

Экономико-математическое моделирование как эффективный инструмент анализа экономических процессов в промышленности

© 2019 г. А.С. Кулясова¹, А.Р. Есина², В.Д. Свирчевский²

¹ ООО «ХайТэк», 109316, Москва, Волгоградский просп., д. 43, корп. 3

² ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36

В условиях нестабильности рыночной конъюнктуры важной проблемой для промышленных предприятий является вопрос создания эффективного механизма распределения ресурсов. В статье приводится пример использования индивидуально-адаптированной экономико-математической модели прогнозирования будущих затрат на материалы и покупные изделия, учитывающей как внутренние, так и внешние экономические факторы, влияющие на результирующие плановые показатели. С целью создания эффективной прогнозной модели рассмотрены статистические данные одного из высокотехнологичных предприятий радиоэлектронной промышленности за период с 2009 по 2016 гг., в результате чего выявлено наличие статистических закономерностей, касающихся характера распределения анализируемых данных. На основе рассчитанных параметров распределения осуществлена процедура прогнозирования методом экспоненциального сглаживания и получена общая прогнозная величина затрат на материалы и покупные изделия. Использование элементов теории вероятностей и математической статистики, а также методов прогнозирования временных рядов в качестве базовых методов модели позволило учесть вероятностные экономические факторы, такие, например, как изменение курса иностранной валюты, а также наличие брака в процессе производства. Применение специального математического аппарата обеспечило возможность создания гибкой индивидуально-адаптированной модели прогнозирования затрат на материалы и покупные изделия. В результате, применения разработанной модели для прогнозирования затрат на материалы и покупные изделия на одном из промышленных предприятий было выявлено, что погрешность анализируемой модели ниже погрешности метода, используемого на предприятии в настоящее время. Таким образом, установлено, что экономико-математическая модель позволяет повысить эффективность плановой системы предприятия и обеспечить рациональное распределение ресурсов путем повышения точности процесса прогнозирования.

Ключевые слова: нестабильная экономическая конъюнктура, промышленное предприятие, математическое моделирование, прогнозирование

Введение

Для современной мировой экономической конъюнктуры характерны такие качества, как изменчивость и неравномерность изменчивости во временном разрезе. В настоящее время около 85 % промышленных предприятий России используют в производственном процессе импортные продукты и технологии [1–3].

Одно из ключевых мест в системе экономического регулирования деятельности предприятия занимает планирование, позволяющее осуществлять оптимальное распределение ресурсов. Именно при помощи процессов планирования на предприятии обеспечивается оптимальное равно-

весие между потреблением ресурсов и выпуском готовой продукции. Очевидно, что планово-экономическая система предприятия должна использовать современные гибкие методы и инструменты планирования, учитывающие как внутренние, так и внешние экономические факторы. Ввиду высокой зависимости промышленных предприятий Российской Федерации от импортируемых иностранных товаров и услуг, изменчивости конъюнктуры мирового рынка, в рамках совершенствования систем планирования на промышленных предприятиях необходимо разрабатывать гибкие индивидуально-адаптированные инструменты прогнозирования, позволяющие адекватно оценивать динамику развития экономических процессов [4–7].

¹Кулясова А.С. — канд. экон. наук, sergeevnanna@mail.ru

²Есина А.Р. — канд. экон. наук, доцент, allache@mail.ru; ²Свирчевский В.Д. — канд. экон. наук, доцент, vad_1@bk.ru

Обеспечение результативности и эффективности использования ресурсов в контексте модернизации систем управления обуславливает необходимость обоснования новых подходов к содержанию планирования в целом [8–10].

С целью создания эффективных инструментов прогнозирования затрат активно используются методы экономико-математического моделирования. Как показывает практика, классическая математика, изучающая детерминированные (функциональные) связи, имеет ограниченное применение в экономике (детерминированные модели в основном используются на макроуровне: межотраслевой баланс, модели экономического роста). На микроуровне преобладают стохастические связи, нуждающиеся для исследования в специфическом математическом аппарате (это теория вероятности, многомерный статистический анализ, имитационное моделирование, теория игр и др.) [11].

В сложившихся условиях экономической неопределенности обуславливает необходимость создания индивидуально-адаптированных механизмов прогнозирования затрат с целью оптимизации планово-экономической системы предприятия.

Экономико-математическое моделирование процессов прогнозирования на промышленном предприятии

Использование инструментов теории вероятностей и математической статистики для решения задач прогнозирования в условиях экономической неопределенности позволяет создавать индивидуально-адаптированные модели прогнозирования, основанные на выявлении общих закономерностей по частным эмпирическим данным и принимать на

их основе математически обоснованные решения в результате проведенного анализа [12–14].

В качестве примера практического применения экономико-математического моделирования можно привести модель прогнозирования затрат на материалы и покупные радиоэлектронные изделия (МПКИ), разработанную для производственного предприятия радиоэлектронной промышленности.

На сегодняшний день радиоэлектронная промышленность России сильно зависима от иностранной компонентной базы [15]. В связи с этим, методы планирования, используемые на промышленных предприятиях, должны учитывать изменение курса иностранных валют, в которых закупаются материалы и комплектующие изделия. В силу особенностей планирования процессов закупки на рассматриваемом предприятии, количество необходимых МПКИ, подлежащих закупке на будущий плановый период, известен. Однако, в связи с колебаниями рыночной конъюнктуры и изменения курса иностранной валюты неизвестной остается точная цена закупки, что значительно затрудняет процесс планирования на предприятии.

В данных условиях возникла необходимость формирования и использования гибкого механизма прогнозирования, способствующего повышению эффективности функционирования предприятия за счет более рационального распределения материальных затрат. Методы экономико-математического моделирования, применяемые в рамках анализа экономических процессов, позволяют повысить эффективность плановой политики предприятия.

Математическое моделирование осуществлялось на основании информации о стоимости закупаемых МПКИ, использующихся для создания высокотехнологичных систем радиосвязи. Указанные статистические данные были предоставлены одним из

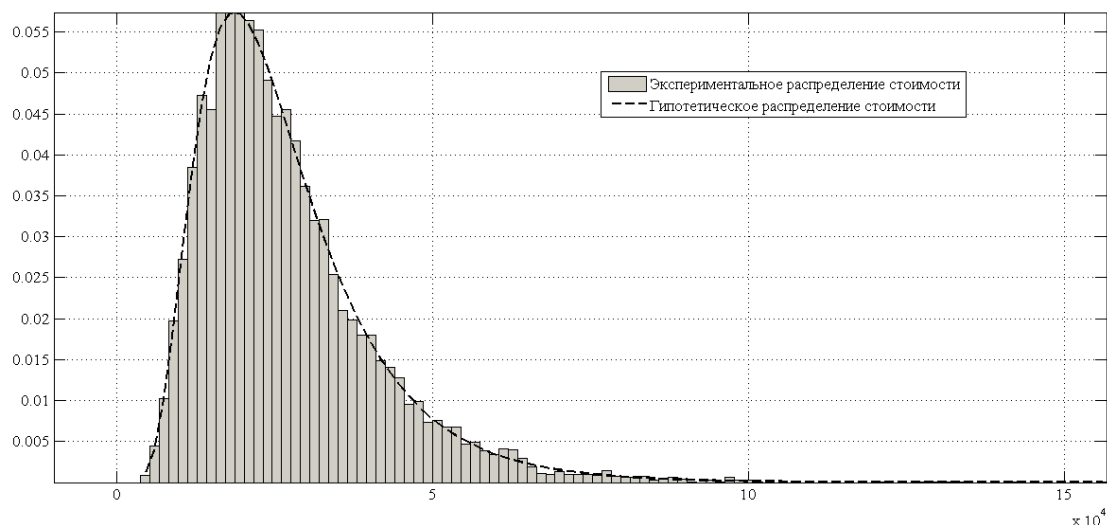


Рис. 1. Аппроксимация гистограммы распределения значений стоимости позиций МПКИ теоретическим законом распределения (статистические данные за 2017 г.)

[Approximation of the histogram of the distribution of the values of the value of the positions of the IPCC by the theoretical distribution law (statistical data for 2017)]

предприятий оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации.

В результате обработки массивов статистических данных за период с 2009 по 2017 гг. была выявлена закономерность, касающаяся характера распределения статистических данных, и выдвинуто предположение о логарифмически нормальном распределении данных. Аппроксимация эмпирических данных за 2017 г. теоретической кривой функции плотности вероятности логарифмически нормального распределения представлена на **рис. 1**.

Аналогичным образом были проанализированы данные за период с 2009 по 2016 гг., в результате чего было установлено, что гипотеза о принадлежности к логарифмически нормальному распределению может быть принята только для распределений, построенных по данным за период с 2010 по 2017 гг.

Известно, что функция плотности вероятности логарифмически нормального распределения может быть описана двумя параметрами распределения, а именно параметрами σ и a [16]. Таким образом, для прогнозирования общей суммы затрат на МПКИ можно использовать параметры логарифмически нормального распределения, так как они полностью определяют характер распределения данных в эмпирических выборках по годам.

Полученные параметры распределения σ и a были представлены в виде временных рядов. Одним из наиболее распространенных методов прогнозирования временных рядов является метод экспоненциального сглаживания, основанный на расчете скользящей средней и выборе параметра сглаживания [12, 13]. Значение параметра сглаживания, определяющее порядок распределения статистического веса между значениями временного ряда, может быть задано специалистом в результате экспертной оценки рассматриваемых данных либо, в случае наличия

представительной выборки данных, рассчитано программными методами [14, 15]. Рассматриваемые временные ряды параметров распределения σ и a являются короткими и содержат по восемь значений, в связи с ограниченным количеством статистических данных целесообразно использовать метод экспертной оценки для определения параметра сглаживания [16]. Экспертная оценка производилась исходя из анализа данных о конъюнктуре рынка и об объемах закупок МПКИ предприятием за рассматриваемые восемь лет (с 2010 по 2017 гг.). Как уже отмечалось, изменения конъюнктуры российского рынка радиоэлектронных компонентов в значительной степени зависят от изменения курса иностранной валюты. На **рис. 2** приведена динамика изменения курса доллара США по отношению к российскому рублю.

Одновременно с этим были проанализированы данные, касающиеся объемов закупок МПКИ предприятием по годам. На **рис. 3** приведен график, характеризующий количество позиций закупаемых предприятием МПКИ.

На рис. 2. видно, что резкие изменения курса иностранной валюты приходятся на период с конца 2014 г. по конец 2015 г. Относительная стабилизация курса рубля по отношению к доллару наблюдается с начала 2016 г. Безусловно, данное явление отразилось на деятельности предприятия, это можно видеть на рис. 3. Начиная с 2016 г. объем закупок МПКИ значительно возрос.

Формирование ясного видения образа будущего развития предприятия, а также путей достижения требуемых результатов в рамках стратегии во многом зависит от эффективности системы планирования [22, 24, 25]. Рост неопределенности внешней экономической среды способствует развитию новых аналитических методов планирования, базирующихся на анализе статистических данных.



Рис. 2. Динамика изменения курса валюты (долл. США к российскому рублю) за период с 2010 по 1-е полугодие 2018 гг.

Источник: Центральный банк Российской Федерации.

[The dynamics of the exchange rate (US dollar to Russian ruble) for the period from 2010 to 1st half of 2018]

Количество позиций, закупаемых МПКИ

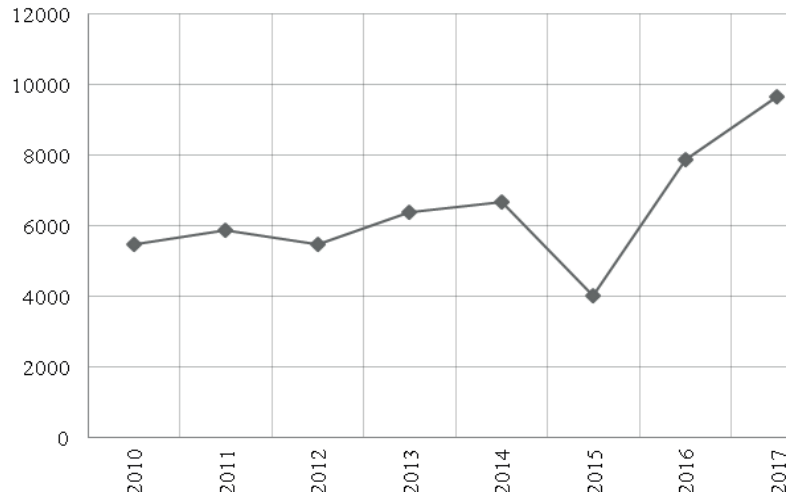


Рис. 3. Динамика изменения объемов закупок МПКИ за период с 2010 по 2017 гг.
[Dynamics of changes in volumes of purchases of IPCC for the period from 2010 to 2017]

С учетом вышеперечисленных факторов, группой экспертов, состоящей из девяти специалистов планово-экономического отдела предприятия, была дана оценка относительно финансово-экономического состояния предприятия за период с начала 2010 г. по 2017 г. В результате, 2016 и 2017 гг. были охарактеризованы как «наиболее благоприятные» финансовые годы, и их показатели могут считаться базовыми в процессе планирования затрат на МПКИ. С учетом полученных данных, для того, чтобы адекватно учесть инерцию рассматриваемых экономических процессов, необходимо экспоненциально распределить веса параметров распределения σ и a таким образом, чтобы наибольшие статистические веса соответствовали последним двум значе-

ниям временного ряда [14, 16–25]. В результате, на основе проведенного анализа за рассматриваемые восемь лет (с 2010 по 2017 гг.), был выбран параметр сглаживания, равный 0,75.

Таким образом, представление полученных параметров распределения в качестве временных рядов и использование метода экспоненциального сглаживания для экстраполяции данных позволили получить два прогнозных параметра σ и a на 2018 г.

Так как ориентировочный объем закупок МПКИ на 2018 г. известен, зная прогнозные параметры распределения, можно построить теоретическую функцию распределения и рассчитать общую прогнозную сумму затрат на МПКИ на 2018 г. (рис. 4).

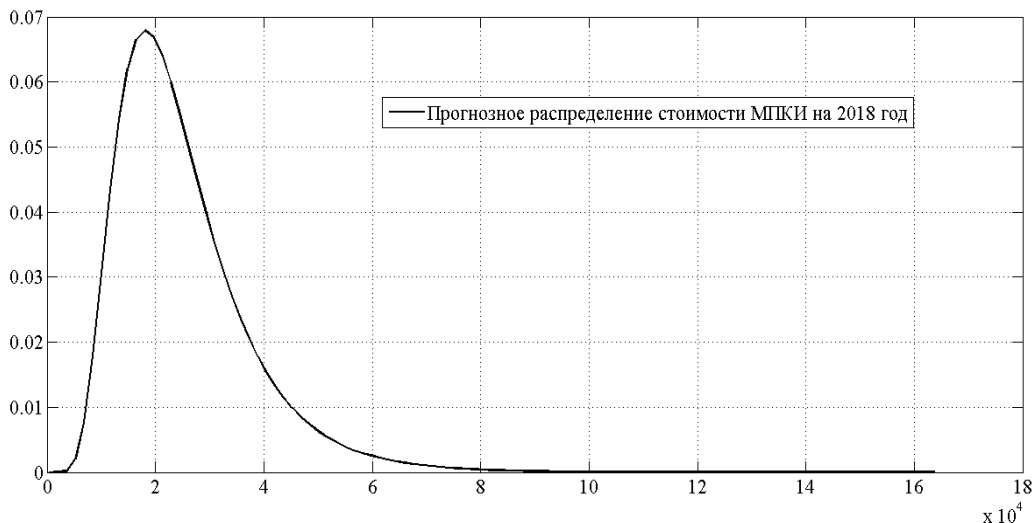


Рис. 4. Прогнозное распределение стоимости МПКИ за 2018 г.
[Forecast distribution of the value of the IPCC for 2018]

В результате использования, разработанной модели была получена ориентировочная величина общих затрат предприятия на закупку МПКИ на 2018 г., которая составила порядка 172 350 000 руб. Сравнение прогнозного показателя с фактическими затратами показало, что погрешность разработанной модели прогнозирования меньше погрешности метода, используемого на высокотехнологичном предприятии радиоэлектронной промышленности, в четыре раза.

Заключение

Необходимо отметить, что современные методы экономико-математического моделирования затрагивают практически все разделы математики: теорию вероятностей и математическую статистику, линейную алгебру, дифференциальное и интегральное исчисление, дискретную математику и математическую кибернетику и т. д. Использование таких аналитических инструментов для изучения экономических процессов позволяет успешно решать нестандартные задачи с учетом индивидуальных особенностей рассматриваемых процессов - например, изменение курса иностранной валюты, а также наличие брака в процессе производства. Создание гибких индивидуально-адаптированных моделей на базе специального математического аппарата способствует снижению погрешности при прогнозировании. Это существенно повышает эффективность систем прогнозирования и анализа, используемых на промышленных предприятиях.

Библиографический список

1. Симачев Ю.В., Кузык Н.Н., Зудин М.Г. Импортозависимость и импортозамещение в российской обрабатывающей промышленности: взгляд бизнеса // ФОРСАЙТ. 2016. Т. 10. № 4. С. 25–45.
2. Пименов В.В., Быстров А.В., Калиматова Л.Б. Инструменты развития промышленной политики России на современном этапе трансформации экономики // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2017. № 1. С. 105–116.
3. Быстров А.В., Свирчевский В.Д., Худяков С.В., Есина А.Р. Тренды экономики промышленности России. Промышленное производство в 2018 году. Общие тенденции // Статья в открытом архиве. 2019. № 3. DOI: 10.21686/prom/3.2019
4. Кулясова А.С. Russian state policy in the sphere of radio-electronic production // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2016. № 1. С. 163–165.
5. Porter M. Competitive Strategy. Techniques for Analyzing Industries and Competitors. N.Y.; London; Toronto; Sydney; Singapore: Free Press, 1980. 397 p.
6. Быстров А.В., Пименов В.В., Калиматова Л.Б. Инструментарий обеспечения устойчивого развития высокотехнологичных предприятий в условиях современных вызовов и угроз // Научные исследования и разработки. Экономика фирмы. 2015. Т. 4. № 4. С. 4–13. DOI: 10.12737/18382
7. Быстров А.В., Кулясова А.С., Свирчевский В.В., Волков В.И., Пименов В.В., Юсим В.Н., Игнатова Л.Н., Есина А.Р., Елина О.А., Болкина Г.И., Голубев В.В., Мамонтов Г.Д. Развитие системы внутрифирменного планирования на предприятиях радиоэлектронной промышленности. М.: РУСАЙНС, 2019. 120 с.
8. Сугарова И.В. Содержание бюджетного планирования расходов // TERRA ECONOMICUS. 2013. № 3-3. С. 74–78.
9. Steiner G.A. Top Management Planning. N.Y.: Macmillan, 1969. 800 p.
10. Bystrov A.V., Yusim V.N., Curtis T. Macroconstants of development: a new benchmark for the strategic development of advanced countries and firms // International Journal of Business and Globalisation. 2017. V. 18. N. 2. P. 167–181. DOI: 10.1504/IJBG.2017.081957
11. Ливандовская А.Д. Экономика и математика: их взаимодействие // Вестник Тихоокеанского Государственного экономического университета. 2008. № 4(48). С. 90–98.
12. Samuelson P.A., Koopmans T.C., Stone J.R.N. Report of the evaluative Committee for Econometrica // Econometrica. 1954. N 2. P. 141–146.
13. Кулясова А.С. Использование элементов прикладного статистического анализа с целью осуществления процесса прогнозирования в экономических исследованиях // Экономика и предпринимательство. 2016. № 12-3. С. 920–922.
14. Быстров А.В., Свирчевский В.Д., Юсим В.Н. Кластерная политика динамической оптимизации высокотехнологичных отраслей промышленности в условиях вынужденной автаркии // В сб.: Современная экономика: концепции и модели инновационного развития материалы VII Международной научно-практической конференции. М.: РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2015. С. 371–378.
15. Kyliasova A.S. Automation processes in the sphere of creation of hightech radio communication systems in the radio-electronic production industry // Экономика и предпринимательство. 2017. № 2-1. С. 1174–1176.
16. Куликов Е.И. Прикладной статистический анализ: учеб. пособие для вузов. М.: Горячая линия – Телеком, 2008. 464 с.
17. Hyndman R.J., Koehler A.B., Ord J.K., Snyder R.D. Forecasting with Exponential Smoothing. The State Space Approach. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2008. 360 p.
18. Kirchgässner G., Wolters J., Hassler U. Introduction to Modern Time Series Analysis. Springer, 2013. 325 p.
19. Ou S.O. A misconception about exponential smoothing // The Journal of Business Forecasting Methods & Systems. 1997. V. 15. N 4. P.15–16.
20. Gardner E.S. Exponential smoothing: The state of the art // Journal of Forecasting. 1985. V. 4. Iss. 1. P. 1–28.
21. Makridakis S., Andersen A., Carbone R., Fildes R., Hibon M., Lewandowski R., Newton J., Parzen E., Winkler R. The accuracy of extrapolation (time series) methods:

Results of a forecasting competition // Journal of Forecasting. 1982. V. 1. Iss. 2. P. 111–153. DOI: 10.1002/for.3980010202

22. Billah B., Hyndman R.J., Koehler A.B. Empirical information criteria for time series forecasting model selection // Journal of Statistical Computation and Simulation. 2005. V. 75. N 10. P. 831–840.

23. Cotton D. Keys to management. Harlow: Longman, 2008. 224 p.

24. Bystrov A.V., Yusim V.N., Curtis T. Macroconstants of development: a new benchmark for the strategic development of advanced countries and firms // International Journal of Business and Globalisation. 2017. V. 18. N 2. P. 167–181.

25. Levin R.I., Rubin D.S. Statistics for management. Englewood Cliffs: Prentice Hall, Inc., 1994. 361 p.

Ekonomika v promyshlennosti = Russian Journal of Industrial Economics

2019, vol. 12, no. 3, pp. 316–322

ISSN 2072-1633 (print)

ISSN 2413-662X (online)

Economic and mathematical modeling as an effective tool of the analysis of economic processes in industry

A.S. Kulyasova – sergeevnanna@mail.ru

Hi-Tech LLC, 43 bld. 3, Volgogradskiy Prospect, Moscow 109316, Russia

A.R. Esina – allache@mail.ru, V.D. Svirchevskiy – vad_1@bk.ru

Industrial Economics Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremianniy Per., Moscow 117997, Russia

Abstract. In conditions of market volatility, an important issue for industrial enterprises is the issue of creating an efficient resource allocation mechanism. The article gives an example about using of individually adapted economic and mathematical model for forecasting the cost of materials and purchased products, that takes into account both internal and external factors affecting the planning figures. In order to create an effective predictive model, an analysis was conducted of statistical data for the period from 2009 to 2016, data was represented by high-tech enterprises of the radioelectronic industry. As a result of analysis it was revealed the presence of statistical regularities in the nature of the distribution of the analyzed data.

On the basis of the calculated distribution parameters, a prediction procedure was performed using the exponential smoothing method and the total projected cost of materials and purchased products was obtained. The use of elements of probability theory and mathematical statistics, as well as methods for forecasting time series as basic methods of the model allows to take into account probabilistic economic factors, such as, for example, a change in the exchange rate of a foreign currency, as well as the presence of defects in the production process. Application of a special mathematical apparatus provides an ability to create a flexible, individually-adapted forecasting model.

As a result of application of the model intended for forecasting the cost of materials and purchased products at one of industry enterprises it was revealed that the

developed model has lower calculation error than the method that is used at the enterprise at present. Thus economic and mathematical model allows increasing the efficiency of the enterprise's planned system and ensuring a rational resource allocation by increasing the accuracy of the forecasting process.

Keywords: volatile economic environment, industrial enterprise, mathematical modeling, forecasting

References

1. Simachev Y.V., Kuzyk N.N., Zudin M.G. Import Dependence and Import Substitution in Russian Manufacturing: A Business Viewpoint. *Foresight and STI Governance*. 2016. Vol. 10. No. 4. Pp. 25–45. (In Russ.)

2. Pimenov V.V., Bystrov A.V., Kalimatova L.B. Tools necessary to develop industrial policy of Russia at the current stage of economy transformation. *Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*. 2017. No. 1. Pp. 105–116. (In Russ.)

3. Bystrov A.V., Svirchevskiy V.D., Khudyakov S.V., Esina A.R. Trends in Russian industrial economics. Industrial production in 2018. General trends. *Stat'ya v otkrytom arkhive*. 2019. No. 3. (In Russ.). DOI: 10.21686/prom/3.2019

4. Kyliasova A.S. Russian state policy in the sphere of radio-electronic production. *RISK: Resursy, Informatsiya, Snabzhenie, Konkurentsya = RISK: Resursy, Informatsiya, Msnabzheniye, Konkurentsya*. 2016. No. 1. Pp. 163–165.

5. Porter M. Competitive Strategy Techniques for Analyzing Industries and Competitors. New York; London; Toronto; Sydney; Singapore: Free Press, 1980. 397 p.

6. Bystrov A.V., Pimenov V.V., Kalimatova L.B. Tools for sustainable development of high-tech enterprises in the face of current challenges and threats. *Research and development. Company Economics*. 2015. Vol. 4. No. 4. Pp. 4–13. (In Russ.). DOI: 10.12737/18382

7. Bystrov A.V., Kulyasova A.S., Svirchevskiy V.V., Volkov V.I., Pimenov V.V., Yusim V.N., Ignatova L.N., Esina A.R., Elina O .A., Bolkina G.I., Golubev V.V.,

Mamontov G.D. *Razvitiye sistemy vnutfirmennogo planirovaniya na predpriyatiyakh radioelektronnoy promyshlennosti* [Development of the internal planning system at the enterprises of the electronic industry]. Moscow: RUSAYNS, 2019. 120 p. (In Russ.)

8. Sugarova I.V. Contents of budget expenditure planning. *TERRA ECONOMICUS*. 2013. No. 3-3. Pp. 74–78. (In Russ.)

9. Steiner G.A. *Top Management Planning*. New York: Macmillan, 1969. 800 p.

10. Bystrov A.V., Yusim V.N., Curtis T. Macroconstants of development: a new benchmark for the strategic development of advanced countries and firms. *International Journal of Business and Globalisation*. 2017. Vol. 18. No. 2. Pp. 167–181. DOI: 10.1504/IJBG.2017.081957

11. Livandovskaya A.D. Economics and Mathematics: Their Interaction. *Vestnik Tikhookeanskogo Gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta = Bulletin of the Pacific State Economic University*. 2008. No. 4. Pp. 90–98. (In Russ.)

12. Samuelson P.A., Koopmans T.C., Stone J.R.N. Report of the evaluative Committee for Econometrica. *Econometrica*. 1954. No. 2. Pp. 141–146.

13. Kyliasova A.S. Using of elements of applied statistical analysis in the process of forecasting in economic research. *Journal of economy and entrepreneurship*. 2016. No. 12-3. Pp. 920–922. (In Russ.)

14. Bystrov A.V., Svirchevskiy V.D., Yusim V.N. Klasternaya politika dinamicheskoi optimizatsii vysokotekhnologichnykh otraslei promyshlennosti v usloviyakh vyzhdennoi avtarkii [Cluster policy of dynamic optimization of high-tech industries in the context of forced autarky]. In: *Modern Economics: Concepts and Models of Innovative Development Materials of the VII International Scientific and Practical Conference*. Moscow: REU im. G.V. Plekhanova, 2015. Pp. 371–378. (In Russ.)

15. Kyliasova A.S. Automation processes in the sphere of creation of hightech radio communication sys-

tems in the radio-electronic production industry. *Journal of Economy and entrepreneurship*. 2017. No. 2-1. Pp. 1174–1176.

16. Kulikov E.I., *Prikladnoj statisticheskij analiz: uchebnoe posobie dlya vuzov* [Applied statistical analysis]. Moscow: Goryachaya liniya – Telekom, 2008, 464 p. (In Russ.)

17. Hyndman R.J., Koehler A.B., Ord J.K., Snyder R.D. *Forecasting with Exponential Smoothing. The State Space Approach*. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2008. 360 p.

18. Kirchgässner G., Wolters J., Hassler U. *Introduction to Modern Time Series Analysis* Springer, 2013. 325 p.

19. Ou S.O. A misconception about exponential smoothing. *The Journal of Business Forecasting Methods & Systems*. 1997. Vol. 15. No. 4. Pp. 15–16.

20. Gardner (Jr) E. S. Exponential smoothing: The state of the art. *Journal of Forecasting*. 1985. Vol. 4. No. 1. Pp. 1–28.

21. Makridakis S., Andersen A., Carbone R., Fildes R., Hibon M., Lewandowski R., Newton J., Parzen E., Winkler R. The accuracy of extrapolation (time series) methods: results of a forecasting competition. *Journal of Forecasting*. 1982. Vol. 1. No. 2. Pp. 111–153. DOI: 10.1002/for.3980010202

22. Billah B., Hyndman R.J., Koehler A.B. Empirical information criteria for time series forecasting model selection. *Journal of Statistical Computation and Simulation*. 2005. Vol. 75. No. 10. Pp. 831–840.

23. Cotton D. *Keys to management*. Harlow: Longman, 2008. 224 p.

24. Bystrov A.V., Yusim V. N., Curtis T. Macro constants of development: a new benchmark for the strategic development of advanced countries and firms. *International Journal of Business and Globalisation*. 2017. Vol. 18. No. 2. Pp. 167–181.

25. Levin R.I., Rubin D.S. *Statistics for management*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, Inc., 1994. 361 p.