

**ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И РЫНОК ПРОДУКЦИИ**  
**ECONOMICS, MANAGEMENT AND PRODUCT MARKET**

ISSN 1995-2732 (Print), 2412-9003 (Online)

УДК 658.512.26:338.5

DOI: 10.18503/1995-2732-2025-23-2-188-200



**ЭКСПРЕСС-МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СЛОЖНОСТИ НОВЫХ РАЗРАБОТОК НА ОСНОВЕ ПРОЕКТОВ-АНАЛОГОВ**

Щеглов Д.К.<sup>1</sup>, Щеглов К.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АО «Северо-Западный региональный центр Концерна ВКО «Алмаз – Антей» – Обуховский завод», Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** Постановка задачи (актуальность работы). В общепринятых методиках проведения технико-экономического обоснования исследований и разработок в области машиностроения сложность проектов, как правило, учитывается эмпирическими коэффициентами, которые не имеют строгого научно-теоретического обоснования. Таким образом, актуальной является задача совершенствования существующих методов организации производства в направлении повышения точности оценки сложности перспективных проектов, что в будущем позволит более точно оценить трудоемкость и сроки их реализации. **Цель работы.** Целью работы является разработка научно-методического инструментария для оценивания сложности новых разработок на основе информации о проектах-аналогах. **Используемые методы.** Экспресс-методика базируется на методах системного анализа, экспертного анализа, непараметрической статистики, а также методических рекомендациях Минтруда России по нормированию труда при выполнении НИОКР. **Новизна.** Предложена единая методика, позволяющая оценивать сложность проведения различных проектов в области машиностроения, а именно научно-исследовательских, проектно-конструкторских и производственно-технологических. **Результат.** Предлагается формализованный подход к анализу сложности новых разработок на основе проектов-аналогов (прототипов). Представлена система показателей для предпроектной оценки сложности новых исследований и разработок. Предложены допустимые числовые значения этих показателей для исследований и разработок, реализующихся в области специального машиностроения. **Практическая значимость.** Предлагаемая экспресс-методика позволяет оценить сложность машиностроительного проекта с целью принятия результативных организационно-технических решений, а также дальнейшего технико-экономического обоснования проведения исследований и разработок.

**Ключевые слова:** оценка сложности, проектно-конструкторские работы, НИОКР, метод аналогов, подход к анализу, коэффициент сложности

© Щеглов Д.К., Щеглов К.Н., 2025

**Для цитирования**

Щеглов Д.К., Щеглов К.Н. Экспресс-методика оценки сложности новых разработок на основе проектов-аналогов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2025. Т. 23. №2. С. 188-200. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2025-23-2-188-200>



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

# EXPRESS METHOD FOR ASSESSING THE COMPLEXITY OF NEW DEVELOPMENTS BASED ON ANALOG PROJECTS

Shcheglov D.K.<sup>1</sup>, Shcheglov K.N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> JSC North Western Regional Center of Almaz Antey Concern Obukhovsky Plant, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> FSBEI HE Baltic State Technical University «VOENMEH» named after D.F. Ustinov, St. Petersburg, Russia

**Abstract. Problem Statement (Relevance).** In commonly accepted methods for conducting feasibility studies in the field of mechanical engineering, the complexity of projects is typically accounted for using empirical coefficients that lack strict scientific and theoretical justification. Therefore, there is a pressing need to improve existing methods of production organization to enhance the accuracy of complexity assessments for future projects, which, in turn, will enable more precise estimates of labor intensity and project timelines. **Objectives.** The objective of this work is to develop a scientific and methodological toolkit for assessing the complexity of new developments based on information from analogous projects. **Methods Applied.** The express methodology is based on methods of systems analysis, expert analysis, non-parametric statistics, as well as the methodological recommendations of the Ministry of Labor of Russia for labor standardization in the execution of research and development (R&D) projects. **Originality.** A unified methodology is proposed that allows for the assessment of the complexity of various projects in the field of mechanical engineering, specifically research, design, and production-technology projects. **Result.** A formalized approach is proposed for analyzing the complexity of new developments based on analogous (prototype) projects. A system of indicators for the preliminary assessment of the complexity of new research and development projects is presented. Acceptable numerical values for these indicators are suggested for research and development in the field of specialized mechanical engineering. **Practical Relevance.** The proposed express methodology allows for the assessment of the complexity of a mechanical engineering project to support effective organizational and technical decision-making, as well as further feasibility studies for research and development.

**Keywords:** complexity assessment, design and engineering work, R&D, analog method, analysis approach, complexity coefficient

## For citation

Shcheglov D.K., Shcheglov K.N. Express Method for Assessing the Complexity of New Developments Based on Analog Projects. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2025, vol. 23, no. 2, pp. 188-200. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2025-23-2-188-200>

## Введение

Понимание сложности выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) на этапе их планирования является одним из ключевых показателей качества организации процессов разработки и производства высокотехнологичной продукции [1]. Качество производственного планирования характеризуется точностью определения объема ресурсов (сроки, бюджет, специалисты), требующихся для реализации перспективных проектов [2].

Адекватная оценка сложности выполнения новых проектов на этапе их планирования не только позволяет лучше подготовиться к возможным трудностям, но и предоставляет возможность выявить и минимизировать потенциальные организационные и технические риски. Это дает возможность разработать стратегии, а также предупреждающие и корректирующие действия для предотвращения или минимизации проектных рисков. Кроме того, предприятия и организации, способные точно оценивать риски проектов и эффективно управлять ими, обладают конкурентным преимуществом [3]. Такие организации могут предла-

гать более конкурентоспособные продукты и услуги в требуемые сроки, что способствует укреплению их позиций на рынке высокотехнологичной продукции.

В настоящее время отсутствует единая стандартизированная методика оценки сложности выполнения НИОКР (проектов), что требует от каждой организации разработки собственных подходов [4]. Это может затруднить сравнение аналогичных результатов НИОКР, выполняемых различными организациями, однако такая гибкость также дает возможность адаптировать методику под потребности и особенности проектов конкретной проектной организации или предприятия. Следует отметить, что применительно к проектным организациям сложность разрабатываемого изделия не является прямо пропорциональной сложности разработки проекта [3, 4]. Прежде всего, это обусловлено различием в опыте разработки определенных видов изделий различными проектными командами, то есть проект по разработке изделия может иметь разную сложность для различных организаций.

Сложность разрабатываемых изделий и/или проектов зависит от множества факторов, начиная от технических требований и уровня инноваций и за-

канчивая степенью интеграции результатов исследований и разработок с уже созданными техническими системами. При этом сбор данных о ранее разработанных изделиях и/или выполненных проектах может столкнуться с неоднородностью и неполнотой информации, что создает дополнительные трудности в процессе оценивания сложности.

Анализ сложности новых разработок также подвержен субъективным оценкам, поскольку различные участники процесса оценивания (эксперты) могут иметь разные точки зрения на то, что делает разрабатываемое проект и/или изделие сложным.

Таким образом, необходимость повышения точности и обоснованности оценки трудоемкости НИОКР выдвигает на первый план задачу разработки формализованных подходов к оцениванию сложности, которые учитывали бы широкий спектр факторов и мнения различных заинтересованных сторон [5].

#### Формализованный подход к оцениванию сложности новых разработок

Введем допущение, что с точки зрения отдельно рассматриваемой организации сложность изделия тождественно равна сложности проекта по его разработке. С учетом введенного допущения далее будет использоваться понятие «сложность проекта».

Одним из наиболее распространенных подходов к оцениванию сложности новых проектов является анализ проектов-аналогов (прототипов), при котором сложность нового проекта определяется на основе анализа и сравнения с уже существующими аналогичными проектами [6]. Этот подход основывается на предположении, что изделия, имеющие сходные характеристики или функциональное назначение, будут иметь схожую сложность в процессе разработки и производства.

На **рис. 1** приведен пример формализованного описания процесса оценивания сложности нового проекта на основе проектов-аналогов в виде контекстной функциональной модели IDEF0 (диаграммы уровня A1) с «точки зрения» лица, принимающего решение о возможности (целесообразности) выполнения НИОКР. Функциональная модель построена в соответствии с рекомендациями по стандартизации Р 50.1.028-2001 [7].

Как видно из анализа **рис. 1**, процесс оценивания сложности проекта на основе проектов-аналогов включает следующие подпроцессы:

– Идентификация аналогов. Сначала необходимо определить уже существующие проекты-аналоги, которые имеют схожие технические или функциональные характеристики с разрабатываемым изделием или технологией.

– Сбор данных. После того как аналоги были определены, следует реализовать самый сложный этап – провести сбор данных о том, какие ресурсы (люди, время, материалы, технологии) были затрачены на реализацию проектов-аналогов (разработку и производство этих изделий).

– Сопоставление характеристик. Проведение сравнительного анализа между рассматриваемыми проектами-аналогами для выявления сходств и различий в структуре проектов, технических характеристиках разрабатываемых изделий, а также объема требуемых работ с применением действующей в организации методики экспертной оценки. При этом методика может включать в себя сопоставление потребных (затраченных) ресурсов, времени (трудоемкости), необходимых для достижения целевых результатов при разработке изделия или технологии.

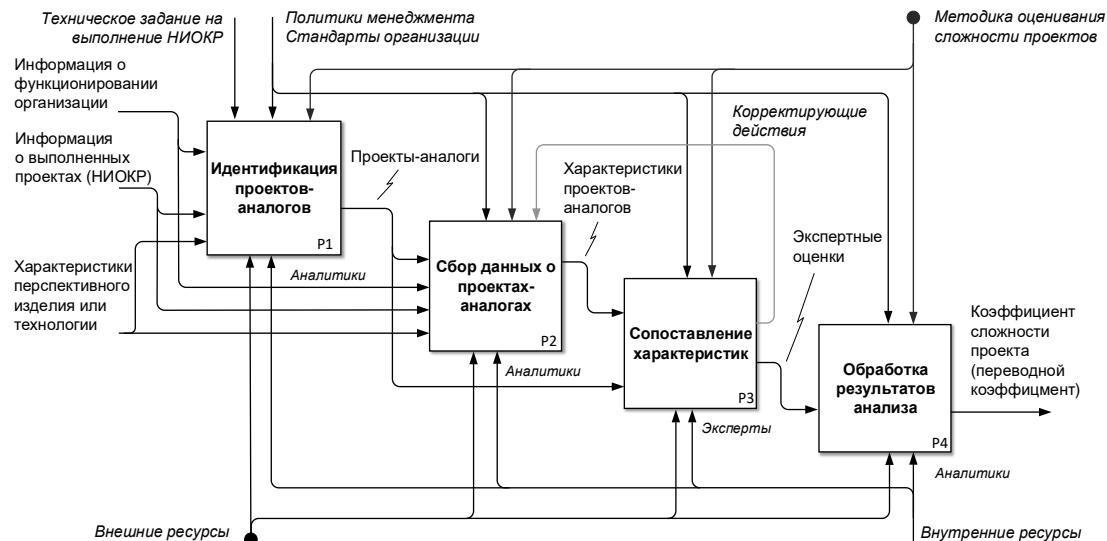


Рис. 1. Процесс оценивания сложности проекта на основе проектов-аналогов  
Fig. 1. The process of assessing project complexity based on analogous projects

– Обработка результатов анализа. После завершения экспертами процедуры сравнения нового проекта с проектами-аналогами необходимо обработать результаты анализа для формирования коэффициента сложности проекта (переводного коэффициента).

Следует отметить, что с целью принятия обоснованных управленческих решений при планировании НИОКР могут применяться технологии анализа больших данных [8].

Анализ данных позволяет прогнозировать сроки выполнения проектов, автоматизировать процесс планирования с учетом различных переменных и ограничений, оптимизировать распределение ресурсов и повышать точность бюджетирования. При этом наличие детальных данных по выполненным проектам позволяет повысить точность оценки сложности перспективных проектов.

На **рис. 2** представлен пример зависимости продолжительности (длительности) выполнения проектно-конструкторских работ от объема выпущенной в рамках проекта технической документации.

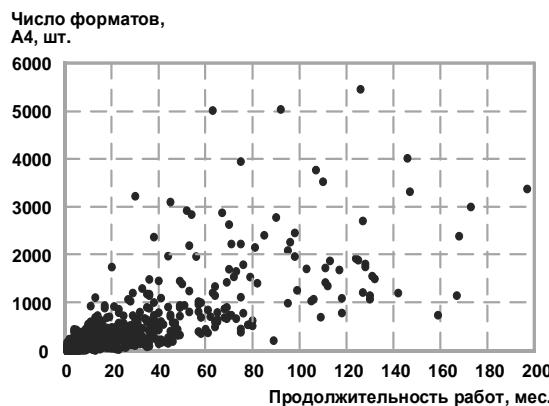


Рис. 2. Объем выпущенной проектно-конструкторской документации по реализованным проектам в зависимости от длительности разработки

Fig. 2. The volume of issued design and engineering documentation for implemented projects depending on the duration of development

Анализ **рис. 2** показывает, что наличие информации о выполненных проектах позволяет выбрать проект-аналог, характеризующийся длительностью выполнения перспективных проектно-конструкторских работ, объемом технической документации по изделию и другими ключевыми показателями.

Для изделий вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) трудоемкость разработки напрямую связана с видами (типами) и объемом технической документации по изделию [5]. Такая информация содержится в автоматизированных системах учета выпуска конструкторской документации и извещений об её изменениях [9] и позволяет автоматизировать расчет себестоимости и сроков выполнения проекта [5, 10].

Существуют различные способы оценивания себестоимости разработки новых изделий, в том числе

создаваемых в рамках Государственного оборонного заказа [11]. Однако большинство таких методик не учитывают научно-теоретического уровня разработок, степени их новизны, а также изменения организационно-технических условий в процессе проведения исследований и разработок.

В соответствии с п. 5.6.1 Методических рекомендаций по нормированию труда на выполнение НИОКР [12] трудоемкость новой разработки  $W_h$  определяется по формуле

$$W_h = W_a \cdot K_{\text{нep}}, \quad (1)$$

где  $W_a$  – трудоемкость проекта-аналога, чел. мес.;

$K_{\text{нep}}$  – переводной коэффициент, учитывающий степень новизны и изменения организационно-технических условий исследования и разработки.

Таким образом, актуальным является вопрос определения данного коэффициента.

Введем множество проектов-аналогов  $A = \{A_1, A_2, A_n, \dots, A_N\}$ ,  $n = \overline{1, N}$ , где  $N$  – число выбранных проектов-аналогов.

Введем множество показателей сравнения  $K = \{K_1, K_2, K_m, \dots, K_M\}$ ,  $m = \overline{1, M}$ , где  $M$  – число этих показателей. При этом каждый показатель сравнения включает в себя классификационные признаки, то есть  $K = \{K_{m1}, K_{m2}, K_{ml}, \dots, K_{mL}\}$ ,  $l = \overline{1, L}$ , где  $L$  – число классификационных признаков для каждого показателя  $K_m$ .

#### Показатели сравнения и классификационные признаки

Исходя из практического опыта по организации и выполнению НИОКР по созданию высокотехнологичных изделий ВВСТ и технологий в области специального машиностроения, целесообразно принять систему показателей и классификационных признаков для оценивания сложности таких проектов.

Показатель  $K_1$ : Наличие аналогов (изделие, технология). Оценивание степени новизны и уникальности нового проекта включает в себя следующие классификационные признаки:

- полный аналог ( $K_{11}$ ): новый проект (разработка) имеет полный аналог в виде существующего изделия или технологии. Существует продукт или технология, который полностью совпадает с новым проектом по функциональности, структуре или принципу работы;

- похожий аналог ( $K_{12}$ ): новый проект (разработка) имеет аналог, который схож с ним по каким-то признакам, но не является полным аналогом. Существуют продукты или технологии, которые выполняют схожие функции или используют аналогичные принципы работы, но имеют различия в структуре или основной идеи;

- отсутствие аналогов ( $K_{13}$ ): новый проект (разработка) не имеет прямых или похожих аналогов. Разрабатываемый продукт или технология уникален и не имеет аналогов среди существующих продуктов или технологий.

Показатель  $K_2$ : Наличие информации о предметной области. Оценивание имеющейся информационной базы для разработки нового проекта включает в себя следующие классификационные признаки:

- полная достоверная информация ( $K_{21}$ ): имеется полная и достоверная информация о предметной области, что позволяет точно определить требования к разрабатываемому продукту или технологии, выявить особенности его создания;

- избыток информации (или недостоверность) ( $K_{22}$ ): имеется достаточно информации о предметной области, но часть ее является недостоверной или противоречивой. Требуется проведение дополнительных работ по проверке информации при разработке продукта или технологии;

- недостаточная, но практически достоверная информация ( $K_{23}$ ): имеется недостаточная информация о предметной области, но та, которая имеется, является достоверной. Требуется проведение исследований с целью получения дополнительной информации для разработки продукта или технологии;

- недостаточная и недостоверная информация ( $K_{24}$ ): имеется недостаточная информация о предметной области, а та информация, которая имеется, не является достоверной. Требуется проведение глубокого анализа и исследований предметной области для получения более точных данных для разработки продукта или технологии.

Показатель  $K_3$ : Преобладающая информация. Оценивание имеющейся информационной базы для разработки нового проекта включает в себя следующие классификационные признаки:

- в русскоязычных источниках ( $K_{31}$ ): необходимая информация о предметной области доступна в русскоязычных источниках, в том числе в научных статьях, монографиях, учебниках, научно-технических отчетах и т.д.;

- в англоязычных источниках ( $K_{32}$ ): необходимая информация о предметной области доступна в англоязычных источниках. Английский язык является международным языком коммуникации в сфере науки и технологий, поэтому англоязычные источники, как правило, содержат информацию об актуальных исследованиях, образцах техники (продуктах) и новых технологиях;

- в источниках на европейских языках ( $K_{33}$ ): необходимая информация о предметной области доступна на европейских языках, таких как немецкий, французский, испанский и т.д.;

- в источниках на китайском и прочих языках ( $K_{34}$ ): необходимая информация о предметной области доступна на китайском языке, а также на других языках, преобладающих в определенных регионах или странах. Учитывая значительное влияние Китая на мировую экономику и инновации, анализ информации на китайском языке позволяет определить современные тренды в области развития техники и технологий.

Показатель  $K_4$ : Принцип решения задачи. Выбор подхода к разработке нового проекта включает в себя следующие классификационные признаки:

- использован известный принцип ( $K_{41}$ ): задача решается путем применения уже известных и проверенных принципов разработки продукта или технологии, которые были успешно использованы в прошлом для решения аналогичных задач;

- выбран один из нескольких существующих принципов ( $K_{42}$ ): необходимо выбрать и обосновать один из существующих принципов разработки продукта или технологии, который наилучшим образом соответствует поставленной задаче;

- выбран один из нескольких принципов и изменен применительно к конкретной задаче ( $K_{43}$ ): необходимо существенного доработать один из существующих принципов разработки продукта или технологии для решения поставленной задачи;

- принцип связан с разрешением технического противоречия ( $K_{44}$ ): для решения задачи требуется разрешение технического противоречия, которое возникает при разработке нового продукта или технологии, а также улучшения существующего;

- требуется создание нового принципа решения задачи ( $K_{45}$ ): известные принципы разработки продукта или технологии не применимы для решения конкретной задачи.

Показатель  $K_5$ : Обработка информации. Оценивание трудоемкости обработки имеющейся информационной базы для разработки нового проекта включает в себя следующие классификационные признаки:

- систематизация информации, относящейся к объекту разработки и возможностям его функционирования, если выбран один из нескольких существующих принципов ( $K_{51}$ ): требуется систематизация информации, связанной с объектом разработки, и выявление его функциональных возможностей, если выбран один из уже существующих принципов;

- систематизация информации, относящейся к объекту разработки и возможностям его функционирования, если выбран один из нескольких принципов и изменен применительно к конкретной задаче ( $K_{52}$ ): требуется не только осуществить систематизацию информации с учетом выбранного принципа, но и ее последующее изменение или адаптацию к конкретным проектным задачам;

- переработка информации применительно к решаемой задаче ( $K_{53}$ ): требуется переработка имеющейся информации с целью ее адаптации и применения к конкретной задаче разработки, в том числе анализ и синтез данных, модификация методов исследования или алгоритмов и т.д.;

- создание информационной базы по косвенным источникам ( $K_{54}$ ): требуется учитывать информацию, полученную из косвенных источников, такие как отзывы потребителей, аналогичные проекты и т.д.

Показатель  $K_6$ : Сложность решения задачи. Оценивание технической, технологической и организационной сложности разработки нового проекта включает в себя следующие классификационные признаки:

- требуется привлечение специалистов в одной области знаний ( $K_{61}$ ): решение задачи требует привлечения специалистов из одной области знаний. Проект сосредоточен на использовании определенной технологии или научно-методического аппарата;

- требуется привлечение специалистов в нескольких областях знаний ( $K_{62}$ ): решение задачи требует привлечения специалистов из нескольких различных областей знаний. Реализация проекта требует интеграции различных технологий, междисциплинарного подхода или решения сложных организационно-технических задач;

- требуется привлечение уникальных специалистов ( $K_{63}$ ): решение задачи предполагает привлечение специалистов с уникальными навыками или опытом работы с определенными технологиями или инновационными методиками.

Показатель  $K_7$ : Сложность обоснования выбранного направления исследования. Выбор и обоснование направления разработки нового проекта включает в себя следующие классификационные признаки:

- низкая сложность ( $K_{71}$ ): обоснование выбранного направления исследования является относительно простым и не требует существенных затрат времени и ресурсов. Основная идея направления исследования подтверждена широко признанными фактами, данными или теориями;

- средняя сложность ( $K_{72}$ ): обоснование выбранного направления исследования требует проведения анализа предметной области. Требуется рассмотреть несколько альтернативных направлений проведения исследования, учесть разнообразные точки зрения и факторы, которые могут влиять на выбор направления исследования;

- высокая сложность ( $K_{73}$ ): обоснование выбранного направления исследования представляет собой сложную задачу, требующую глубокого исследования и учета множества разнородных факторов. Обоснование направления исследования осуществляется в условиях неопределенности в исходных данных, неоднозначности результатов предыдущих исследо-

ваний или противоречивыми точками зрения в профессиональном сообществе.

Показатель  $K_8$ : Важность решения задачи (масштаб внедрения). Оценивание важности разработки нового проекта включает в себя следующие классификационные признаки:

- локальный ( $K_{81}$ ): проект ориентирован на локальный уровень и влияет на относительно небольшую группу потребителей. Применение разрабатываемого продукта или технологии ограничено конкретными организациями или предприятиями;

- отраслевой ( $K_{82}$ ): проект имеет большое значение для какой-либо отрасли народного хозяйства и охватывает несколько организаций (предприятий) или секторов экономики. Применение разрабатываемого продукта или технологии может повлиять на стандарты, практики и направления развития в определенной отрасли;

- межотраслевой ( $K_{83}$ ): проект имеет широкое воздействие на межотраслевом уровне и охватывает несколько отраслей народного хозяйства. Применение разрабатываемого продукта или технологии может изменить существующие процессы, стандарты и взаимодействия между различными отраслями, а также способствовать созданию новых рыночных возможностей.

Важно подчеркнуть, что предложенные показатели и классификационные признаки являются достаточными для оперативной оценки сложности новых проектов (разработок) на основе проектов-аналогов. В зависимости от особенностей конкретных отраслей и организаций (предприятий) российской промышленности, а также особенностей создаваемых изделий и технологий предлагаемая система показателей может быть дополнена. При этом практика организации НИОКР свидетельствует о том, что система показателей сложности проектов должна быть гибкой и адаптивной, позволяя учитывать широкий спектр факторов, влияющих на сложность и успешность новых разработок.

#### Сопоставление характеристик нового проекта с проектами-аналогами и обработка результатов

Числовые значения вышепредложенных показателей представлены в **табл. 1**, также в ней приведен пример оценивания сложности проектов  $A_n$  из множества проектов-аналогов  $A$  и нового проекта  $A''$  по созданию продукта или технологии.

Как видно из **табл. 1**, каждому проекту  $A_n$  из множества проектов-аналогов  $A$ , а также новому проекту по созданию продукта или технологии  $A''$  выставляются оценки по каждому показателю сравнения  $K_m$  с использованием предложенной шкалы значений соответствующих классификационных признаков  $K_{ml}$ .

Таблица 1. Система показателей для оценивания сложности НИОКР и пример оценки проектов-аналогов  $A_n$

и нового проекта  $A^n$  по этим показателям

Table 1. System of indicators for evaluating the complexity of R&D and example evaluation of analogous projects  $A_n$  and the new project  $A^n$  based on these indicators

Обозна- чение показате- ля	Показатели для сравнения	Предлагаемые значения (не более или интервал)	Пример оценки проектов			
			$A_1$	...	$A_N$	$A^n$
$K_1$	<b>Наличие аналогов (изделие, технология):</b>					
$K_{11}$	Полный аналог	1,00	—	...	1,00	—
$K_{12}$	Похожий аналог	1,50	1,50	...	—	1,50
$K_{13}$	Отсутствие аналога	2,00	—	...	—	—
$K_2$	<b>Наличие информации о предметной области:</b>					
$K_{21}$	Полная достоверная информация	0,8–1,2	—	...	—	—
$K_{22}$	Избыток информации (или недостоверная информация)	1,2–1,5	1,20	...	1,20	—
$K_{23}$	Недостаточная, но практически достоверная информация	1,5–2,0	—	...	—	1,80
$K_{24}$	Недостаточная и недостоверная информация	2,0–2,2	—	...	—	—
$K_3$	<b>Преобладающая информация:</b>					
$K_{31}$	В русскоязычных источниках	1,00	—	...	1,00	—
$K_{32}$	В англоязычных источниках	1,10	1,10	...	—	1,10
$K_{33}$	В источниках на европейских языках	1,20	—	...	—	—
$K_{34}$	В источниках на китайском языке или прочих языках	1,50	—	...	—	—
$K_4$	<b>Принцип решения задачи:</b>					
$K_{41}$	Использован известный принцип	1,00	—	...	—	—
$K_{42}$	Выбран один из нескольких существующих принципов	2,00	2,00	...	2,00	2,00
$K_{43}$	Выбран один из нескольких принципов и изменен применительно к конкретной задаче	3,00	—	...	—	—
$K_{44}$	Принцип связан с разрешением технического противоречия	5,00	—	...	—	—
$K_{45}$	Потребовалось создание нового принципа решения задачи	10,00	—	...	—	—
$K_5$	<b>Обработка информации:</b>					
$K_{51}$	Систематизация информации, относящейся к объекту разработки и возможностям его функционирования, если выбран один из нескольких существующих принципов	0,80	—	...	—	—
$K_{52}$	Систематизация информации, относящейся к объекту разработки и возможностям его функционирования, если выбран один из нескольких принципов и изменен применительно к конкретной задаче	1,50	—	...	—	—
$K_{53}$	Переработка информации применительно к решаемой задаче	2,00	1,80	...	1,30	—
$K_{54}$	Создание информационной базы по косвенным источникам	3,00	—	...	—	2,00
$K_6$	<b>Сложность решения задачи:</b>					
$K_{61}$	Требуется привлечение специалистов в одной области знаний	1,00	—	...	—	—
$K_{62}$	Требуется привлечение специалистов в нескольких областях знаний	2,00	1,40	...	1,80	1,80
$K_{63}$	Требуется привлечение уникальных специалистов	3,00	—	—	—	—
$K_7$	<b>Сложность обоснования выбранного направления исследования:</b>					
$K_{71}$	Низкая	0,8–1,2	—	...	—	—
$K_{72}$	Средняя	1,2–1,5	1,50	...	1,40	—
$K_{73}$	Высокая	1,5–2,0	—	...	—	1,90
$K_8$	<b>Важность решения задачи (масштаб внедрения):</b>					
$K_{81}$	Локальный	1,00	—	...	—	—
$K_{82}$	Отраслевой	1,20	1,20	...		1,20
$K_{83}$	Межотраслевой	1,50	—	...	1,50	—
	Произведение коэффициентов		17,9626	...	11,7936	48,7555
$K_{\text{пер}} (A_n)$	Переводной коэффициент		2,7143	...	4,1341	—

При этом для повышения наглядности оценок целесообразно использовать лучевые диаграммы [13]. Пример такой диаграммы приведен на **рис. 3**.

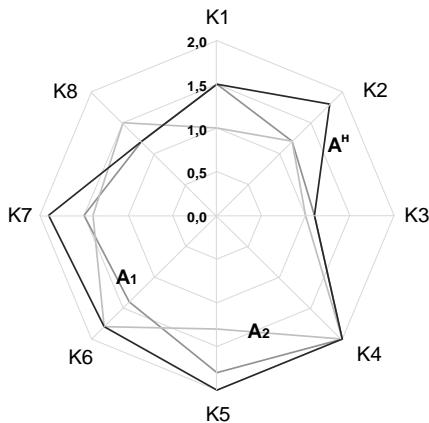


Рис. 3. Лучевая диаграмма оценки проектов по показателям  $K_m$

Fig. 3. Ray diagram of project evaluation by indicators  $K_m$

Анализ **рис. 3** показывает, что новый проект  $A^*$  является более сложным, чем проекты-аналоги  $A_1$  и  $A_2$  по показателям  $K_2$ ,  $K_5$  и  $K_7$ , то есть характеризуется недостатком достоверной информации о предметной области, сложностью ее обработки, сложностью обоснования направления исследования.

Переводной коэффициент  $K_{\text{пер}}(A_n)$ , устанавливающий соответствие каждого проекта-аналога  $A_n$  новому проекту  $A^*$ , рассчитывается следующим образом:

$$K_{\text{пер}}(A_n) = \prod_{m=1}^M K_m(A^*) / \prod_{m=1}^M K_m(A_n). \quad (2)$$

Важно отметить, что предлагаемые числовые значения показателей сравнения  $K_m$  могут быть изменены с учетом особенностей производственной деятельности конкретной организации (предприятия), выполняющей проект. Каждая организация имеет свою уникальную организационную структуру, технологические возможности, уровень квалификации персонала, доступность ресурсов, методы работы, что может существенно повлиять на оценку сложности выполнения НИОКР.

Оценивание сложности разрабатываемого нового продукта или технологии  $A^*$  и проектов-аналогов  $A_n$  осуществляется, как правило, на основе метода экспертизы оценок.

Итак, пусть имеется множество экспертов  $E = \{E_1, E_2, E_q, \dots, E_Q\}$ ,  $q = \overline{1, Q}$ , где  $Q$  – число экспертов.

Каждый эксперт  $E_q$  анализирует и оценивает проект  $A^*$  и проекты-аналоги  $A_n$  в соответствии с системой показателей и их числовых значений, представ-

ленных в **табл. 1**. В результате получаются оценки  $K_{ml}(A_n) \rightarrow K_m(A_n)$  и  $K_{ml}(A^*) \rightarrow K_m(A^*)$ , где  $n = \overline{1, N}$ ,  $m = \overline{1, M}$ ,  $l = \overline{1, L}$ .

Далее по формуле (2) рассчитываются переводные коэффициенты  $K_{\text{пер}}^q(A_n)$ .

После проведения сравнения проектов каждым из экспертов  $E_q$  встает вопрос определения результирующего переводного коэффициента  $\bar{K}_{\text{пер}}(A_n)$ , выражающего групповое экспертное мнение.

На практике применяется множество подходов решения задачи нахождения групповой экспертной оценки [14]. Однако с целью упрощения обработки результатов и с учетом особенностей решаемой задачи в конкретном случае допустимо в качестве групповой оценки использовать среднее арифметическое экспертных оценок, то есть

$$\bar{K}_{\text{пер}}(A_n) = \sum_{q=1}^Q K_{\text{пер}}^q(A_n) / Q, \quad (3)$$

где  $q = \overline{1, Q}$ .

После этого переводной коэффициент (3) используется в уравнении (1) для определения расчетных трудоемкостей  $W_h(A_n)$  нового проекта  $A^*$  относительно проекта-аналога  $A_n$ , а затем определяется средняя прогнозная трудоемкость нового проекта:

$$W_{\text{прог}} = \sum_{n=1}^N \bar{K}_{\text{пер}}(A_n) \cdot \bar{W}_h(A_n) / N, \quad (4)$$

где  $n = \overline{1, N}$ , а  $\bar{W}_h(A_n)$  – средняя расчетная трудоемкость нового проекта  $A^*$  по проекту-аналогу  $A_n$ , которая определяется как

$$\bar{W}_h(A_n) = \sum_{q=1}^Q W_h^q(A_n) / Q, \quad (5)$$

где  $q = \overline{1, Q}$ .

Следует отметить, что процесс оценивания сложности проекта на основе проектов-аналогов должен быть статистически релевантным с точки зрения теории обработки эксперимента.

Переводные коэффициенты  $K_{\text{пер}}^q(A_n)$ , как правило, представлены малой выборкой, равной числу экспертов  $Q$ , привлекаемых для оценивания проектов.

Численные эксперименты показывают, что для обработки экспертных оценок в методике экспресс-анализа должно выполняться условие  $Q \geq 5$ . Это позволяет использовать методы непараметрической статистики, такие как бутстррап, предложенный Брэдли Эфроном в 1979 году [15], для расширения исходной выборки и получения адекватных результатов анализа. Формализованное описание процесса бутстррап-анализа представлено на **рис. 4**.

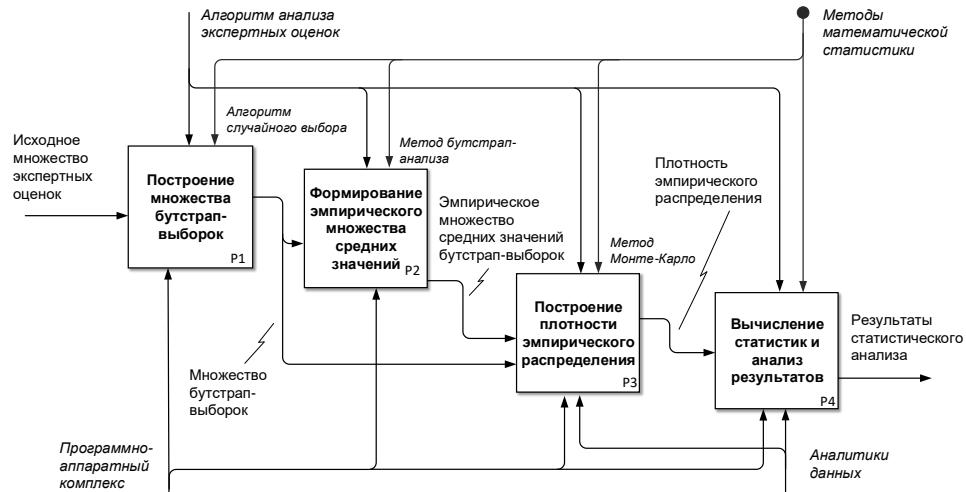


Рис. 4. Формализованное описание будстррап-анализа  
Fig. 4. Formalized description of bootstrap analysis

Как видно из **рис. 4**, суть метода заключается в построении по имеющейся малой выборке эмпирического распределения за счет извлечения элементов из исходной выборки случайным образом с повторением (возвратом значения) и формирования множества бутстррап-выборок той же размерности, что и исходная выборка. При этом число бутстррап-выборок ограничивается исключительно вычислительными возможностями и может составлять 10 000 и более. Затем рассчитываются средние значения бутстррап-выборок. После чего методом Монте-Карло [16] строится плотность эмпирического распределения средних значений бутстррап-выборок, по которой вычисляются интересующие статистики.

Важно отметить, что размерность формируемой выборки средних значений бутстррап-выборок зависит от размерности исходной выборки. Число комбинаций, образующих уникальные средние значения бутстррап-выборок, будет равно числу сочетаний из  $Q$  по  $Q$  с повторениями, а именно

$$Q_{BC}(Q) = \bar{C}_Q^Q = C_{2Q-1}^Q = \frac{(2Q-1)!}{(Q-1)!Q!}. \quad (6)$$

Таким образом, возможность расширения исходной выборки определяется зависимостью (6), представленной в виде графика на **рис. 5**.

Из анализа **рис. 5** видно, почему установлено ограничение на минимальное число экспертов ( $Q \geq 5$ ).

Оценим погрешность (доверительный интервал) для определенного значения себестоимости нового проекта  $A^n$ . Пусть переходной коэффициент  $\bar{K}_{\text{нep}}(A_n)$  является средневзвешенной оценкой бутстррап-выборок со стандартной ошибкой среднего  $S_{\bar{K}_{\text{нep}}}$ , которая для смещенной оценки с учетом поправки Бесселя определяется следующим образом [16]:

$$S_{\bar{K}_{\text{нep}}}(A_n) = \sqrt{\frac{\sum_{q=1}^Q (K_{\text{нep}}^q(A_n) - \bar{K}_{\text{нep}}(A_n))^2}{Q(Q-1)}}. \quad (7)$$

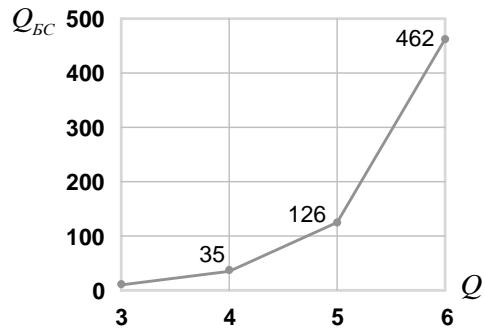


Рис. 5. Зависимость  $Q_{BC}(Q)$

Fig. 5. Dependance  $Q_{BC}(Q)$

Доверительный интервал для  $\bar{K}_{\text{нep}}(A_n)$  будет иметь вид

$$\bar{K}_{\text{нep}}(A_n) - t_{\beta,Q} \cdot S_{\bar{K}_{\text{нep}}}(A_n) < M(K_{\text{нep}}(A_n)) < \bar{K}_{\text{нep}}(A_n) + t_{\beta,Q} \cdot S_{\bar{K}_{\text{нep}}}(A_n), \quad (8)$$

где  $M(K_{\text{нep}}(A_n))$  – математическое ожидание переходного коэффициента проекта  $A_n$ , а  $t_{\beta,Q}$  – коэффициент Стьюдента, зависящий от заданного уровня доверительной вероятности (при решении технических задач, как правило, принимают  $\beta = 0,95$ ) и числа измерений (в данном случае числа экспертов  $Q = Q_{BC}$ ).

Тогда результат оценки себестоимости нового проекта  $A^n$  будет определяться со следующей погрешностью:

$$W_{\text{н}}^{\text{рез}} = \bar{W}_{\text{н}}^{\text{прог}} \pm \Delta W_{\text{н}}^{\text{прог}}, \quad (9)$$

$$\Delta W_{\text{h}}^{\text{пред}} = \sum_{n=1}^N \bar{W}_{\text{h}}(A_n) \cdot t_{\beta, Q} \cdot S_{\bar{K}_{\text{неп}}}(A_n) / N. \quad (10)$$

В следующем разделе рассмотрим пример применения предлагаемой экспресс-методики.

### Пример применения экспресс-методики

Важно подчеркнуть, что работы, выбранные для сравнения, должны быть близки не только по характеру, но и по срокам, и по объему отчетной научно-технической документации, поэтому предлагается проводить оценку работ не по проекту в целом, а по аналогичным этапам работ, а затем суммировать предполагаемую трудоемкость.

Пример оценивания переводного коэффициента для проектов-аналогов и трудоемкости выполнения нового проекта  $A^u$  на основе предлагаемой методики экспресс-анализа представлен в **табл. 2**.

Таблица 2. Расчет трудоемкости выполнения НИОКР по созданию изделия  $A^u$

Table 2. Calculation of labor intensity for R&D projects in product development  $A^u$

Номер этапа	Эксперт	$A_1$			$A_2$			Средняя трудоемкость по аналогам $W_{\text{h}}^u(A_1, A_2)$ , чел. мес.	Прогнозная трудоемкость $W_{\text{h}}^{\text{пред}}$ , чел. мес.
		Трудоемкость аналога $W_{\text{a}}(A_1)$ , чел. мес.	Переводной коэффициент $K_{\text{неп}}^q(A_1)$	Расчетная трудоемкость $W_{\text{h}}^u(A_1)$ , чел. мес.	Трудоемкость аналога $W_{\text{a}}(A_2)$ , чел. мес.	Переводной коэффициент $K_{\text{неп}}^q(A_2)$	Расчетная трудоемкость $W_{\text{h}}^u(A_2)$ , чел. мес.		
1	$E_1$	51,63	2,7143	140,14	41,12	4,1341	169,99	155,07	154,57
	$E_2$		2,6789	138,31		3,9807	163,69	151,00	
	$E_3$		2,7916	144,13		4,0517	166,61	155,37	
	$E_4$		2,7224	140,56		4,1938	172,45	156,50	
	$E_5$		2,6983	139,31		4,1476	170,55	154,93	
2	$E_1$	39,98	5,4167	216,56	55,14	4,0107	221,15	218,85	216,42
	$E_2$		5,3435	213,63		3,9602	218,37	216,00	
	$E_3$		5,4893	219,46		3,9721	219,02	219,24	
	$E_4$		5,4281	217,02		3,9592	218,31	217,66	
	$E_5$		5,0574	202,19		3,9617	218,95	210,57	
3	$E_1$	53,14	4,0912	217,41	154,16	1,5291	235,73	226,57	230,41
	$E_2$		4,2167	224,08		1,5438	237,99	231,03	
	$E_3$		4,3231	229,73		1,5253	235,14	232,43	
	$E_4$		4,2915	228,05		1,5349	236,62	232,34	
	$E_5$		4,1746	221,84		1,5407	237,51	229,68	

Таблица 3. Пессимистичная, средняя и оптимистичная оценки трудоемкости

Table 3. Pessimistic, average and optimistic estimates of labor intensity

Номер этапа	$A_1$			$A_2$			Минимальная прогнозная трудоемкость $\min(W_{\text{h}}^{\text{пред}})$ , чел.мес.	Средняя прогнозная трудоемкость $\bar{W}_{\text{h}}^{\text{пред}}$ , чел.мес.	Максимальная прогнозная трудоемкость $\max(W_{\text{h}}^{\text{пред}})$ , чел. мес.
	Минимальный переводной коэффициент аналога $K_{\text{неп}}^{\min}(A_1)$	Средний переводной коэффициент аналога $\bar{K}_{\text{неп}}(A_1)$	Максимальный переводной коэффициент аналога $K_{\text{неп}}^{\max}(A_1)$	Минимальный переводной коэффициент аналога $K_{\text{неп}}^{\min}(A_2)$	Средний переводной коэффициент аналога $\bar{K}_{\text{неп}}(A_2)$	Максимальный переводной коэффициент аналога $K_{\text{неп}}^{\max}(A_2)$			
1	2,6789	2,7211	2,7916	3,9807	4,1016	4,1938	151,00	154,57	158,29
2	5,0574	5,3470	5,4893	3,9592	3,9728	4,0107	210,25	216,42	220,31
3	4,0912	4,2194	4,3231	1,5253	1,5327	1,5438	226,27	230,01	233,86

Как видно из анализа **табл. 2**, сложность, а следовательно, и трудоемкость выполнения НИОКР по разработке нового изделия  $A^u$  определена на основе двух выбранных проектов-аналогов  $A_1$  и  $A_2$ . При этом согласно экспертным оценкам проектов по предлагаемой совокупности показателей  $K_{\text{неп}}$  проект  $A_2$  является более близким аналогом проекта  $A^u$ , особенно на этапе три.

Определим оптимистичную  $\max(W_{\text{h}}^{\text{пред}})$  и пессимистичную  $\min(W_{\text{h}}^{\text{пред}})$  оценки трудоемкости нового проекта  $A^u$  по исходной выборке экспертных оценок из условия  $\max(K_{\text{неп}}^q(A_n))$  и  $\min(K_{\text{неп}}^q(A_n))$ . Для наглядности результаты расчета представим в табличной форме (**табл. 3**).

С целью сравнения полученных результатов с результатами бутстррап-анализа рассмотрим плотности распределения средних значений бутстррап-выборок переходных коэффициентов  $K_{\text{нep}}(A_1)$  и  $K_{\text{нep}}(A_2)$  для первого этапа НИОКР по созданию изделия  $A''$  (рис. 6).

Из анализа рис. 6 видно, что плотности распределения средних значений бутстррап-выборок переходных коэффициентов  $K_{\text{нep}}(A_1)$  и  $K_{\text{нep}}(A_2)$  соответствуют нормальному закону распределения. В рассматриваемом примере это обусловлено достаточно высокой согласованностью экспертных мнений.

Рассмотрим плотность распределения средних значений бутстррап-выборки переходных коэффициентов  $K_{\text{нep}}(A_1)$  и  $K_{\text{нep}}(A_2)$  для второго этапа НИОКР по созданию изделия  $A''$  (рис. 7).

Из анализа рис. 7 видно, что плотности распределения средних значений бутстррап-выборок переходных коэффициентов  $K_{\text{нep}}(A_1)$  и  $K_{\text{нep}}(A_2)$  соответствуют нормальному и логонормальному законам распределения.

Следует отметить, что набор наблюдаемых данных, как правило, можно описать одним из принятых в математической статистике типовых законов распределения случайной величины, используя соотношение между коэффициентами асимметрии и эксцесса. Такой подход подробно описан, например, в работе [15].

Пример оценивания погрешности определения трудоемкости, выполненный в соответствии с формулами (6)–(9), представлен в табл. 4.

Как видно из анализа табл. 3 и 4, рассматривая задачу в вероятностной постановке, доверительный интервал оказывается значительно шире ( $\pm 8,5\%$ ), чем в детерминированной ( $\pm 2,5\%$ ). Это связано с тем, что в детерминированной постановке оценка параметров модели основывается на предположении о точности входных данных без учета случайных вариаций и неопределенности.

Выполненный анализ показывает, что оценка погрешности определения трудоемкости является допустимой и предлагаемая экспресс-методика может применяться в практике технико-экономического обоснования финансово-экономических показателей новых исследований и разработок.

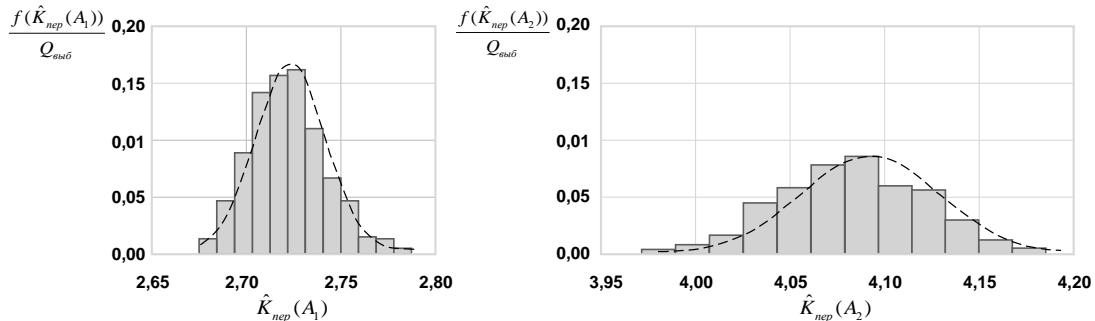


Рис. 6. Плотности распределения средних значений бутстррап-выборок переходных коэффициентов  $K_{\text{нep}}(A_1)$  и  $K_{\text{нep}}(A_2)$  для первого этапа НИОКР

Fig. 6. Distribution densities of the average values of bootstrap samples for conversion coefficients  $K_{\text{нep}}(A_1)$  and  $K_{\text{нep}}(A_2)$  for the first stage of R&D

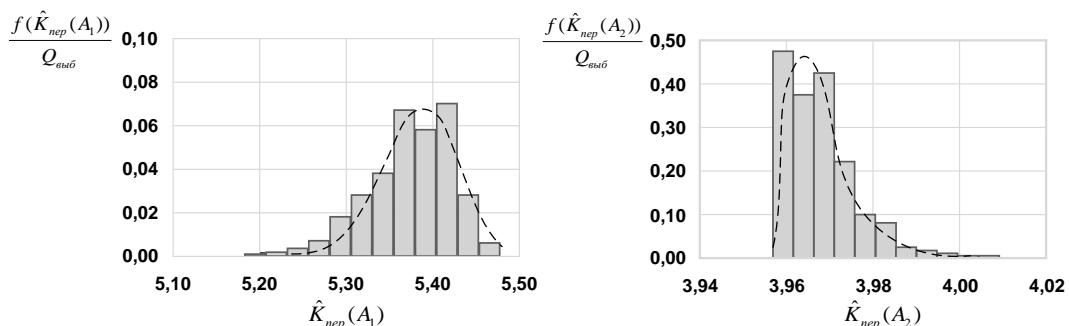


Рис. 7. Плотности распределения средних значений бутстррап-выборок переходных коэффициентов  $K_{\text{нep}}(A_1)$  и  $K_{\text{нep}}(A_2)$  для второго этапа НИОКР

Fig. 7. Distribution densities of the average values of bootstrap samples for conversion coefficients  $K_{\text{нep}}(A_1)$  and  $K_{\text{нep}}(A_2)$  for the second stage of R&D

Таблица 4. Оценка погрешности определения трудоемкости  $\pm \Delta W_{\text{н}}^{\text{прог}}$ Table 4. Estimation of error in determining labor intensity  $\pm \Delta W_{\text{н}}^{\text{прог}}$ 

Номер этапа	Математическое ожидание переходного коэффициента аналога $K_{\text{пер}}(A_1)$	Стандартная ошибка среднего $S_{K_{\text{пер}}}(A_1)$	Средняя расчетная трудоемкость по аналогу $W_{\text{н}}(A_1)$ , чел. мес.	Математическое ожидание переходного коэффициента аналога $K_{\text{пер}}(A_2)$	Стандартная ошибка среднего $S_{K_{\text{пер}}}(A_2)$	Средняя расчетная трудоемкость по аналогу $W_{\text{н}}(A_2)$ , чел. мес.	Средняя прогнозная трудоемкость $\bar{W}_{\text{н}}^{\text{прог}}$ , чел. мес.	Погрешность определения трудоемкости $\pm \Delta W_{\text{н}}^{\text{прог}}$ при $\beta = 0,95$ , $Q = 126$
1	2,7249	0,0191	140,687	4,0917	0,0379	168,251	154,42	$\pm 9,07 (\pm 5,9\%)$
2	5,3755	0,0760	214,912	3,9614	0,0098	218,431	216,67	$\pm 18,47 (\pm 8,5\%)$
3	4,2416	0,0415	225,399	1,5325	0,0035	236,250	230,82	$\pm 10,16 (\pm 4,7\%)$

### Заключение

Оценка сложности на основе аналогов является полезным инструментом в начальных стадиях проекта. Однако необходимо помнить, что каждый проект уникален, и данные проектов-аналогов должны использоваться как точная оценка сложности нового проекта (изделия или технологии).

Тем не менее определение переходного коэффициента, который определяет сложность разрабатываемых продуктов или технологий, играет ключевую роль в прогнозировании трудоемкости выполнения работ. Этот коэффициент выступает важным индикатором, который помогает определить не только потребный уровень усилий и ресурсов, но и сроки выполнения проекта. Такой подход позволяет организации более рационально планировать свои действия и избегать потенциальных рисков и неожиданных затрат.

Точная оценка сложности проекта требует комплексного анализа, учитывающего не только данные аналогов, но и уникальные особенности самого проекта, такие как его цели, технические требования и степень инновационности. Кроме того, в процессе оценивания сложности новых проектов следует учитывать возможные изменения в ходе разработки, чтобы обеспечить точное планирование и успешное выполнение работ.

### Список источников

1. Кравченко Т.К., Исаев Д.В. Оценка сложности инновационных проектов // Инновации. 2017. № 5(223). С. 90-98.
2. Катышева Е.Г. Методология формирования системы нормативов трудоемкости научно-исследовательской продукции для повышения эффективности НИОКР // Записки Горного института. 2009. №184. С. 39-45.
3. Глебова О.В., Борискова Л.А. Система показателей для оценки эффективности научно-технических разработок научно-производственных предприятий на разных стадиях жизненного цикла // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2011. №3. С. 23-29.
4. Степанова Ю.Н. Критериальная оценка инновационных разработок // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2021. № 83(1). С. 455-459. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-1-455-459>.
5. Щеглов Д.К., Сайбель А.Г. Формализованный подход к прогнозированию сроков и стоимости разработки военно-технических систем // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. 2022. № 3 (155). С. 33-44.
6. Козин Э.Ф. Этапы и методы оценки эффективности инновационных проектов: структурные взаимосвязи // Инновации. 2012. № 1(159). С. 100-104.
7. Р 50.1.028-2001. Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. М.: Росстандарт России, 2001. 54 с.
8. Михеев А.В. Анализ больших данных для обоснования решений по научно-технологическому развитию в энергетике // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2020. № 4(20). С. 158-167. <https://doi.org/10.38028/ESI.2020.20.4.014>.
9. Чубуков А.А., Капалыга Т.Н., Щеглов Д.К. Автоматизированная система учёта выпуска конструкторской документации и извещений об её изменении: свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023687947, 19.12.2023.
10. Щеглов Д.К. Мобильное приложение для определения сроков и себестоимости выполнения проектно-конструкторских работ по государственному оборонному заказу: свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024615912, 14.03.2024.
11. Shcheglov D.K. Express method for determining deadlines and costs of project design works by defense industry enterprises // Инновации в менеджменте. 2024. № 1 (39). С. 46-54.
12. Методические рекомендации по нормированию труда на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (утв. ФГБУ НИИ ТСС Минтруда России 07.03.2014 №006). Консультант Плюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_3089/07/576245b522294624269f6888e590b4a30abd1038/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_3089/07/576245b522294624269f6888e590b4a30abd1038/) (дата обращения: 18.02.2024)
13. Развитие производства гражданской продукции на предприятиях оборонно-промышленного комплекса: монография / Д.К. Щеглов и др. М.: ООО «Айти-Сервис», 2021. 163 с.
14. Орлов А.И. О средних величинах // Управление большими системами: сборник трудов. М., 2013. № 46. С. 88-117.
15. Bühlmann P. Bootstraps for Time Series // Statistical Science. 2002, vol. 17, no. 1, pp. 52-72.

16. Илющенко Р.Р., Осипова Т.В. Обработка экспертных оценок при проведении научных проектов с привлечением экспертов федерального реестра // Инноватика и экспертиза. 2020. № 2(30). С. 65-79.
17. Бушуев А.Ю., Кутыркин А.В. Введение в прикладную теорию автоматов. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 52 с.

### References

1. Kravchenko T.K., Isaev D.V. Assessment of the complexity of innovative projects. *Innovatsii* [Innovations], 2017;(5(223)):90-98. (In Russ.)
2. Katysheva E.G. Methodology for the formation of a system of labor intensity standards for research products to improve the efficiency of R&D. *Zapiski Gornogo instituta* [Notes of the Mining Institute], 2009;(184):39-45. (In Russ.)
3. Glebova O.V., Boriskova L.A. System of indicators for assessing the effectiveness of scientific and technical developments of scientific and industrial enterprises at different stages of the life cycle. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intelligence. Innovations. Investments], 2011;(3):23-29. (In Russ.)
4. Stepanova Yu.N. Criterial assessment of innovative developments. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tekhnologiy* [Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies], 2021;(83(1)):455-459. (In Russ.) <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-1-455-459>
5. Shcheglov D.K., Saibel A.G. Formalized approach to forecasting the timing and cost of developing military-technical systems. *Oboronnii kompleks – nauchno-tehnicheskii progressu Rossii* [Defense complex – scientific and technical progress of Russia], 2022;(3(155)):33-44. (In Russ.)
6. Kozin E.F. Stages and methods of assessing the effectiveness of innovation projects: structural relationships. *Innovatsii* [Innovations], 2012;(1(159)):100-104. (In Russ.)
7. R 50.1.028-2001 Recommendations for standardization. Information technologies for supporting the product life cycle. Methodology of functional modeling. Moscow, Rosstandart of Russia, 2001, 54 p.
8. Mikheev A.V. Big data analysis to substantiate decisions on scientific and technological development in the energy sector. *Informatsionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii* [Information and Mathematical Technologies in
- Science and Management], 2020;(4(20)):158-167. <https://doi.org/10.38028/ESI.2020.20.4.014> (In Russ.)
9. Chubukov A.A., Kapalyga T.N., Shcheglov D.K. *Avtomatisirovannaya sistema uchyota vypuska konstruktorskoy dokumentatsii i izveshcheniy ob eyo izmenenii* [Automated system for recording the release of design documentation and notifications of its changes]. Certificate of registration of computer program RU 2023687947, 19.12.2023.
10. Shcheglov D.K. *Mobilnoe prilozhenie dlya opredeleniya srokov i sebestoimosti vypolneniya proektno-konstruktorskikh rabot po gosudarstvennomu oboronnomu zakazu* [Mobile application for determining the terms and cost of design and engineering work under a state defense order]. Certificate of registration of computer program RU 2024615912, 14.03.2024.
11. Shcheglov D.K. Express method for determining deadlines and costs of project design works by defense industry enterprises. *Innovatsii v menedzhmente* [Innovations in Management], 2024;(1(39)):46-54.
12. Methodological recommendations for labor standards for the performance of research and development work (approved by the Federal State Budgetary Institution Research Institute of TSS of the Ministry of Labor of Russia on March 7, 2014, No. 006). *Konsul'tant Plyus* [Consultant Plus]. Available at: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_308907/576245b522294624269f6888e590b4a30abd1038/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_308907/576245b522294624269f6888e590b4a30abd1038/) (Accessed February 18, 2024)
13. Shcheglov D.K. et al. *Razvitiye proizvodstva grazhdanskoy produktsii na predpriyatiyah oboronno-promyshlennogo kompleksa: monografiya* [Development of civilian production at defense industry enterprises: monograph]. Moscow: OOO IT-Service, 2021, 163 p. (In Russ.)
14. Orlov A.I. On average values. *Upravlenie bolshimi sistemami: sbornik trudov* [Management of large systems: collection of works], 2013;(46):88-117. (In Russ.)
15. Bühlmann P. Bootstraps for Time Series. *Statistical Science*. 2002;17(1):52-72
16. Ilyushchenko R.R., Osipova T.V. Processing of expert assessments during scientific projects involving experts from the federal register. *Innovatika i ekspertiza* [Innovation and Expertise], 2020;(2(30)):65-79. (In Russ.)
17. Bushuev A.Yu., Kutyrikin A.V. *Vvedenie v prikladnuyu teoriyu avtomatov* [Introduction to the applied theory of automata]. Moscow: Bauman Moscow State Technical University, 2004, 52 p. (In Russ.)

Поступила 21.08.2024; принята к публикации 25.11.2024; опубликована 30.06.2025  
Submitted 21/08/2024; revised 25/11/2024; published 30/06/2025

**Шеглов Дмитрий Константинович** – кандидат технических наук, доцент, научный руководитель, АО «Северо-Западный региональный центр Концерна ВКО «Алмаз – Антей» – Обуховский завод», Санкт-Петербург, Россия.  
Email: [\\_dk@bk.ru](mailto:_dk@bk.ru). ORCID 0000-0003-2459-7684

**Шеглов Константин Николаевич** – начальник научно-исследовательского отделения, Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург, Россия.  
Email: [ohte\\_2@mail.ru](mailto:ohte_2@mail.ru).

**Dmitry K. Shcheglov** – PhD (Eng.), Associate Professor, Scientific Supervisor, JSC North-West Regional Center of the Concern VKO Almaz – Antey – Obukhov Plant, St. Petersburg, Russia.  
Email: [\\_dk@bk.ru](mailto:_dk@bk.ru). ORCID 0000-0003-2459-7684

**Konstantin N. Shcheglov** – Head of Research Department, FSBEI HE Baltic State Technical University VOENMEH named after D.F. Ustinov, St. Petersburg, Russia.  
Email: [ohte\\_2@mail.ru](mailto:ohte_2@mail.ru).