

ОЦЕНКА ВРЕМЕННЫХ И СТОИМОСТНЫХ РИСКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТНЫХ ЗАДАНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Н. Д. Печалин¹, А. Г. Финогеев²

¹ Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт
имени академика А. И. Берга, Москва, Россия

² Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹ npchalin@vk.com, ² alexeyfinogeev@gmail.com

Аннотация. *Актуальность и цели.* Рассматриваются вопросы разработки моделей и метода оценки временных и стоимостных рисков производства продукции предприятий оборонно-промышленного комплекса. Целью является создание моделей и алгоритма предиктивного анализа рисков при составлении календарного плана-графика выполнения проектных заданий для поддержки принятия решений руководителями предприятий оборонно-промышленного комплекса. *Материалы и методы.* В ходе исследований разработаны модели расчета и анализа рисков срыва сроков поставок и изменения стоимости электронной компонентной базы изделий. *Результаты.* Важным результатом является алгоритм вероятностной оценки рисков отклонения поставки электронных компонент от запланированных сроков при производстве изделий. Алгоритм анализа рисков решает задачи оценки временных и стоимостных параметров проектного задания на соответствие прогнозным величинам на ранней стадии производственного цикла. Результаты анализа применяются в процессе принятия решений, что позволяет компенсировать факторы неопределенности до начала выполнения проектных работ и повышает эффективность управления производственными проектами. *Выводы.* Внедрение модели и метода прогностической оценки рисков на основе анализа имеющейся статистики на предприятии позволяет использовать полученные результаты для анализа других параметров проектного задания, например параметров надежности изделий и показателей качества. Модели и алгоритм анализа рисков предназначены для руководящего персонала предприятия и в настоящее время используются при составлении календарного плана-графика кооперационных процессов в ходе выполнения производственных заданий по выпуску изделий оборонно-промышленного комплекса.

Ключевые слова: предиктивный анализ, риски, управление проектами, срок поставок, стоимость компонентной базы, вероятность отклонений, план-график

Финансирование: исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 20-71-10087).

Для цитирования: Печалин Н. Д., Финогеев А. Г. Оценка временных и стоимостных рисков выполнения проектных заданий на предприятиях оборонно-промышленного комплекса // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2025. № 1. С. 138–148. doi: 10.21685/2227-8486-2025-1-11

ALGORITHM FOR ASSESSING TIME AND COST RISKS AT ENTERPRISES OF THE MILITARY-INDUSTRIAL COMPLEX

N.D. Pechalin¹, A.G. Finogeev²

¹ Central Scientific Research Radio Engineering Institute
named after Academician A.I. Berg, Moscow, Russia

² Penza State University, Penza, Russia

¹ npechalin@vk.com, ² alexeyfinogeev@gmail.com

Abstract. *Background.* The article considers the development of models and a method for assessing the time and cost risks of manufacturing products at defense industry enterprises. The objective is to create models and an algorithm for predictive risk analysis when drawing up a calendar schedule for the implementation of project tasks to support decision-making by managers of defense industry enterprises. *Materials and methods.* In the course of the research, models were developed for calculating and analyzing the risks of delays in delivery and changes in the cost of the electronic component base of products. *Results.* An important result is an algorithm for probabilistic assessment of the risks of deviations in the delivery of electronic components from the planned dates during product manufacturing. The risk analysis algorithm solves the problems of assessing the time and cost parameters of the project task for compliance with the predicted values at an early stage of the production cycle. The analysis results are used in the decision-making process, which allows compensating for uncertainty factors before the start of design work and increases the efficiency of production project management. *Conclusions.* Implementation of the model and method for predictive risk assessment based on the analysis of available statistics at the enterprise allows using the obtained results to analyze other parameters of the project task, for example, product reliability parameters and quality indicators. The models and algorithm for risk analysis are intended for the management personnel of the enterprise and are currently used in drawing up a calendar schedule of cooperation processes during the implementation of production tasks for the release of products of the defense industry complex.

Keywords: predictive analysis, risks, project management, delivery time, component base cost, probability of deviations, schedule

Financing: the research was supported by a grant from the Russian Science Foundation (project № 20-71-10087).

For citation: Pechalin N.D., Finogeev A.G. Algorithm for assessing time and cost risks at enterprises of the military-industrial complex. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* = *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2025;(1):138–148. (In Russ.). doi: 10.21685/2227-8486-2025-1-11

Введение

Оборонно-промышленный комплекс (ОПК) представляет из себя специализированную высокотехнологичную отрасль производства. Он объединяет множество различных предприятий, организаций и научно-исследовательских институтов. Предприятия классифицируются по научной, производственной или испытательной направленности. Важнейшей научно-производственной деятельностью является обеспечение обороноспособности страны и национальной безопасности, что включает разработку, производство и сервисное обслуживание военной и специальной техники. Государство здесь выступает основным заказчиком в отличие от обычных производственных предприятий и научных центров. Основным видом производственной загрузки предприятий

ОПК является государственный оборонный заказ (ГОЗ), выполнение которого является обязательным [1]. В настоящее время объем ГОЗ значительно вырос в ответ на внешние вызовы для страны, что является сложной проблемой для предприятий ОПК, так как требует роста производства в сжатые сроки [2]. Для ее решения предприятиям приходится увеличивать штат работников, закупать новое оборудование или модернизировать старое, расширять производственные площади. Важнейшим государственным требованием к ОПК является строгое выполнение сроков изготовления продукции при условии достижения импортонезависимости.

Рассматриваются вопросы создания моделей и алгоритма предиктивного анализа рисков, возникающих на начальных этапах разработки календарного плана-графика выполнения проектных заданий, что особенно важно для поддержки принятия решений руководителями предприятий и представляет собой основную цель исследований. Для достижения цели минимизации данных рисков решаются задачи разработки моделей прогностической оценки временных и стоимостных рисков в процессе производства продукции на предприятиях оборонно-промышленного комплекса [3]. Примером таких рисков являются вероятностные риски срыва сроков поставок и изменения стоимости элементов электронной компонентной базы (ЭКБ). Предиктивный анализ рисков на ранней стадии производственного цикла позволяет компенсировать факторы неопределенности до начала выполнения проектного задания, что повышает эффективность управления проектами [4].

Материалы и методы

Традиционно при анализе процессов управления проектами больше внимания уделяется не оценке рисков, что является промежуточным действием, а разработке плана по снижению вероятности их возникновения [5]. В частности, управление проектом на ранних стадиях требует от руководителей оперативно воздействовать на проблемные ситуации, что приводит к позитивным изменениям для достижения поставленных конечных целей. Одним из важнейших показателей эффективности проектного управления является соблюдение сроков выполнения проектных заданий, что часто зависит от грамотных действий лица, принимавшего решения (ЛПР), по минимизации рисков срыва данного показателя [6].

В настоящее время в производстве внедряются новые инновации в рамках концепции Индустрии 4.0, связанные с технологиями искусственного интеллекта, робототехники, новыми материалами и экологическими стандартами [7]. Предприятия и отрасли, которые не имеют программ внедрения новых технологий, проигрывают в конкуренции производствам с программами инновационного развития, что ведет к падению продаж продукции, потери доли ГОЗ и к банкротству [8]. Государства с инновационной программой развития внедряют новые технологии, которые позволяют решить глобальные проблемы в экономике. Например, внедрение роботизированных технологий существенно снижает зависимость от недостатка квалифицированных кадров. Развитие искусственного интеллекта показывает, что такие инновационные технологии имеют широкий спрос на промышленных предприятиях и в целом при управлении любыми организационными системами [9]. Основной причиной здесь становится постоянное усложнение продукции, что требует резкого увеличения кооперационных связей в условиях адаптации к внешним и внутренним

факторам влияния [10]. Учет множества внешних и внутренних факторов риска на ранних стадиях является основной целью планирования проектных заданий, их этапов и отдельных стадий. Одной из проблем планирования является невозможность учесть все возможные факторы риска в ограниченный временной интервал, который дается на подготовку плана выпуска изделий. Неопределенность некоторых факторов риска и сложность их купирования требуют новых решений и инструментов для поддержки принятия решений. Одним из таких инструментов является разработка новых моделей и алгоритма предиктивного анализа и вероятностной оценки риск-факторов. В данном случае под риск-фактором понимается событие, которое может оказать существенное влияние на достижение целей проекта на различных этапах, что часто связано с прогнозируемым изменением его временных и стоимостных параметров. Следует отметить, что риск-факторы несут в себе неопределенность [11] и могут иметь как внутренний, так и внешний характер (рис. 1).

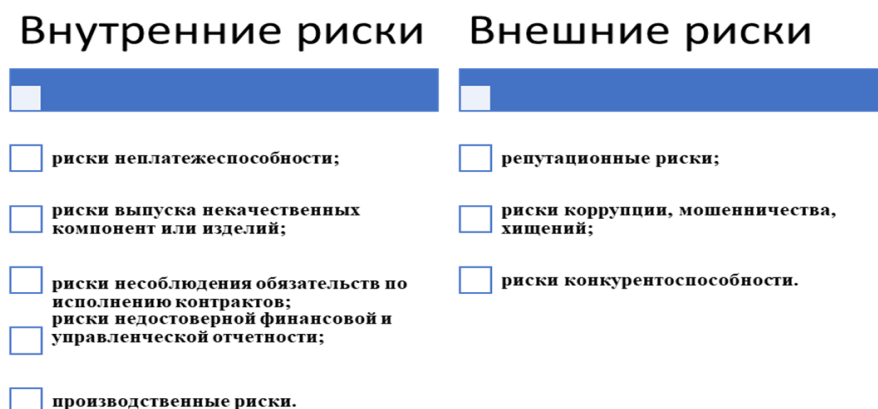


Рис. 1. Примеры внутренних и внешних рисков

В нашем случае наиболее важными риск-факторами являются цена поставки ЭКБ и срок поступления компонент. Большое значение здесь имеет взаимодействие между участниками кооперационных взаимодействий в условиях множества ограничений. Основным принципом производственной кооперации является разделение подцелей проекта между участниками взаимодействия при головном исполнителе, который отвечает за подготовку финального результата проекта. Запланированное достижение подцелей каждым участником производственной кооперации оказывает положительное влияние на ход выполнения всего проектного задания, а отсутствие выполнения запланированной подцели в срок даже одним из участников ведет к срыву сроков ГОЗ, удорожанию всего проекта и появлению репутационных издержек для головного исполнителя. Чем больше предприятий завязаны в кооперацию по изготовлению и поставкам составных частей конечного продукта, тем больше проблемы в задержке поставок составных частей влияют на всю производственную цепочку. Предлагаются модель и алгоритм предиктивного анализа стоимостных и временных рисков на базе накопленной статистики на предприятии по срокам поставки и стоимости ЭКБ для ранее выполненных кооперационных проектов.

Результаты предиктивного анализа и расчета вероятностных оценок временных и стоимостных рисков позволяют определить возможные отклонения

по срокам поставки и стоимостям на примере единиц ЭКБ для участников кооперации с целью прогноза вероятности срыва срока и стоимости изготовления всего изделия. Это поможет оценить риски и определить возможности и механизмы реагирования для принятия управленческих решений на ранних стадиях производственного цикла.

Для оценки рисков перед расчетами следует определить характер и закономерности распределения случайных факторов, которые могут оказывать влияние на вероятности возникновения критических событий, чтобы оценить степень влияния каждого фактора, выполнить их ранжирование для определения наиболее существенных из них. Для решения задачи в исследовании первоначально была принята гипотеза о том, что все факторы являются случайными, слабо зависят друг от друга и ни один из них не является определяющим.

Анализ процессов производства электронных компонент у проверенных участников производственной кооперации, а также существующих транспортных и логистических кооперационных взаимодействий показал, что в большинстве случаев сроки и стоимостные характеристики поставляемой продукции не зависят от деятельности партнеров по кооперации. Для подтверждения гипотезы о наличии или отсутствии доминирующих факторов влияния методом многофакторного дисперсионного анализа была выполнена оценка чувствительности результативных показателей. В приведенном примере в качестве результативных показателей выбраны срок поставки и стоимость поставляемых компонент. В основе метода лежит анализ отклонений единиц исследуемой совокупности от среднего арифметического. Метрикой отклонений является дисперсия. В ходе решения задачи определяются отклонения, которые вызваны воздействием фактора, которые сравниваются с отклонениями, вызванными воздействием случайных факторов. В результате отбираются те, влияние которых на результативные показатели более существенно, чем влияние случайных факторов, либо делается вывод об отсутствии таких факторов, что является нулевой гипотезой. В результате исследования факторов влияния была рассчитана вероятность получения наблюдаемых различий при условии справедливости нулевой гипотезы, которая получилась равной 0,13, что почти в 3 раза превышает уровень значимости, равный 0,05. Таким образом, подтверждено отсутствие доминирующих факторов влияния со стороны поставщиков ЭКБ.

Случайный характер факторов влияния, слабая зависимость временных и стоимостных показателей от операционной деятельности разных участников кооперативного взаимодействия и отсутствие доминирующего фактора влияния позволяют сделать вывод о том, что согласно предельной теореме теории вероятности распределение случайных величин подчиняется нормальному закону распределения:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где a – математическое ожидание; σ – среднее квадратическое отклонение.

Следующим этапом необходимо определить вероятностную оценку риска того, что непрерывная случайная величина X примет значение, принадлежащее интервалу (α, β) , и будет равна интегралу от плотности распределения, взятому в соответствующих пределах:

$$P(\alpha < X < \beta) = \int_{\alpha}^{\beta} f(x) dx. \quad (2)$$

Вероятность риска, что дискретная случайная величина X при нормальном распределении примет значение, принадлежащее интервалу (a, b) , таким образом, равна

$$P(a < X < b) = \Phi\left(\frac{\beta - \alpha}{D(X)}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha - \alpha}{D(X)}\right), \quad (3)$$

где $\Phi(x)$ – функция Лапласа; $\frac{\alpha - \alpha}{D(X)}$ – нижний предел; $\frac{\beta - \alpha}{D(X)}$ – верхний предел; $D(X)$ – среднее квадратичное отклонение.

Среднее квадратичное отклонение случайной величины X определяется как

$$D(X) = \sum_{i=1}^n (x_i - \alpha)^2 P_i. \quad (4)$$

Для определения математического ожидания используется формула

$$\alpha = \sum_{i=1}^n x_i p_i. \quad (5)$$

Обобщенная блок-схема алгоритма оценки рисков приведена на рис. 2.

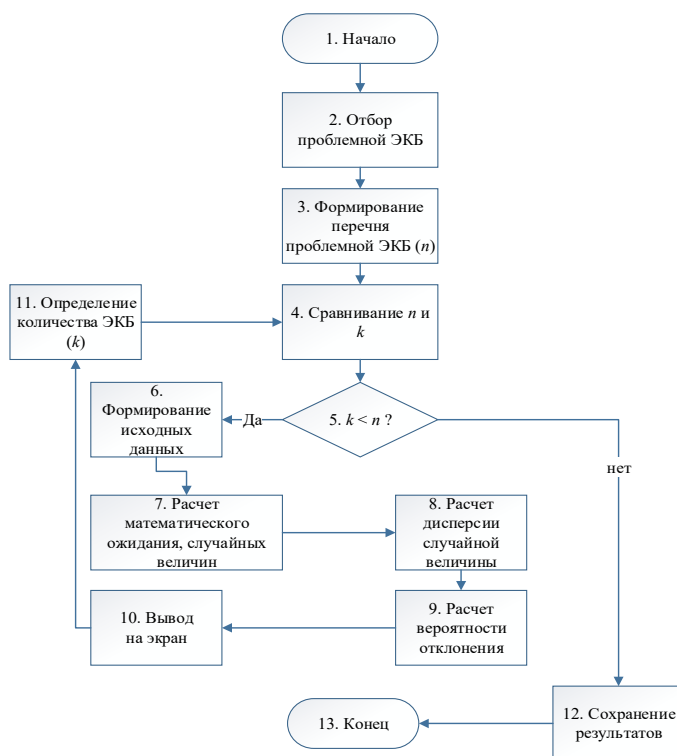


Рис. 2. Обобщенная блок-схема алгоритма оценки рисков

Результаты

Рассмотрим оценку рисков на примере проектных заданий по производству радиоэлектронных изделий. Для определения рисков в качестве исходных данных используются статистические данные по временным и стоимостным параметрам, имеющимся на предприятии, примеры которых собраны в процессе завершенных проектов (табл. 1).

Таблица 1

Общие исходные данные по ЭКБ

ЭКБ 1		ЭКБ 2		ЭКБ 3		ЭКБ 4		ЭКБ 5	
стоимость	время в неделях	стоимость	время в неделях	стоимость	время в неделях	стоимость	время в неделях	стоимость	время в неделях
1545	20	11 434	12	10 981	16	42 070	25	1896	14
1730	20	11 434	26	10 981	25	37 563	20	2124	16
3102	15	12 806	18	12 299	11	37 563	27	1896	29
1990	33	11 434	33	14 144	26	48 381	33	2442	31
3102	22	14 727	33	22 051	24	75 428	23	3808	27
2579	24	24 864	18	22 360	5	65 750	16	4246	17
1769	15	19 683	16	24 525	18	39 275	22	2690	20
2416	11	15 486	11	17 188	24	42 322	11	3478	14
1573	16	14 601	16	13 207	8	29 910	30	2998	13
1600	12	12 728	12	14 601	12	64 444	17	3201	23
1837	16	12 925	19	11 611	14	46 897	16	3598	19

На основании статистик о поставках по ранее выполненным договорам на первом этапе необходимо построить законы распределения случайных величин, определить математическое ожидание, дисперсию и вероятность попадания в необходимый интервал. Анализ договорных обязательств и фактических поставок со стороны партнеров в процессе кооперативных взаимодействий показал, что временные и стоимостные параметры микросхем в основном формируются под влиянием слабо зависимых случайных факторов, причем ни один из факторов не является доминирующим. Согласно предложенному алгоритму рассчитываем математическое ожидание, среднее квадратичное отклонение, дисперсию, вероятность попадания в заданный интервал и определяем вероятность риска отклонения временных и стоимостных параметров для каждой из электронных компонент (табл. 2).

Таблица 2

Пример оценки риска отклонения от сроков поставки для ЭКБ

Вид ЭКБ	Время в неделях	Мат. ожидание	Дисперсия	Средне- квадратичное отклонение	Вероятность попадания	Риск отклонения от сроков поставки
ЭКБ 1	20	18	37	6	0,77	0,23
ЭКБ 2	12	19	56	8	0,83	0,17
ЭКБ 3	16	16	43	7	0,89	0,11
ЭКБ 4	25	22	40	6	0,93	0,07
ЭКБ 5	14	20	41	6	0,82	0,18

Из приведенных расчетов видно, что существует реальная вероятность отклонения поставок ЭКБ от заданного срока согласно договорным обязательствам. Это позволяет на начальном этапе проекта внести изменения с наименьшими издержками. Аналогично рассчитываются риски отклонения стоимости поставляемых компонент (табл. 3).

Таблица 3

Риски изменения стоимости компонент изделия

Вид ЭКБ	Риски изменения стоимости
ЭКБ 1	0,19
ЭКБ 2	0,21
ЭКБ 3	0,19
ЭКБ 4	0,13
ЭКБ 5	0,14

Заключение

В процессе исследований разработана универсальная методика определения вероятности риска отклонения поставки компонент от запланированных сроков на примере ряда компонент. Эта методика позволяет на ранней стадии производственного цикла выполнить прогностическую оценку временных и стоимостных параметров проектного задания, чтобы на начальных этапах принять решения по минимизации соответствующих рисков. Это позволяет компенсировать факторы неопределенности до начала выпуска готовой продукции, что повышает эффективность проектного управления. Методика предиктивного анализа предназначена для руководящего персонала предприятия и в настоящее время используется при составлении календарного плана-графика кооперационных процессов в ходе выполнения производственных заданий по выпуску изделий ОПК. Результаты внедрения алгоритма и моделей дают возможность распространить разработанный подход для прогностической оценки различных параметров проектных заданий, например параметров качества и надежности изделий.

Список литературы

1. Чернышева Г. Н., Рогов Н. В., Ткачева М. В. Подходы к обеспечению надежности выполнения гособоронзаказа // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2021. № 3. С. 94–108. doi: 10.17308/econ.2021.3/3621
2. Милушенко О. А. Анализ перспектив развития рынка оборонной промышленности России в современных условиях // Экономика, предпринимательство и право. 2023. Т. 13, № 11. С. 5035–5044. doi: 10.18334/epp.13.11.119879. URL: <https://1economic.ru/lib/119879> (дата обращения: 25.03.2025).
3. Попова Л. Ф., Бочарова С. В. Формирование модели управления рисками на предприятиях ОПК // Экономическая безопасность и качество. 2018. № 2 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-modeli-upravleniya-riskami-na-predpriyatiyah-opk> (дата обращения: 25.03.2025).

4. Кудрявцев А. С. Управление рисками на предприятии оборонно-промышленного комплекса // Вестник науки. 2024. № 5, т. 3. С. 146–150. URL: <https://www.vestnik-nauki.pf/article/14527> (дата обращения: 25.03.2025).
5. Luthfiansyah F., Prasetyo A., Raharjo, T. A Systematic Review of Risk Management Tools and Techniques in Software Projects // Indonesian Journal of Computer Science. 2024. Vol. 13, № 1. doi: 10.33022/ijcs.v13i1.3694
6. Ahmed A., Kayis B., Amornsawadwatana S. A review of techniques for risk management in projects // Benchmarking: An International Journal. 2007. Vol. 14, № 1. P. 22–36. doi: 10.1108/14635770710730919
7. Vuksanović D., Vešić J., Korčok D. Industry 4.0: the Future Concepts and New Visions of Factory of the Future Development // Sinteza. 2016. P. 293–298. doi: 10.15308/Sinteza-2016-293-298
8. Золотарев А. В., Золотарев В. В. Конкуренция и конкурентоспособность в сфере оборонно-промышленного комплекса в современных экономических условиях // Вопросы управления. 2020. № 2 (63). С. 111–120. doi: 10.22394/2304-3369-2020-2-111-120. URL: <https://www.litres.ru/book/raznoe/voprosy-upravleniya-2-63-2020-63097586/> (дата обращения: 09.02.2025).
9. Peres R., Jia X., Lee J. [et al.]. Industrial Artificial Intelligence in Industry 4.0 – Systematic Review, Challenges and Outlook // IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 220121–220139. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3042874
10. Савич Ю. А., Чернышева Г. Н., Ивашина Т. Б. Влияние цифровой трансформации, санкционного, постковидного кризисов и деглобализации на организацию государственного оборонного заказа // РЕГИОН: системы, экономика, управление. 2023. № 1 (60). С. 77–84. doi: 10.22394/1997-4469-2023-60-1-77-84. URL: <http://rseu.vrn.ranepa.ru/jfiles/25072023/19.pdf> (дата обращения: 09.02.2025).
11. Макаров В. М., Круляк П. Метод управления рисками невыполнения в срок проектов создания крупных энергетических объектов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2021. № 1. С. 109–121. doi: 10.18721/JE.14109. URL: <https://economy.spbstu.ru/article/2021.87.09/> (дата обращения: 09.02.2025).

References

1. Chernysheva G.N., Rogov N.V., Tkacheva M.V. Approaches to ensuring the reliability of the state defense order. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i upravlenie = Bulletin of Voronezh State University. Series: Economics and Management*. 2021;(3):94–108. (In Russ.). doi: 10.17308/econ.2021.3/3621
2. Milyushenko O.A. Analysis of the prospects for the development of the Russian defense industry market in modern conditions. *Ekonomika, predprinimatel'stvo i parvo = Economics, entrepreneurship and law*. 2023;13(11):5035–5044. (In Russ.). doi: 10.18334/epp.13.11.119879 Available at: <https://1economic.ru/lib/119879> (accessed 25.03.2025).
3. Popova L.F., Bocharova S.V. Formation of a risk management model at defense industry enterprises. *Ekonomicheskaya bezopasnost' i kachestvo = Economic security and quality*. 2018;(2). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-modeli-upravleniya-riskami-na-predpriyatiyah-opk> (accessed 25.03.2025).
4. Kudryavtsev A.S. Risk management at the enterprise of the military-industrial complex. *Vestnik nauki = Bulletin of Science*. 2024;3(5):146–150. (In Russ.). Available at: <https://www.vestnik-nauki.rf/article/14527> (accessed 25.03.2025).

5. Luthfiansyah F., Prasetyo A., Raharjo, T. A Systematic Review of Risk Management Tools and Techniques in Software Projects. *Indonesian Journal of Computer Science*. 2024;13(1). doi: 10.33022/ijcs.v13i1.3694
6. Ahmed A., Kayis B., Amornsawadwatana S. A review of techniques for risk management in projects. *Benchmarking: An International Journal*. 2007;14(1):22–36. doi: 10.1108/14635770710730919
7. Vuksanović D., Vešić J., Korčok D. Industry 4.0: the Future Concepts and New Visions of Factory of the Future Development. *Sinteza*. 2016:293–298. doi: 10.15308/Sinteza-2016-293-298
8. Zolotarev A.V., Zolotarev V.V. Competition and competitiveness in the field of the military-industrial complex in modern economic conditions. *Voprosy upravleniya = Management issues*. 2020;(2):111–120. (In Russ.). doi: 10.22394/2304-3369-2020-2-111-120 Available at: <https://www.litres.ru/book/raznoe/voprosy-upravleniya-2-63-2020-63097586/> (accessed 09.02.2025).
9. Peres R., Jia X., Lee J. et al. Industrial Artificial Intelligence in Industry 4.0 – Systematic Review, Challenges and Outlook. *IEEE Access*. 2020;8:220121–220139. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3042874
10. Savich Yu.A., Chernysheva G.N., Ivashinina T.B. The impact of digital transformation, sanctions, post-covid crises and deglobalization on the organization of the state defense order. *REGION: sistemy, ekonomika, upravlenie = REGION: systems, economics, management*. 2023;(1):77–84. (In Russ.). doi: 10.22394/1997-4469-2023-60-1-77-84 Available at: <http://rseu.vrn.ranepa.ru/jfiles/25072023/19.pdf> (accessed 09.02.2025).
11. Makarov V.M., Krulyas P. Risk management method for non-fulfillment of projects for the creation of large energy facilities on time. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskie nauki = Scientific and Technical Bulletin of St. Petersburg State Polytechnic University. Economic sciences*. 2021;(1):109–121. (In Russ.). doi: 10.18721/JE.14109 Available at: <https://economy.spbstu.ru/article/2021.87.09/> (accessed 09.02.2025).

Информация об авторах / Information about the authors

Николай Дмитриевич Печалин
аспирант,
начальник корпоративного отдела,
Центральный научно-исследовательский
радиотехнический институт
имени академика А. И. Берга
(Россия, г. Москва,
ул. Новая Басманная, 20, стр. 9)
E-mail: npechalin@vk.com

Nikolay D. Pechalin
Postgraduate student,
head of the corporate department,
Central Scientific Research
Radio Engineering Institute
named after Academician A.I. Berg
(9 build., 20 Novaya Basmannaya street,
Moscow, Russia)

Алексей Германович Финогеев
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры систем
автоматизированного проектирования,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: alexeyfinogeev@gmail.com

Aleksey G. Finogeev
Doctor of technical sciences, professor,
professor of the sub-department
of computer-aided design systems,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.

Поступила в редакцию/Received 28.01.2025

Поступила после рецензирования/Revised 04.03.2025

Принята к публикации/Accepted 15.03.2025