проводится проверка устойчивости полученных результатов к ошибкам входных данных. Для этого вносится 10%-ная вариация в исходные данные и наблюдается корреляция выходных данных. Отмечается хорошая устойчивость модели.

### Заключение

Для инновационного продукта инспекционно-досмотровых комплексов (ИДК) российского производства проведен расчет экономической эффективности при выводе продукта на международный рынок методом чистой приведенной стоимости NPV. Для этого проведено прогнозирование потенциального количества ИДК различных типов на 2025 г., по результатам прогнозирования наблюдается рост среднего количества ИДК на 10 % с 2017 по 2015 г. При расчете используется адаптированный авторами метод нейронных сетей для прогнозирования экономических данных размещения ИДК с проверкой ошибки прогнозирования методом ARIMA.

Проводится разбиение стран на три сегмента:

высококонкурентный, низкоконкурентный и смешанный, так как в зависимости от уровня и типа конкуренции на рынке необходимо подбирать отдельный подход к разработке и реализации продукта.

Таким образом, авторами статьи предложен новый полезный и современный инструмент, дающий возможность расчета экономической эффективности при выводе инновационного продукта на зарубежный рынок.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Компания «Скантроник системс». URL: <http://scantronicsystems.com>
2. Сомов А. Г., Пономарева О. А. Прогнозирование временных рядов экономических данных с использованием ARIMA процессов с целью вывода на рынок инновационных продуктов // *Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли: сб. труд. научн. и учеб.-практ конф.* 2017. Ч. 1. С. 340–350.
3. Box G. E. P., Jenkins G. M., Reinsel G. C. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. 3rd ed. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall, 1994. 614 p.
4. Enders W. *Applied Econometric Time Series*. Hoboken, NJ : John Wiley&Sons, Inc., 1995. 544 p.
5. World Bank Open Data. URL: <https://data.worldbank.org>
6. The Observatory of Economic Complexity, Export, import of X-ray systems, URL: <http://atlas.media.mit.edu/>
7. The U.S. Department of Commerce’s International Trade Administration manages Export.gov. URL: <http://www.export.gov/index.asp>
8. Abraham A. Adaptation of Fuzzy Inference System Using Neural Learning, *StudFuzz* 181, 2005, pp. 53–83.
9. Jang J. S. R., Sun C. T. Neuro-Fuzzy Modeling and Control. *Proceedings of the IEEE* 83. 1995. Pp. 378–406.
10. Murphy K. P. *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. Cambr., Mass. : MIT Press, 2012. 1098 p.
11. Дуболазов В. А., Сомов А. Г. Прогнозирование и оценка экономических данных при помощи адаптивной системы нейро-нечеткого вывода ANFIS // *Экономика и менеджмент систем управления: научно-практический журнал*. 2017. № 4.4 (26). С. 411–417.
12. Dubolazov V., Somov A. Interval approach of time series forecasting by neural networks for the decision support system // *MATEC Web Conferences*. 2018. Vol. 170. Article no. 01014. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201817001014>
13. Полная таблица результатов прогнозирования. URL: <https://yadi.sk/d/-T517kFE3Twp8A>

## REFERENCES

1. The Company “Scantronic Systems». (In Russ.). URL: <http://scantronicsystems.com>
2. Somov A. G., Ponomareva O. A. Forecasting time series of economic data using ARIMA processes to bring innovative products to market. *Fundamental and applied research in the field of management, economy and trade*. Collection of works of scientific and training-practical conference, 2017, part 1, pp. 340–350. (In Russ.).
3. Box G. E. P., Jenkins G. M., Reinsel G. C. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. 3rd ed. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 1994. 614 p. (In Russ.).
4. Enders W. *Applied Econometric Time Series*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., 1995. 544 p.
5. World Bank Open Data. URL: <https://data.worldbank.org>
6. The Observatory of Economic Complexity, Export, import of X-ray systems. URL: <http://atlas.media.mit.edu/>
7. The U.S. Department of Commerce’s International Trade Administration manages Export. Gov. URL: <http://www.export.gov/index.asp>
8. Abraham A. Adaptation of Fuzzy Inference System Using Neural Learning, *StudFuzz* 181, 2005, pp. 53–83.
9. Jang J. S. R., Sun C. T. Neuro-Fuzzy Modeling and Control. *Proceedings of the IEEE* 83, 1995, pp. 378–406.
10. Murphy K.P. *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. Cambr., Mass., MIT Press (2012).
11. Dubolazov V. A., Somov A. G. Forecasting and evaluation of economic data using the adaptive system of neuro fuzzy inference ANFIS. *Economics and management of management systems: a scientific and practical journal*, 2017, no. 4.4, pp. 411–417. (In Russ.).
12. Dubolazov V., Somov A. Interval approach of time series forecasting by neural networks for the decision support system. *Business Technologies*, 2018, MATEC Web of Conferences 170, 01014 (2018) <https://doi.org/10.1051/mateconf/201817001014>.
13. Table of the forecast results. URL: <https://yadi.sk/d/-T517kFE3Twp8A>

**Как цитировать статью:** Дуболазов В. А., Сомов А. Г. Расчет эффективности вывода на зарубежный рынок продукта с высокой инновационной составляющей с использованием нейронных сетей // *Бизнес. Образование. Право*. 2019. № 2 (47). С. 27–32. DOI: 10.25683/VOLBI.2019.47.269.

**For citation:** Dubolazov V. A., Somov A. G. Calculation of the efficiency of launching on the foreign market of a product with a high innovation component using neural networks. *Business. Education. Law*, 2019, no. 2, pp. 27–32. DOI: 10.25683/VOLBI.2019.47.269.