

УДК 001.5: 004.896  
Научная специальность: 5.2.6

ISSN 1812-5220  
© Проблемы анализа риска, 2024

# Прогноз развития науки и техники: подход к оценке качества

## Дурнев Р.А.,

Российская академия ракетных и артиллерийских наук,  
107564, Россия, г. Москва,  
1-я Мясниковская ул.,  
д. 3, стр. 3

## Жданенко И.В.\*,

Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий),  
121352, Россия, г. Москва,  
ул. Давыдовская, д. 7

## Кладухин А.Н.,

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),  
125993, Россия, г. Москва,  
Волоколамское шоссе, д. 4

## Аннотация

Предложен подход к оценке качества научно-технологических прогнозов развития науки и техники в области обеспечения обороны страны и безопасности государства. Использование такого подхода при разработке соответствующих методов и методик позволит обоснованно принимать решения в указанной области.

**Ключевые слова:** стратегическое планирование; прогноз; метод оценки качества; функционально-технологическая модель; перспективный образец.

**Для цитирования:** Дурнев Р.А., Жданенко И.В., Кладухин А.Н. Прогноз развития науки и техники: подход к оценке качества // Проблемы анализа риска. 2024. Т. 21. № 6. С. 100–107.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

# Forecast of Science and Technology Development: an Approach to Quality Assessment

**Roman A. Durnev,**

Russian Academy of Missile and Artillery Sciences,  
1-ya Myasnikovskaya str., 3/3,  
Moscow, 107564, Russia

**Irina V. Zhdanenko\*,**

Federal State Budgetary Establishment "All-Russian Scientific Research Institute for Civil Defence and Emergencies of the EMERCOM of Russia" (Federal Science and High Technology Center),  
Davydkovskaya str., 7, Moscow, 121352, Russia

**Alexander N. Kladukhin,**

Moscow Aviation Institute (National Research University),  
Volokolamskoe shosse, 4,  
Moscow, 125993, Russia

**Abstract**

An approach to assessing the quality of scientific and technological forecasts for the development of science and technology in the field of ensuring national defense and state security is proposed. Using this approach in developing appropriate methods and techniques will allow making informed decisions in this area.

**Keywords:** strategic planning; forecast; quality assessment method; functional-technological model; promising sample.

**For citation:** Durnev R.A., Zhdanenko I.V., Kladukhin A.N. Forecast of science and technology development: an approach to quality assessment // Issues of Risk Analysis. 2024;21(6):100-107. (In Russ.).

**The authors declares no conflict of interest.**

**Содержание**

Введение

1. Методы оценки качества прогноза развития науки и техники
2. Оценка влияния прогнозируемых научно-технологических результатов

Заключение

Список источников

**Введение**

Анализ показывает, что обеспечение обороны и безопасности государства, в том числе в области защиты от чрезвычайных ситуаций (далее — ЧС) мирного и военного времени, немислимо без наличия в стране эффективной системы стратегического планирования [1]. Под стратегическим планированием, в соответствии с Федеральным законом от 28.06.2014 № 172-ФЗ понимается: «деятельность участников стратегического планирования по целеполаганию, прогнозированию, планированию и программированию социально-экономического развития Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований, отраслей экономики и сфер государственного и муниципального управления, обеспечения национальной безопасности

Российской Федерации, направленная на решение задач устойчивого социально-экономического развития Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований и обеспечение национальной безопасности Российской Федерации»<sup>1</sup>.

Прогноз, в соответствии с указанным законом,— это документ стратегического планирования, содержащий систему научно обоснованных представлений о направлениях и ожидаемых результатах научно-технологического развития страны и ее субъектов на долгосрочный период. Важнейшим элементом системы

<sup>1</sup> ФЗ РФ от 28.06.2014 № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации». Ст. 3 п. 1.

научно обоснованных представлений о направлениях и ожидаемых результатах научно-технологического развития страны является прогноз развития науки и техники в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства. Основными задачами прогноза применительно к защите населения и территорий от ЧС являются:

- сравнительная оценка уровня науки, техники и технологий в Российской Федерации и за рубежом;
- представление наиболее значимых результатов развития науки, техники и технологий, которые могут быть использованы в интересах снижения рисков ЧС природного, техногенного и иного характера в очередной программный период;
- прогнозные оценки результатов развития науки и техники, которые могут быть достигнуты и использованы в интересах гражданской обороны, предупреждения и ликвидации ЧС;
- формирование приоритетных направлений исследований и разработок в указанной области;
- выявление факторов, влияющих на развитие науки, технологий и техники, и рисков ЧС, которые могут негативно повлиять на защиту населения и территорий от поражающих факторов источников ЧС и современных средств поражения;
- определение направлений реализации научно-технических достижений в образцах вооружения гражданской обороны, аварийно-спасательной и пожарной техники;
- формирование перспективных направлений технологического развития промышленного комплекса и др.

При этом важнейшей составляющей регламентов информационного взаимодействия ресурсов, задействованных в мониторинге и актуализации прогнозной информации, являются методы оценки качества прогноза. Результаты такой оценки позволяют потребителю прогноза понимать, насколько обоснованы будут его решения, основывающиеся на прогнозной информации, подбирать состав исполнителей для предсказания будущего состояния интересующей области или предмета. Кроме того, именно оценка качества прогноза позволит определить мероприятия по совершенствованию регламентов информационного взаимодействия ресурсов в ходе прогнозирования, т.е. будет своего рода обратной связью в системе прогнозирования.

## 1. Методы оценки качества прогноза развития науки и техники

Несмотря на актуальность задачи оценки качества прогноза, как справедливо отмечается в статье [2], на сегодняшний день, невзирая на многолетнюю прогнозную деятельность в нашей стране и за рубежом, методы оценки качества прогнозов не соответствуют выдвигаемым к ним требованиям.

Анализ статьи [2], являющейся одной из последних в этой предметной области, в которой обстоятельно изложен соответствующий научно-методический аппарат, доведенный до расчетного вида, позволил отметить некоторые требования к научно-методическому аппарату оценки качества прогнозов:

а) аппарат оценки качества прогноза должен включать следующие процедуры:

- внутренняя формальная проверка качества заполнения опросной формы разработчиком прогноза;
- оценка полезности прогноза заказчиком (потребителем). При этом полезность прогноза в первом приближении может определяться степенью влияния прогнозируемых научно-технологических результатов (далее — НТР) на совершенство системы защиты от ЧС мирного и военного времени в прогнозируемый период, в частности, на технико-экономическую эффективность перспективной системы технического оснащения пожарно-спасательных сил и сил гражданской обороны;
- оценка качества прогноза исходя из степени его реализации к моменту окончания прогнозируемого периода;

б) в рамках определения полезности прогноза важна не оценка отдельных характеристик техники, имеющей предысторию, а возможности появления объекта или процесса с совокупностью качественных и количественных свойств и их показателей;

в) полезность прогноза должна быть интегральным показателем, объединяющим все остальные. Она должна позволять в целом с позиции заказчика (потребителя) оценить качество прогноза, пригодность его результатов для практической деятельности по принятию решений в области программно-целевого планирования развития системы управления риском, технического оснащения аварийно-спасательных сил и т.п.;

г) оценку полезности прогноза целесообразно проводить по степени реализации характеристик

перспективных образцов пожарной и аварийно-спасательной техники.

Процедурной основой внутренней формальной проверки качества заполнения опросной формы разработчиком может быть подход, рассмотренный в статье [2].

Оценка полезности прогноза для заказчика (потребителя) может выполняться как разработчиком прогноза, так и научно-исследовательской организацией, находящейся в ведении заказчика. Сама процедура оценки полезности должна соответствовать следующим очевидным требованиям:

- быть понятной для заказчика с точки зрения влияния НТР на совершенство основных составных частей и характеристик перспективного образца техники;
- обеспечивать возможность роста полезности прогноза от величины влияния НТР;
- позволять шкалировать полезность прогноза путем сравнения с каким-то эталонным значением, например с максимально возможным.

Основными этапами оценки полезности прогноза являются следующие:

- анализ НТР прогнозирования, полученных разработчиком прогноза;
- запрос требований к характеристикам перспективных образцов техники;
- оценка влияния прогнозируемых НТР на характеристики перспективного образца техники;
- оценка полезности прогноза для перспективного образца техники;
- оценка полезности прогноза для группы (типа, класса, системы) перспективных образцов техники и т.д.

Оценка влияния прогнозируемых НТР на характеристики техники может выполняться с использованием функционально-технологических моделей (далее — ФТМ) основных классов образцов техники. Под ФТМ согласно [3–5] понимается многоуровневая декомпозиция образца на составные части, в том числе функционально-технологические блоки (далее — ФТБ) и элементы. Основной класс, в свою очередь, — это искусственно выделенная группа перспективных образцов вооружения, обладающая максимальной структурно-функциональной общностью [3]. Этим обеспечивается понятность процедуры для заказчика, так как он видит, на какие составные части конструкции техники необходимо обратить внимание и за счет чего ожидается улучшение характеристик.

## 2. Оценка влияния прогнозируемых научно-технологических результатов

Порядок оценки влияния прогнозируемых НТР на характеристики техники с учетом ФТМ может включать в себя:

- определение наиболее значимых характеристик перспективных образцов техники;
- представление перспективных образцов техники в виде ФТМ, состоящих из ФТБ и элементов, (при необходимости) в наибольшей степени влияющих на улучшение характеристик;
- установление степени влияния НТР на ФТБ (или элементы и ФТБ), затем ФТБ на характеристики;
- установление степени влияния НТР на характеристики перспективных образцов техники.

Для оценки влияния может использоваться порядковая вербально-числовая шкала, предложенная в [6]:

- $a = 0$  — не оказывается влияния;
- $a = 1$  — оказывается несущественное влияние;
- $a = 2$  — оказывается значительное влияние;
- $a = 3$  — оказывается преобладающее влияние.

Оценки по этой шкале могут выполняться специалистами по различным элементам системы технического оснащения (например, по автоматизированным системам управления, технике пожаротушения, средствам разборки завалов разрушенных зданий и т.п.). При необходимости возможно использование и более «сильных» шкал — интервальной, относительной, абсолютной или их модификаций.

С ее помощью выполняется формирование матрицы оценок влияния каждого нижестоящего уровня на вышестоящий уровень в виде (рис. 1):

		Элементы вышестоящего уровня			
Элементы текущего уровня	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1n}$	
	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2n}$	
	...	...	...	...	
	$a_{m1}$	$a_{m2}$	...	$a_{mn}$	

Рис. 1. Представление матрицы оценок влияния

Figure 1. Presentation of impact assessment matrix

На рисунке 1 текущий уровень включает, например, НТР, вышестоящий — элементы ФТБ, или текущий — элементы ФТБ, вышестоящий — ФТБ и т.п.

Затем выполняется обработка матриц оценки влияния от первого уровня (НТР) до последнего (характеристики) с учетом информации предшествующих уровней. При этом через все уровни учитывается влияние НТР на характеристики, этим обеспечивается возможность роста полезности прогноза от величины влияния НТР.

Для разъяснения этой процедуры ниже приведены примеры двух матриц для уровней НТР (Р) — ФТБ (Б) — характеристики (Х) для условного перспективного образца универсальной машины разборки завалов разрушенных зданий (далее — УМРЗ) (рис. 2). Такое техническое средство может состоять из базовой машины (специальное колесное шасси) (Б<sub>1</sub>), стрелы с манипулятором и захватом для крепления рабочего оборудования (Б<sub>2</sub>) и рабочим оборудованием (сменными рабочими органами, которые эффективно выполняли бы большинство типовых операций процесса разборки завалов) (Б<sub>3</sub>).

При этом под результатами Р<sub>1</sub>–Р<sub>4</sub> могут пониматься, к примеру, перспективные технологии упрочнения поверхности рабочих органов, соприкасающихся с обломками строительных конструкций; обеспечения износостойкости колес шасси базовой машины, передвигающейся по проездам в завалах; системы точного позиционирования рабочих органов в локальном месте выполнения технологической операции разборки и т.п.

В качестве наиболее значимых характеристик УМРЗ (Х<sub>1</sub> и Х<sub>2</sub>) экспертами могли быть предложены, к примеру, грузоподъемность манипулятора и время смены рабочих органов в захвате.

Далее для уровня НТР — ФТБ (левая матрица на рис. 2) выполняется по столбцам суммирование оценок влияния НТР на ФТБ (рис. 3):

Видно, что в большей степени НТР влияют на ФТБ Б<sub>3</sub>. Затем для матрицы уровня ФТБ — характеристики взвешивается влияние ФТБ на характеристики с учетом влияния НТР, для этого перемножаются значения ячеек так, как показано на рис. 4:

Сложение суммарных оценок по столбцам (отражающих влияние ФТБ на характеристики с учетом влияния НТР на ФТБ) может служить мерой полезности прогноза (Q<sub>1</sub>):

$$Q_1 = \sum_{x_i \in X} w(x_i), \quad (1)$$

где:

w(x<sub>i</sub>) — оценка влияния прогнозируемых НТР на характеристики техники;

X — полная совокупность прогнозируемых НТР.

В вышеприведенном примере она равна

$$Q_1 = 22 + 35 = 57.$$

Если увеличить оценки влияния результатов прогнозирования на ФТБ, при неизменных оценках уровня ФТБ характеристики увеличится и оценка полезности прогноза (Q<sub>1</sub> = 107) (рис. 5). Это подтверждает рост полезности прогноза от величины влияния НТР.

Ну и, наконец, для соответствия предлагаемой процедуры последнему требованию позволять шкалировать меру полезности прогноза путем сравнения с каким-то эталонным значением рассчитывается максимально возможное значение полезности для конкретных элементов уровней. Для этого необходимо привести максимальные оценки влияния (преобладающее влияние a = 3) НТР на ФТБ, оставив, что очевидно, неизменными оценки влияния ФТБ на характеристики. В этом случае оценка полезности прогноза для рассматриваемых элементов уровней (таких же ФТБ и характеристик) будет равна 132. Это и есть максимально возможное значение, с которым нужно соотнести полученное значение. Для приведенных примеров эти отношения равны 57/132 = 0,43 и 107/132 = 0,81 (второй прогноз полезнее). Этим выполняется четвертое требование к процедуре оценки полезности прогноза.

Для того чтобы определить, насколько хороши или плохи значения 0,43 и 0,81, можно использовать шкалу Харрингтона, которая давно и успешно применяется тогда, когда объективные значения величин нужно привести к субъективным предпочтениям лица, принимающего решение (далее — ЛПР):

$$y = e^{-e^{-z}}, \quad (2)$$

где:

e — основание натуральных логарифмов;

y — относительное значение показателя;

z — натуральное значение показателя.

Для рассматриваемой процедуры более удобна шкала, приведенная в соответствие с предпочтениями ЛПР:

	Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	Б <sub>3</sub>		Х <sub>1</sub>	Х <sub>2</sub>
Р <sub>1</sub>	0	1	2	Б <sub>1</sub>	0	3
Р <sub>2</sub>	3	1	1	Б <sub>2</sub>	1	2
Р <sub>3</sub>	0	0	3	Б <sub>3</sub>	3	2
Р <sub>4</sub>	2	2	0			

Рис. 2. Матрицы оценок влияния НТР на ФТБ, ФТБ на характеристики (пример 1)

Figure 2. Matrices for assessing the impact of STR on FTB, FTB on characteristics (Example 1)

	Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	Б <sub>3</sub>
Р <sub>1</sub>	0	1	2
Р <sub>2</sub>	3	1	1
Р <sub>3</sub>	0	0	3
Р <sub>4</sub>	2	2	0
Сумма	5	4	6

Рис. 3. Результаты суммирования оценок влияния НТР на ФТБ

Figure 3. Results of summation of estimates of the impact of STR on FTB

	Х <sub>1</sub>	Х <sub>2</sub>
Б <sub>1</sub>	0·5=0	3·5=15
Б <sub>2</sub>	1·4=4	2·4=8
Б <sub>3</sub>	3·6=18	2·6=12
Сумма	22	35

Рис. 4. Расчет меры влияния НТР на характеристики с учетом ФТБ

Figure 4. Calculation of the measure of the effect of STR on the characteristics taking into account FTB

	Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	Б <sub>3</sub>		Х <sub>1</sub>	Х <sub>2</sub>
Р <sub>1</sub>	1	2	3	Б <sub>1</sub>	0	3
Р <sub>2</sub>	3	2	2	Б <sub>2</sub>	1	2
Р <sub>3</sub>	2	3	3	Б <sub>3</sub>	3	2
Р <sub>4</sub>	3	3	2			

Рис. 5. Матрицы оценок влияния НТР на ФТБ, ФТБ на характеристики (пример 2)

Figure 5. Matrices for assessing the impact of STR on FTB, FTB on characteristics (example 2)

1,00–0,80 — очень хорошо;  
 0,80–0,63 — хорошо;  
 0,63–0,37 — удовлетворительно;  
 0,37–0,20 — плохо;  
 0,20–0,00 — очень плохо.

Приведенная процедура оценки полезности прогноза для заказчика (потребителя) может, как представляется, использоваться как базовая, на основе которой можно разрабатывать более совершенные методы, методики, подходы.

Одним из направлений ее совершенствования будет формальный учет стоимостных аспектов влияния НТР на затраты по созданию ФТБ и на достижение требуемых характеристик перспективных образцов техники. Для этого могут формироваться аналогичные матрицы влияния или непосредственно оцениваться условные затраты на достижение с помощью НТР требуемых характеристик  $c(x_i)$ . Для оценки полезности прогноза в этом случае может использоваться зависимость:

$$Q_2 = \sum_{x_i \in X} \frac{w(x_i)}{c(x_i)}. \tag{3}$$

Говоря об оценке качества прогноза, исходя из степени его реализации к моменту окончания прогнозируемого периода, нужно отметить следующее:

• не все прогнозируемые НТР будут достигнуты к указанному сроку. Поэтому представительным показателем качества будет доля достигнутых результатов:

$$Q_3 = \frac{N_{\text{дост}}}{N_{\text{общ}}}, \quad (4)$$

где:

$N_{\text{дост}}$  — количество достигнутых НТР;  
 $N_{\text{общ}}$  — количество прогнозируемых НТР.

• часть достигнутых результатов не будет реализована на том уровне или в тех параметрах, которые планировались на момент разработки прогноза. Это возможно учесть через соответствующие коэффициенты степени реализации НТР (равные единице, если результат достигнут полностью, и меньше единицы — в противном случае):

$$Q_4 = \frac{\sum_{i=1}^{N_{\text{дост}}} \alpha_i}{N_{\text{общ}}}, \quad (5)$$

где:  $\alpha_i$  — коэффициенты степени реализации НТР.

• возможно появление новых, ранее не спрогнозированных НТР, которые и внесут решающий вклад в улучшение характеристик техники. Это также можно учесть отношением количества новых и ранее прогнозируемых НТР:

$$Q_5 = \frac{N_{\text{нов}}}{N_{\text{общ}}}, \quad (6)$$

где:  $N_{\text{нов}}$  — количество новых НТР.

Такое отношение чем ближе к единице или превышает ее, тем хуже оказывается качество прогноза.

При этом на каждом цикле прогноза необходимо оценивать эти показатели и по возможности проводить коррекцию решений в области планирования перспективных образцов техники.

## Заключение

Таким образом, предложен подход к оценке качества научно-технологических прогнозов развития науки и техники в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства, в том числе защиты от ЧС мирного и военного времени. Использование этого подхода при разработке соответствующих методов и методик позволит обоснованно принимать решения,

основывающиеся на прогнозной информации, подбирать состав исполнителей для предсказания будущего состояния интересующей области или предмета и определить мероприятия по совершенствованию регламентов информационного взаимодействия ресурсов в ходе прогнозирования.

## Список источников [Reference]

1. Корчак В. Ю., Полубехин А. И., Реулов Р. В., Юрин А. Д. Роль прогнозных документов в стратегическом планировании мероприятий обеспечения обороны и безопасности государства // Вооружение и экономика. 2020. № 4 (54). С. 26–36 [Korchak V. Yu., Polubekhn A. I., Reulov R. V., Yurin A. D. The role of forecast documents in strategic planning of state defense and security measures // Armament and Economics. 2020;(4):26–36. (In Russ.)]
2. Мушков А. Ю., Афанасьев А. Л., Куслин С. С. Метод оценки качества научно-технологических прогнозов // Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России. 2023. № 4. С. 12–23. [https://doi.org/10.52135/2410-4124\\_2023\\_4\\_12](https://doi.org/10.52135/2410-4124_2023_4_12) [Mushkov A. Yu., Afanasyev A. L., Kuslin S. S. Method for assessing the quality of scientific and technological forecasts // Scientific Bulletin of the Military-Industrial Complex of Russia. 2023;(4):12–23. (In Russ.)] [https://doi.org/10.52135/2410-4124\\_2023\\_4\\_12](https://doi.org/10.52135/2410-4124_2023_4_12)
3. Леонов А. В., Пронин А. Ю. Модифицированный метод оценки влияния научно-технологических достижений на создание перспективного вооружения // Вооружение и экономика. 2018. № 2 (44). С. 68–79 [Leonov A. V., Pronin A. Yu. Modified evaluation method of the scientific and technological achievements impact on the advanced weapons development // Armament and Economics. 2018;(2):68–79. (In Russ.)]
4. Буренок В. М. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация / В. М. Буренок, А. А. Ивлев, В. Ю. Корчак. Тверь: Купол, 2009. 623 с. ил., портр.; 22. ISBN 978-5904297-01-5 [Burenok V. M. Development of military technologies of the XXI century: problems, planning, implementation / V. M. Burenok, A. A. Ivlev, V. Yu. Korchak. Tver: Kupol, 2009. 623 p. ill., portr.; 22. ISBN 978-5904297-01-5. (In Russ.)]
5. Буренок В. М. Методология обоснования перспектив развития средств вооруженной борьбы общего назначения. Учебное пособие / В. М. Буренок, Р. Н. Погребняк, А. П. Скотников. М.: Машиностроение,

2010. 368 с. ISBN 978-5-217-03458-1. EDN RAYDJV  
[Burenok V.M. Methodology of substantiation of prospects of development of means of armed struggle of general purpose. Textbook / V.M. Burenok, R. N. Pogrebnyak, A. P. Skotnikov. М.: Mechanical Engineering, 2010. 368 p. ISBN 978-5-217-03458-1. EDN RAYDJV. (In Russ.)]

6. Буренок В.М. Военно-экономические и инновационные аспекты интеграции нетрадиционных видов оружия в состав системы вооружения / В.М. Буренок, А.В. Леонов, А.Ю. Пронин. М.: Издательская группа «Граница», 2014. 240 с. ISBN 978-5-94691-664-6. EDN YOMECK [Burenok V.M. Military-economic and innovative aspects of the integration of non-traditional types of weapons into the weapons system / V.M. Burenok, A. V. Leonov, A. Yu. Pronin. М.: Publishing group «Border», 2014. 240 p. ISBN 978-5-94691-664-6. EDN YOMECK. (In Russ.)]

## Сведения об авторах

**Дурнев Роман Александрович:** академик Российской академии ракетных и артиллерийских наук, доктор технических наук, доцент, первый вице-президент, ФГБУ «Российская академия ракетных и артиллерийских наук»  
Количество публикаций: более 302  
Область научных интересов: социальные технологии управления риском ЧС, прогнозирование развития системы вооружения  
SPIN-код: 3267-1337

*Контактная информация:*

Адрес: 107564, г. Москва, 1-я Мясниковская ул., дом 3, стр. 3  
rdurnev@rambler.ru

**Жданенко Ирина Васильевна:** старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий)  
Количество публикаций: более 108

Область научных интересов: анализ рисков

SPIN-код: 7747-6337

*Контактная информация:*

Адрес: 121352, г. Москва, ул. Давыдовская, дом 7  
izhdanenko@yandex.ru

**Кладухин Александр Николаевич:** аспирант Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт» (национальный исследовательский университет)

Количество публикаций: 2

Область научных интересов: перспективное материаловедение в интересах создания новой техники

*Контактная информация:*

Адрес: 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4  
mai@mai.ru

Статья поступила в редакцию: 17.09.2024

Одобрена после рецензирования: 08.10.2024

Принята к публикации: 08.11.2024

Дата публикации: 27.12.2024

*The article was submitted: 17.09.2024*

*Approved after reviewing: 08.10.2024*

*Accepted for publication: 08.11.2024*

*Date of publication: 27.12.2024*