



## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПЕРЕХОДНЫХ СОСТОЯНИЙ МОДЕЛИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА МОДИФИКАЦИИ

**М. Н. Митягина, С. А. Назаревич**

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

*В работе выполнен анализ моделей жизненного цикла продукта. Изложены уровни зрелости процессов в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-2-2009, а также представлено графическое изображение моделей уровней зрелости и достигнутых на каждом этапе атрибутов. В результате получена кумулятивная модель, согласно которой можно оценить, достижение какого показателя будет способствовать созданию модификации исходного объекта и началу новой итерации в полном жизненном цикле, а значит, и предотвращению морально-технологической деградации.*

*Ключевые слова: качество, система, процесс, производство, уровень зрелости, атрибут, продукт, жизненный цикл.*

### **Для цитирования:**

*Митягина М. Н., Назаревич С. А. Исследование особенностей переходных состояний модели жизненного цикла модификации // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №4(34), ISSN 2007-5687. – СПб.: ГУАП, 2022 – с.36–15. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2022-4-36-43.*

## INVESTIGATION OF THE FEATURES OF THE MODIFICATION LIFE CYCLE MODEL'S TRANSITIONAL STATES

**M. N. Mityagina, S. A. Nazarevich**

St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

*The article analyses models of product life cycle. The article describes the maturity levels of processes in accordance with GOST R ISO/IEC 15504-2-2009, as well as a graphical representation of models of maturity levels and attributes achieved at each stage. The result is a cumulative model, according to which it is possible to estimate, which indicator will contribute to creation of modification of the initial object and the beginning of a new iteration in the full life cycle, and, therefore, prevent moral and technological degradation.*

*Keywords: quality, system, process, production, maturity level, attribute, product, life cycle.*

### **For citation:**

*Mityagina M. N., Nazarevich S. A. Investigation of the features of the modification life cycle model's transitional states // System analysis and logistics.: №4(34), ISSN 2007–5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2022 –p. 36–43. DOI: 10.31799/2077-5687-2022-4-36-43.*

### **Введение**

Производственный процесс представляет собой совокупность технологических и иных необходимых для производства процессов, рабочих операций, включая трудовую деятельность и трудовые функции работающих [1]. Одним из стратегических решений в производственном процессе является применение системы менеджмента качества, то есть подхода к управлению, ориентированного на ценностные характеристики выпускаемого продукта. Качество является универсальной категорией и отражает степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям [2]. Значит, главной целью данного подхода можно считать ориентацию на устойчивое развитие путём обеспечения промышленности согласно требованиям потребителей.

### **Постановка проблемы**

Согласно ГОСТ 15.000-2016 жизненный цикл продукта включает в себя следующие стадии: исследование и проектирование, разработка, изготовление (производство), поставка, эксплуатация (потребление, хранение) и ликвидация [3]. На каждом этапе происходит не только количественное, но и качественное изменение характеристик объекта. Исследования системотехнических процессов, которые описывают изменение статуса и состояния



продукции с течением времени, должны опираться на постоянный мониторинговый аппарат. Такой аппарат учитывает целевые показатели качества, заявленные потребителем и способные с течением времени приобретать вариативный характер [4].

Полный жизненный цикл системы состоит из нескольких итераций, на каждой из которой изделие проходит этапы от внедрения системы на рынок до спада. На рисунке 1 представлены модели жизненного цикла итерации. Идеализированная модель в общем случае представляется в виде параболы, графика, имеющего экстремум. Следующее графическое изображение отражает жизненный цикл на практике в виде графика кусочной функции, так как на каждом из этапов объект содержит различные характеристики относительно как самой системы и её пределов возможностей, так и аналогичной продукции конкурентов. Этап внедрения – характеристики, добавленные в результате НИОКР и изготовления, рост – совершенствование уровня системы, например, путём обновлений ПО или возможного ремонта. Далее следует зрелость объекта, на которой возможно добавление качественных характеристик системы, но только до предела физических свойств, после которой наступит спад или деградация, то есть процесс обнаружения необратимых изменений, ухудшающих способность изделия выполнять требуемую функцию, развивающиеся с течением времени [5].

Теперь перед производством ставится вопрос: полностью вывести объект из работы или создать модификацию В2 [6]. Для того, чтобы исследуемый продукт вновь достиг пика, необходим механизм оценки потенциала процесса с целью понимания готовности инфраструктуры процесса к изменениям [7].

Таким образом, требуется определить понятие зрелости и оценить, при помощи каких атрибутов возможно обратить процесс деградации в инновацию.

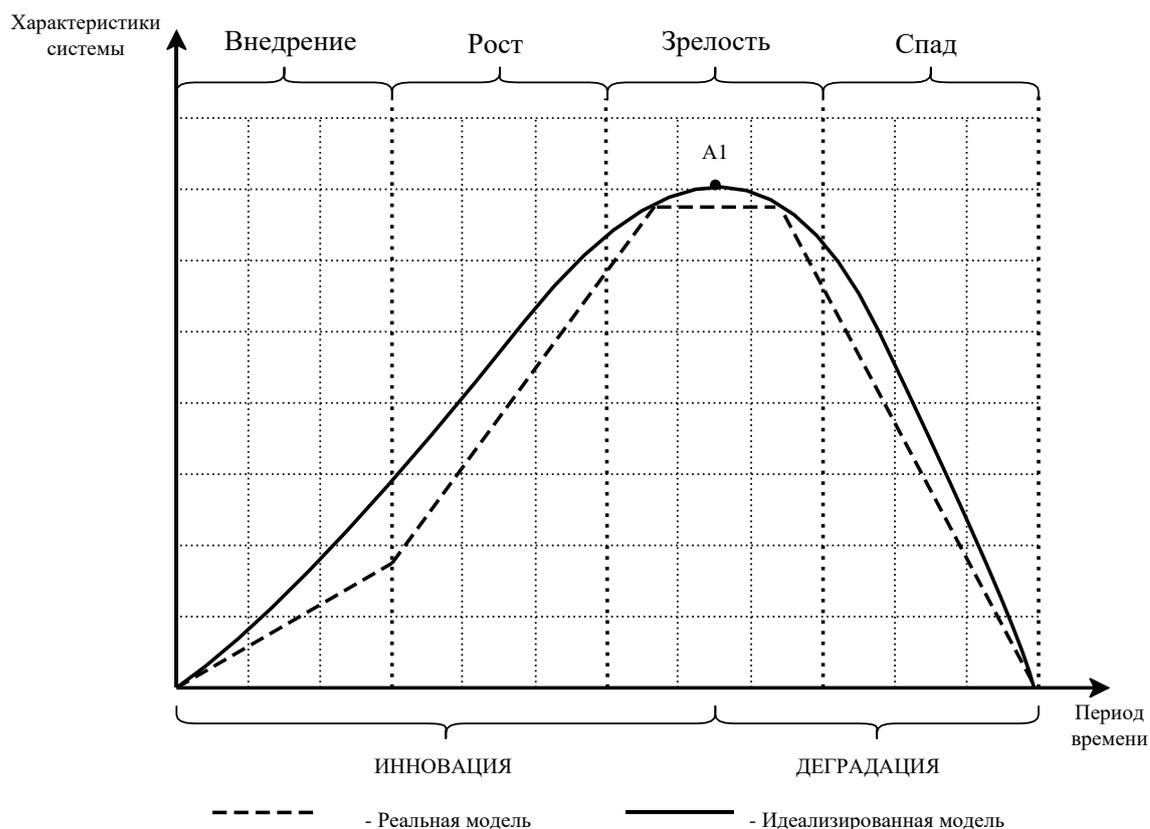


Рис.1. Модели жизненного цикла



### Понятие зрелости

Зрелость – это способность системы в полной мере достигать поставленные при разработке цели, а значит, и соответствовать требованиям показателей измеримости, управляемости, стабильности, контролируемости, надёжности и результативности.

Определить уровень зрелости — значит провести процесс оценки и указать уровень возможностей системы и её атрибуты. Согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-2-2009 выделяется шестиступенчатая шкала уровней процессов, позволяющая определить возможности от самых низких (неполный процесс) до наивысших (оптимизируемый процесс) [8]. Критерием уровня зрелости процесса выступает атрибут или совокупность атрибутов. Каждый уровень зрелости характеризуется не только достижением конкретного критерия, но и кумуляцией атрибутов, приобретённых на предыдущих уровнях. Таким образом, можно представить массив данных, характеризующий степень достижения атрибута (таблица 1), шкала рейтингов с расшифровкой, которая представлена в таблице 2.

Таблица 1 – Массив данных атрибутов зрелости процессов

№ атрибута	Атрибут	Уровень зрелости					
		0	1	2	3	4	5
1.1	Осуществление процесса	Н	Ч/В	П	П	П	П
2.1	Управление осуществлением	Н	Н	Ч/В	П	П	П
2.2	Управление рабочим продуктом	Н	Н	Ч/В	П	П	П
3.1	Определение процесса	Н	Н	Н	Ч/В	П	П
3.2	Развёртывание процесса	Н	Н	Н	Ч/В	П	П
4.1	Измерение процесса	Н	Н	Н	Н	Ч/В	П
4.2	Контроль процесса	Н	Н	Н	Н	Ч/В	П
5.1	Инновация процесса	Н	Н	Н	Н	Н	Ч/В
5.2	Оптимизация процесса	Н	Н	Н	Н	Н	Ч/В

Таблица 2 – Значение рейтингов атрибутов

Код	Сущность	Значение, %
Н	Не достигнут	0 – 15
Ч	Частично достигнут	15 – 60
В	В основном достигнут	50 – 85
П	Полностью достигнут	85 - 100

Визуально уровни зрелости можно представить в виде ступенчатой модели (рисунок 2), так как именно этот тип графического изображения характеризует постепенное развитие, а



также невозможность перехода на высокую ступень без достижения более низкого уровня зрелости.

Однако на практике ступенчатая модель оказывается несостоятельной. При постановке задачи (начало координат) и определении сроков выполнения с последующей кумуляцией производственных мощностей и трудовых ресурсов происходит увеличение качества изделия. Параллельно процесс производства сопровождается дрейфами, связанными с недостаточным освоением атрибута зрелости, неготовностью сложной технической системы к завершению цикла из-за технических несовершенств или усталостью сотрудников, например. Следовательно, идеализированная модель имеет вид графика линейной функции.

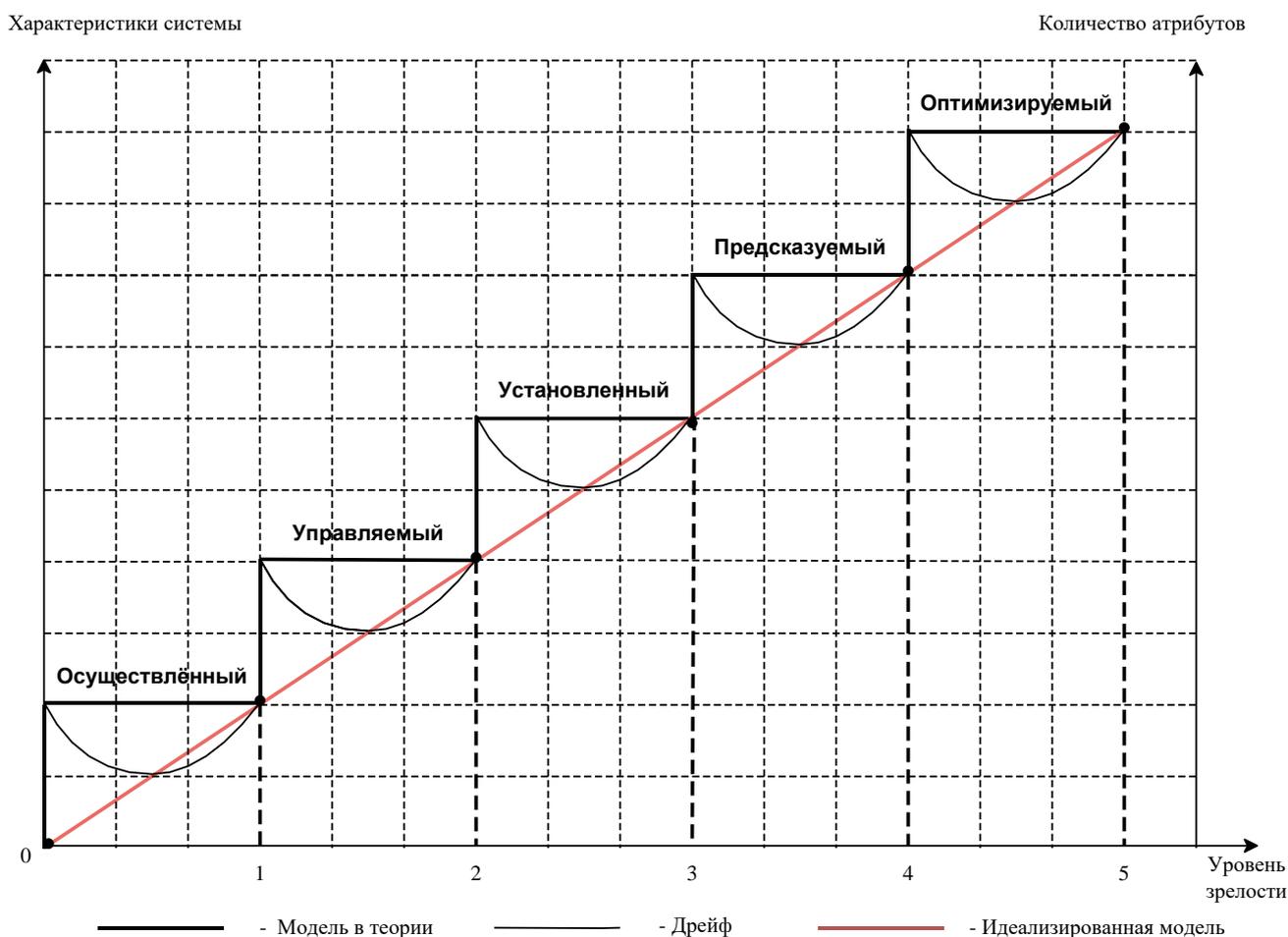


Рис. 2. Модели уровня зрелости

Для улучшения процесса поиска в пространстве параметров рациональной структуры, в рамках планируемого технологического развития следует обратиться к методологии Kaizen и Kaigyō [9]. Kaizen – эволюционное развитие, направленное на непрерывные и постепенное улучшение параметров системы производства внутри уровня зрелости. Среди результатов – достижение атрибута d (согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-2-2009). Kaigyō – революционное развитие, итогом которого становится переход на более высокую ступень уровня зрелости, а также накопление атрибутов. Результирующая методология Kaizen – Kaigyō является той стратегией, которая позволит системе перейти на 5 высшей уровень зрелости путём накопления не только атрибутов процессов, но и ценностных характеристик объекта (рисунок 3).

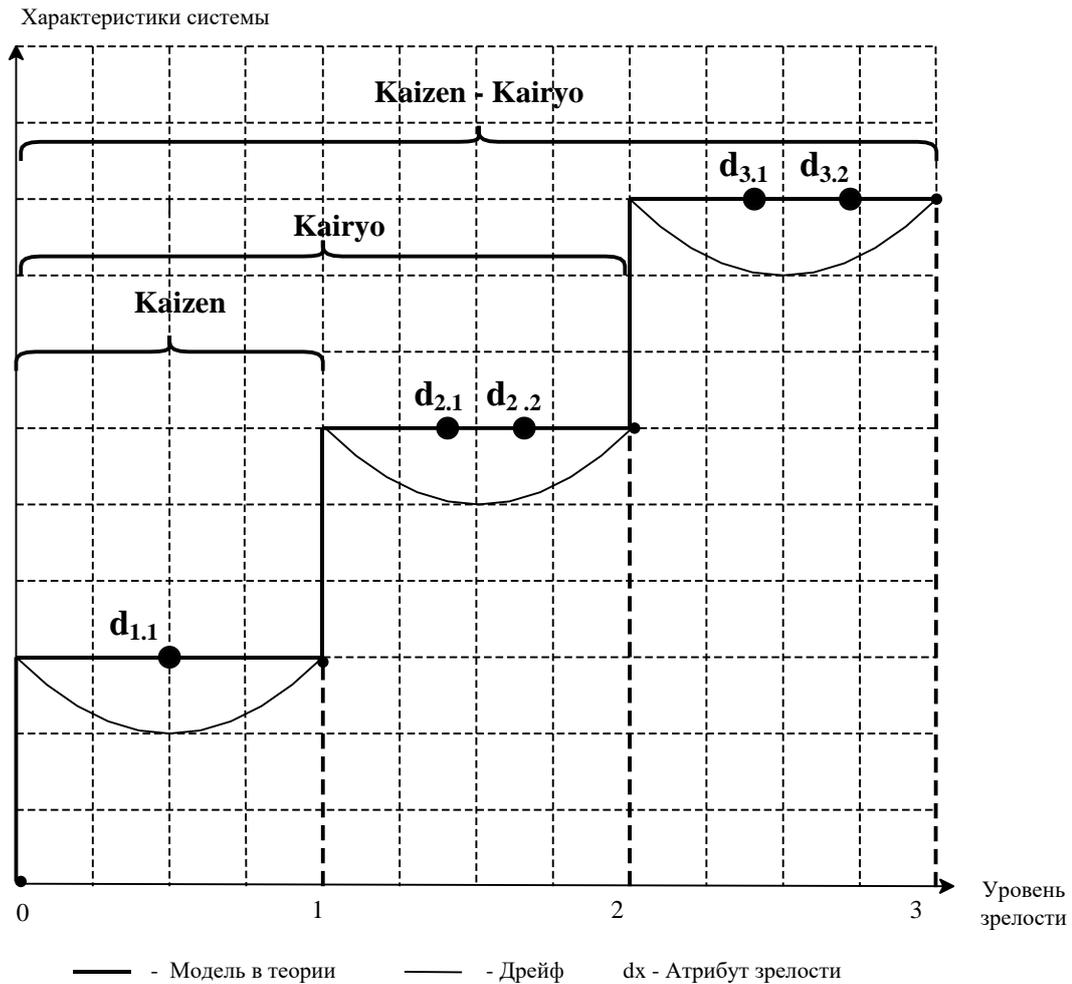
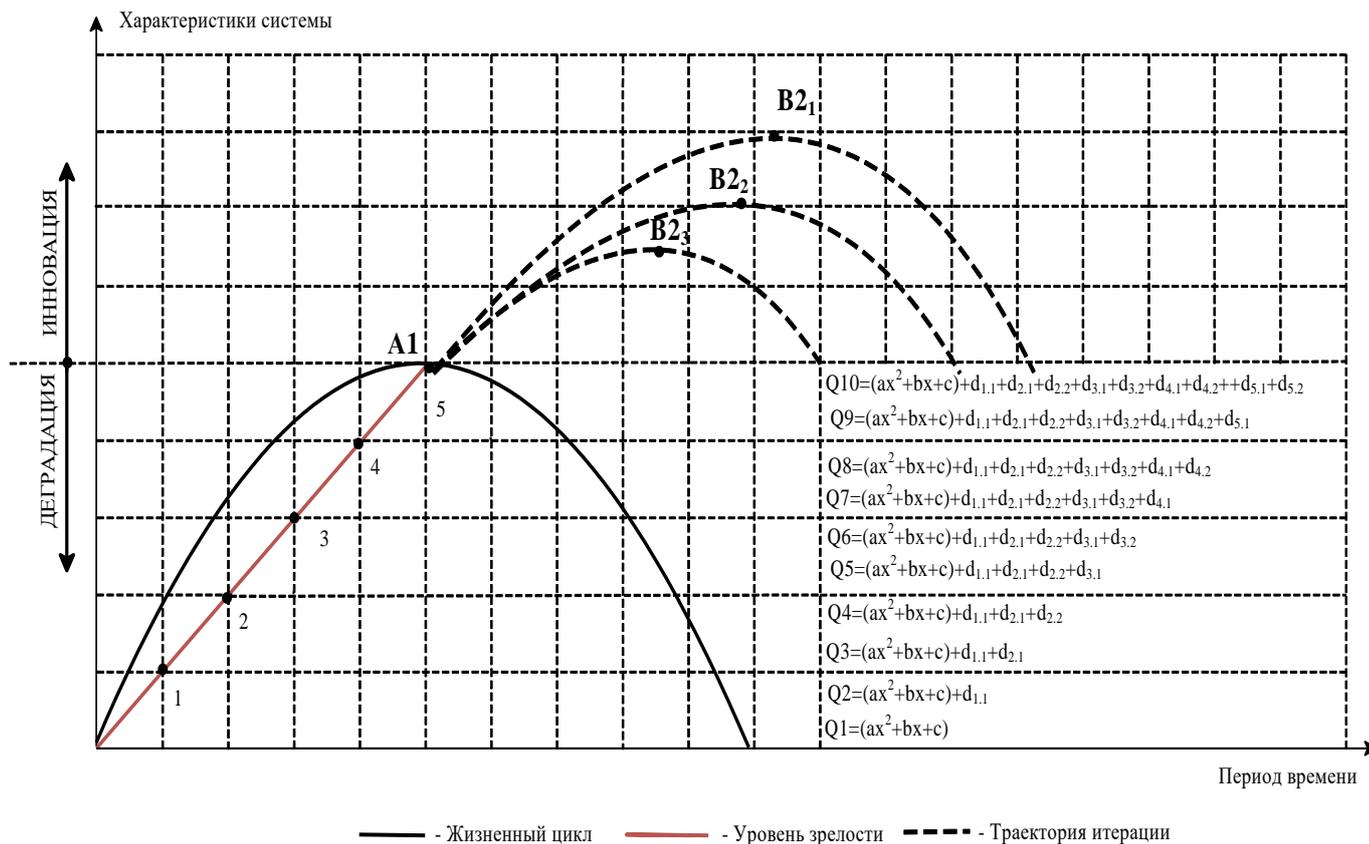


Рис. 3. Методология Kaizen и Kairyo применительно к уровню зрелости процесса производства

### Кумулятивная модель

Из данных, изложенных в ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-2-2009 и представленных на рисунке 2, следует, что атрибут инновации процесса достигается именно при пятом уровне зрелости. Это та ступень, которая определяет стратегию развития исследуемого субъекта путём тотального понимания не только текущего состояния объекта, но и путей его совершенствования. Именно на основе инновации и оптимизации происходит не только переход на следующую итерацию в жизненном цикле, но и предотвращение морально-технологической деградации системы, продукта, технологии. Значит, кумулятивная модель взаимосвязи между уровнем зрелости и итерациями в жизненном цикле выглядит следующим образом (рисунок 4):



A1 - предел возможностей продукта    B2x - предел возможностей модификации

Рис. 4. Кумулятивная модель жизненного цикла

### Заключение

Необходимость исследования жизненного цикла продукции заключается в тенденции к его продлению и многократной типизации за счет создания модификаций и модернизаций основных функциональных технических характеристик, приносящих ценность потребителю. Кривую жизненного цикла необходимо рассматривать не как единичный индикатор деятельности предприятия по реализации ценностных характеристик изделия, а как группу показателей [10], в том числе с учётом параметров и возможностей технологического процесса предприятия. Для предотвращения различного рода производственных потерь необходимо предопределить появление признаков морально-технологической деградации, с помощью создания аппарата по мониторингу уровня зрелости. В целом процессы мониторинга уровня зрелости позволят иметь достаточное количество данных о состоянии производственной системы для оценки степени готовности к проведению новой итерации модификации функциональных технических характеристик продукции и обновлению этапов жизненного цикла.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.3.002-2014 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 10 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. – Москва: Стандартинформ, 2015. – 23 с.
3. ГОСТ Р 15.000-2016. Система разработки и постановки продукции на производство (СППП). Основные положения. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 15 с.
4. Уренцев А. В., Назаревич С. А. Разработка элементов управляющей системы превентивного прогнозирования потенциала сложных технических систем // Вопросы радиоэлектроники. 2020. № 3. С. 11–15. DOI: 10.21778/2218-5453-2020-3-11-15.
5. ГОСТ Р 53480-2009 Надежность в технике. Термины и определения. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 27 с.
6. Митягина М. Н. Исследование особенностей появления признаков морально-технологической деградации в производственных процессах / М. Н. Митягина, С. А. Назаревич, Ю. В. Стовец // Будущее предприятия — в творчестве молодых: сборник докладов Пятой научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 28 мая 2022 года / АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»; Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д. Ф. Устинова. – Санкт-Петербург: СИНЭЛ, 2022. – С. 208-213. – EDN НКРАНФ.
7. Назаревич С. А. Модели и методики мониторинга процессов оценки новизны и конкурентоспособности продукции: автореф. дис. канд. техн. Наук. – Санкт-Петербург: СПбГУАП, 2015. – 211 с.
8. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-2-2009 Информационная технология (ИТ). Оценка процесса. Часть 2. Проведение оценки – Москва: Стандартинформ, 2018. – 20 с.
9. Korshunov G. I. Fuzzy classification of technical condition at life cycle stages of responsible appointment systems / G. I. Korshunov, S. A. Nazarevich, V. A. Smirnov // Fuzzy Technologies in the Industry - FTI 2018: Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference, Ulyanovsk, 23–25 октября 2018 года. – Ulyanovsk: Ульяновский государственный технический университет, 2018. – P. 427-437. – EDN VLIKRP.
10. Назаревич С. А. Актуализация процессов прогнозирования развития сложных технических систем / С. А. Назаревич, А. В. Винниченко // Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем: Сборник докладов Научной сессии ГУАП, Санкт-Петербург, 08–12 апреля 2019 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2019. – С. 173-175. – EDN MYIOYU.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Митягина Мария Николаевна —**

Студент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения  
190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: mitkam2002@yandex.ru

**Назаревич Станислав Анатольевич —**

Кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения  
190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: albus87@inbox.ru



## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Mityagima Maria Nokolaevna —**

student

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

67, Bolshaya Morskaia str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: mitkam2002@yandex.ru

**Nazarevich Stanislav Anatolievich —**

PhD. tech. Sciences, associate Professor

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

67, Bolshaya Morskaia str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: albus87@inbox.ru