

А. В. Уренцев¹, С. А. Назаревич²

¹ АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс», ² Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПРЕВЕНТИВНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В статье рассмотрены проблемы прогнозирования технических и потребительских характеристик при проектировании или модернизации сложных технических систем (СТС). Предложена модель методики мониторинга потенциала СТС, состоящая из двух последовательных этапов: анализа технического уровня объекта исследования относительно его конкурента и прогнозирования изменений потребительских характеристик ведущего аналога для исследуемого объекта с использованием метода скользящей средней. Разработан алгоритм методики мониторинга потенциала СТС, обозначены особенности ее применения, заключающиеся в получении аналитических данных, на основании которых предприятие может управлять трендами модернизации СТС. Также обновление информационного банка знаний будет способствовать развитию гибкости технологических процессов мелкосерийного производства и адаптации к быстро изменяющимся условиям внешней конкурентной среды без лишних затрат человеческих и финансовых ресурсов, подстраиваясь под нужды текущего потребителя.

Ключевые слова: качество, анализ, модель, технический потенциал

Введение

Одним из ключевых направлений современной промышленности и основой высокотехнологичных изделий во многих отраслях является радиоэлектронная промышленность. Ее главная цель – разработка СТС, отличительные черты которых можно определить как многоэлементность, иерархичность строения, множественность связей между элементами, способность выполнения не менее одной функции. Проблемы в прогнозировании потенциала СТС опираются на изменчивость как требований рынка, так и отдельных клиентов. Поэтому необходим аппарат превентивного управления техническим потенциалом производимой системы.

Чаще всего системы мониторинга направлены на анализ общей востребованности существующих изделий на рынке, а не востребованности их отдельных технических характеристик, что значительно усложняет прогнозирование тенденций развития модернизации СТС на предприятии.

По результатам мониторинга предприятие получает возможность периодически наращивать технологическую базу знаний путем аккумуляции конструкторской документации, включающей разработки, которые созданы с помощью существующей

базовой структуры изделия, а также принципиально новые конструкторско-технологические решения, обладающие высокой наукоемкостью. Подобные решения достаточно эффективны для достижения целей диверсификации основной производственной линейки предприятия. Поэтому задачи управления трендами в процессах модернизации СТС имеют большое практико-эффективное значение.

Построение методики мониторинга потенциала СТС

Первоначально следует определиться, на каких этапах жизненного цикла продукции необходимо и возможно провести прогнозирование изменения технических характеристик СТС. Исследования системотехнических процессов, которые описывают изменение статуса и состояния продукции с течением времени, начиная с фундаментальных исследований, касающихся будущего объекта разработки, заканчивая его уходом с рынка и последующей ликвидацией, должны опираться на постоянный мониторинговый аппарат. Такой аппарат учитывает целевые показатели качества, заявленные потребителем и, возможно, с течением времени приобретающие более вариативный характер.

Поэтому с точки зрения системотехнических процессов, согласно ГОСТ 15.000-2016, жизненный цикл продукта (ЖЦП) включает в себя следующие стадии, подлежащие мониторингу (рис. 1):

- исследование и проектирование;
- разработка;
- изготовление (производство);
- поставка;
- эксплуатация (потребление, хранение);
- ликвидация [1].

Методика мониторинга потенциала СТС состоит из двух этапов.

На первом этапе производится анализ технического уровня объекта исследования относительно его главного конкурента (базового образца) согласно следующим выражениям:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{\text{откл}} = \left(1 - \frac{P_{\text{н}}}{P_{\text{к}}}\right) 100, \\ Q_{\text{откл}} = \left(1 - \frac{P_{\text{к}}}{P_{\text{н}}}\right) 100, \\ Q_{\text{тех. хар.}} = \frac{P_{\text{ус. тех. хар.}}}{P_{\text{общ. тех. хар.}}}, \\ Q_{\text{потр. хар.}} = \frac{P_{\text{ус. потр. хар.}}}{P_{\text{общ. потр. хар.}}}, \end{array} \right. \quad (1)$$

где $P_{\text{н}}$ – показатель качества новшества; $P_{\text{к}}$ – показатель качества конкурента; $Q_{\text{откл}}$ – отклонение показателей, %; $Q_{\text{тех. хар.}}$ – показатель усовершенствованных технических характеристик, %; $Q_{\text{потр. хар.}}$ – показатель усовершенствованных потребительских характеристик, %; $P_{\text{ус. тех. хар.}}$ – количество усовершенствованных технических характеристик; $P_{\text{общ. тех. хар.}}$ – общее количество технических характеристик; $P_{\text{ус. потр. хар.}}$ – количество усовершенствованных потребительских характеристик; $P_{\text{общ. потр. хар.}}$ – общее количество потребительских характеристик [3–5].

На втором этапе проводится прогнозирование изменения потребительских характеристик главного аналога исследуемого объекта с использованием метода скользящей средней [3, 4]:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{i2} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n P_i, \\ \sigma_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - P_{i2})^2}{2}}, \\ P_{i3} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^n P_i, \\ \sigma_3 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - P_{i3})^2}{3}}, \end{array} \right. \quad (2)$$

где P_i – значение i -го потребительского показателя оцениваемой продукции исходного временного ряда; P_{i2} – значение i -го потребительского показателя оцениваемой продукции сглаженного временного ряда по данным за предыдущие два периода (месяца, года, квартала и т. д.); P_{i3} – значение i -го потребительского показателя оцениваемой продукции сглаженного временного ряда по данным за предыдущие три периода; σ_2 – средняя погрешность со сглаживанием временного ряда по данным за предыдущие два периода; σ_3 – средняя погрешность со сглаживанием временного ряда по данным за предыдущие три периода.

По значениям исходного временного ряда (значениям потребительских показателей оцениваемой продукции) строим сглаженный временной ряд методом скользящего среднего по данным за два предыдущих периода по формуле

$$P_{i2} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n P_i, \quad (3)$$

где P_{i2} – значение i -го потребительского показателя оцениваемой продукции сглаженного временного ряда по данным за предыдущие два периода; P_i – значение i -го потребительского показателя оцениваемой продукции исходного временного ряда.

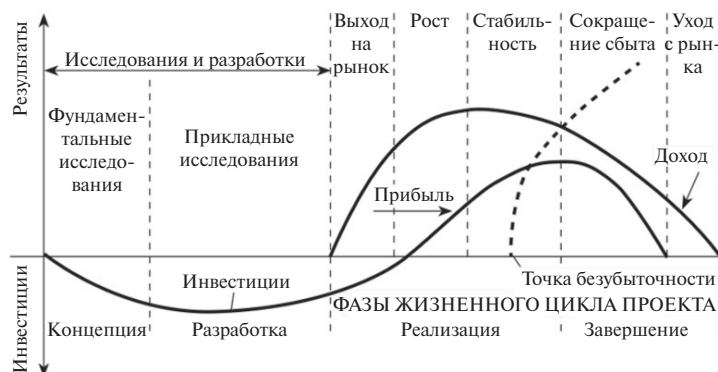


Рисунок 1. Фазы жизненного цикла продукта [2]

Для определения точности произведенного прогноза по двум периодам необходимо рассчитать стандартную погрешность по формуле

$$\sigma_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - P_{i2})^2}{2}}, \quad (4)$$

где σ_2 – средняя погрешность со сглаживанием временного ряда по данным за предыдущие два периода. Чем меньше данный показатель, тем выше вероятная точность полученного результата. Аналогичные вычисления необходимо произвести для данных за три предыдущих периода:

$$P_{i3} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^n P_i, \quad (5)$$

$$\sigma_3 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - P_{i3})^2}{3}}, \quad (6)$$

где P_{i3} – значение i -го потребительского показателя оцениваемой продукции сглаженного временного ряда по данным за предыдущие три периода;

σ_3 – средняя погрешность со сглаживанием временного ряда по данным за предыдущие три периода.

Для получения комплексного и систематизированного представления о перспективах развития и текущем состоянии СТС путем мониторинга главных показателей, составляющих потребительскую значимость всей системы в целом [5], разработан алгоритм, представленный на рис. 2.

Алгоритм представляет собой последовательность действий для сравнения разрабатываемой на предприятии СТС с ее главным конкурентом (аналогом), выявления сильных и слабых сторон конкурента и принятия решения о необходимости разработки программ модернизации СТС в рамках стратегии опережающей стандартизации с целью повышения ее конкурентоспособности и востребованности на рынке.

Заключение

Задачи управления трендами модернизации СТС требуют от функционального менеджмента предприятия понимания вопросов кадровых

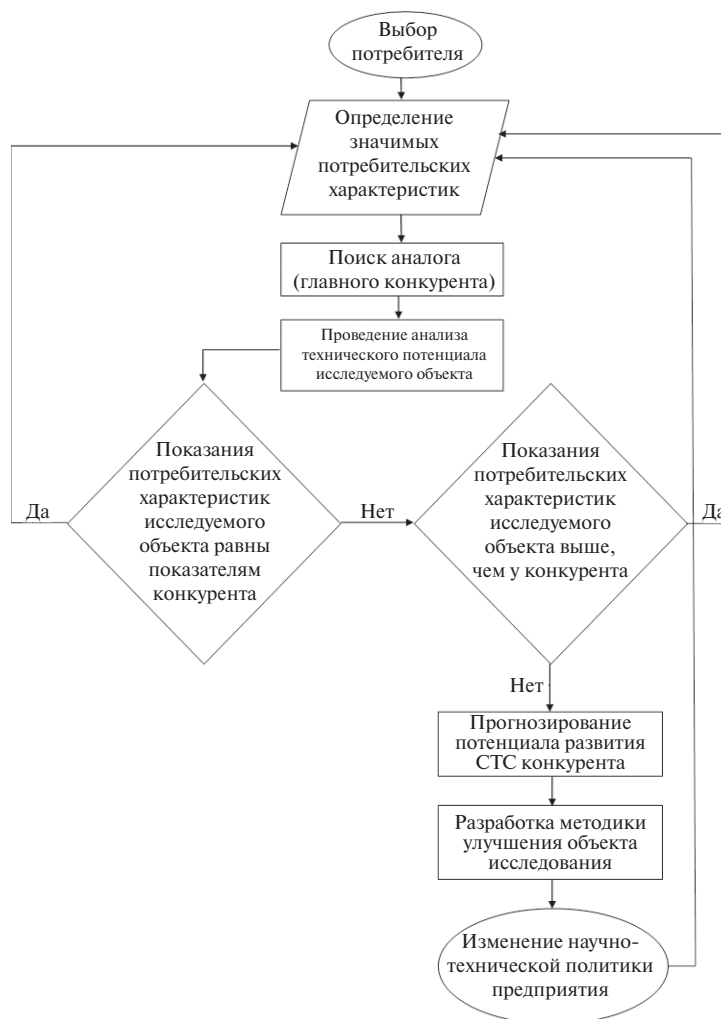


Рисунок 2. Алгоритм методики мониторинга потенциала сложной технической системы

изменений. Необходимы организационно-технические решения по рационализации технологических процессов, функционала и ответственности сотрудников тех структурных подразделений, в сферу работы которых входит научно-техническое прогнозирование результатов деятельности организации, учет и сопоставление технического уровня производимых изделий с головными изделиями отечественных предприятий и конкурирующих аналогов международных организаций. Создание системы управления трендами модернизации СТС должно начинаться со следующих шагов:

- выбор конкретного потребителя;
- поиск объекта для сравнения (главного конкурента), имеющего преимущество по потребительским характеристикам;
- анализ технического потенциала исследуемого объекта относительно аналога (главного конкурента);

- сравнение потребительских характеристик объекта исследования с аналогом (главным конкурентом);
- прогнозирование изменения потребительских характеристик аналога (главного конкурента).

Перечисленные шаги позволят определить уровень востребованности существующих изделий на рынке, востребованность их отдельных характеристик, которые являются наиболее значимыми для потребителя, и оценить возможности продукта занять более высокое положение на рынке. Повышение качества результатов планирования перспективных изменений технического потенциала СТС за счет прогнозирования и предсказания тенденций развития конкурирующей продукции, в свою очередь, позволит своевременно вносить необходимые изменения в производственный процесс или конструкцию самого объекта исследования на ранних стадиях, тем самым повышая его общую конкурентоспособность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 15.000-2016. Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Основные положения. М.: Стандартинформ, 2016. 15 с.
2. Берг Д. Б., Ульянова Е. А., Добряк П. В. Модели жизненного цикла. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. 74 с.
3. Модель оценки технического уровня бытовой техники / М. В. Шанта, Е. Г. Семенова, В. М. Милова, М. С. Смирнова // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 30–38.
4. Повышение потребительской ценности продукции за счет оптимизации процесса туманных вычислений / А. Г. Варжапетян, Е. Г. Семенова, В. А. Тушавин, М. С. Смирнова // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 130–136.
5. Назаревич С. А., Урентцев А. В. Разработка базовой структуры системы управления качеством трендового развития потенциала сложной технической системы беспилотного летательного аппарата // Вопросы радиоэлектроники. 2019. № 7. С. 46–52.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Урентцев Александр Викторович, аспирант, инженер по качеству, АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс», Российская Федерация, 197375, Санкт-Петербург, ул. Новосельковская, д. 37, лит. А, тел.: 8 (812) 777-50-51, e-mail: urentsev@mail.ru.

Назаревич Станислав Анатольевич, к. т. н., доцент, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (ГУАП), Российская Федерация, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А, тел.: 8 (812) 494-70-69, e-mail: albus87@inbox.ru.

For citation: Urentsev A. V., Nazarevich S. A. Development of elements of a management system of preventive forecasting potential of complex technical systems. Issues of radio electronics, 2020, no. 3, pp. 11–15. DOI 10.21778/2218-5453-2020-3-11-15

A. V. Urentsev, S. A. Nazarevich

DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF A MANAGEMENT SYSTEM OF PREVENTIVE FORECASTING POTENTIAL OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS

The article discusses the problems of forecasting technical and consumer characteristics at designing or modernization of complex technical systems. The model of the technique of complex technical system potential monitoring is proposed, it consists of two successive stages: analysis of technical level of the researched object relatively to its competitor and forecasting changes of consumer characteristics of the leading analogue for studied object using the moving average method. The methodology algorithm for monitoring of potential of a complex technical systems has been developed. The features of the developed methodology connected with obtaining of analytical data basing on which the enterprise becomes able to control the trends of complex technical systems modernization are indicated. Also the renewal of knowledge information bank will promote development of flexibility of small-scale production technological processes and adaptation to the factors of external competitive environment, adjusting itself to the needs of the current customer without extra human and financial resources.

Keywords: quality, analysis, model, technical potential

REFERENCES

1. GOST R15.000-2016. *System of product development and launching into manufacture. Basic provisions*. Moscow, Standartinform Publ., 2016, 15 p. (In Russian).
2. Berg D. B., Ulyanova E. A., Dobryak P. V. *Modeli zhiznennogo tsikla* [Life cycle models]. Yekaterinburg, Ural University Publ., 2014, 74 p. (In Russian).
3. Shanta M. V., Semenova E. G., Milova V. M., Smirnova M. S. Model of evaluation of technical level for household appliances. *Issues of radio electronics*, 2018, no. 10, pp. 30–38. (In Russian).
4. Varzhapetyan A. G., Semenova E. G., Tushavin V. A., Smirnova M. S. Increasing the consumer product value for account of optimization of fog computing. *Issues of radio electronics*, 2018, no. 10, pp. 130–136. (In Russian).
5. Balashov V. M., Nazarevich S. A., Urentsev A. V. Development of basic structure for quality management system of trend potential of complex technical system of unmanned aerial vehicles. *Issues of radio electronics*, 2019, no. 7, pp. 46–52. (In Russian).

AUTHORS

Urentsev Alexander, graduate student, quality engineer, «NPP «Radar mms» JSC, 37A, Novoselkovskaya St., Saint-Petersburg, 197375, Russian Federation, tel.: +7 (812) 777-50-51, e-mail: urentsev@mail.ru.

Nazarevich Stanislav, Ph. D., associate professor, Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, 67A, Bolshaya Morskaya St., Saint-Petersburg, 190000, Russian Federation, tel.: +7 (812) 494-70-69, e-mail: albus87@inbox.ru.