

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2023 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Разработка методики параметрического ранжирования перспективных технологий для производства космических аппаратов предприятий РКТ»
тема

27.04.03 «Системный анализ и управление»
код и наименование направления

27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов»
код и наименование магистерской программы

Руководитель	_____	профессор МБК ПФиКТ, д-р техн.наук	<u>Е.Н. Головёнкин</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Д.Ю. Ковалева</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Рецензент	_____	начальник отдела инновационного развития АО «РЕШЕТНЁВ», канд. физ-мат наук	<u>С.А. Кузнецов</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	профессор МБК ПФиКТ, д-р техн.наук	<u>В.Е. Чеботарев</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Красноярск 2023

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2023 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме магистерской диссертации

Красноярск 2023

Студенту Ковалевой Дарье Юрьевне
фамилия, имя, отчество

Группа КИ21-03-6М Направление (специальность) 27.04.03
номер код

«Системный анализ и управление»
полное наименование

Тема выпускной квалификационной работы: Разработка методики параметрического ранжирования перспективных технологий для производства космических аппаратов предприятий РКТ

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР Евгений Николаевич Головёнкин, профессор, д-р техн. наук, профессор МБК «Прикладная физика и космические технологии», СФУ

Исходные данные для ВКР в рамках ВКР разрабатывается методика параметрического ранжирования перспективных технологий для производства космических аппаратов предприятий РКТ

Перечень разделов ВКР введение; исследование предметной области; разработка методики параметрического ранжирования перспективных технологий; экспериментальная проверка; заключение.

Перечень графического материала презентация PowerPoint, раздаточный материал.

Руководитель ВКР _____
подпись

Е.Н. Головёнкин
инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению _____
подпись

Д.Ю. Ковалева
инициалы и фамилия студента

«__» _____ 20__ г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка методики параметрического ранжирования перспективных технологий для производства космических аппаратов предприятий РКТ» содержит 88 страниц текстового документа, 2 приложения, 23 использованных источников.

ТЕХНОЛОГИИ, ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, МЕТОДЫ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СРАВНЕНИЯ, МЕТОДЫ РАНЖИРОВАНИЯ, ЭКСПЕРТИЗА И ОТБОР, ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА.

Цель работы: «Создание методики параметрического ранжирования перспективных технологий для производства космических аппаратов предприятий РКТ».

Задачи исследования:

- анализ предметной области, анализ существующих методик отбора;
- создание методики параметрического ранжирования перспективных технологий;
- экспериментальная проверка качества реализации методики.

В ходе научно-исследовательской работы была описана процедура проведения оценки перспективных технологий высокотехнологичных производств, определена специфика отрасли, предложено критериальное пространство для оценки технологий, на базе которого разработана методика параметрического ранжирования перспективных технологий для производства космических аппаратов предприятий РКТ. Были составлены параметрическая модель оценки технологии в высокотехнологичном производстве и алгоритм методики параметрического ранжирования перспективных технологий, позволяющие описать процедуру реализации системы, проведена экспериментальная проверка методики.

Использование предлагаемой методики позволит систематизировать разработку и внедрение новых технологий, обеспечивающих развитие производственно-технологической базы предприятий РКТ.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Исследование предметной области	9
1.1 Технологии и ее характеристики	9
1.2 Методы многопараметрического сравнения	14
1.3 Методы ранжирования	20
1.4 Специфика технологий высокотехнологических производств	24
1.5 Постановка исследовательской задачи	27
1.6 Выводы по главе	29
2 Разработка методики параметрического ранжирования перспективных технологий.....	31
2.1 Параметрическая модель оценки технологии в высокотехнологичном производстве	31
2.2 Бланк экспертной оценки технологии	39
2.3 Методика обработки информации и проведение ранжирования	40
2.4 Выводы по главе	44
3 Экспериментальная проверка	46
3.1 Производство космических аппаратов и специфика инновационных технологий.....	46
3.2 Условия проведения эксперимента	61
3.3 Результаты экспертных оценок и математическая обработка	66
3.4 Рекомендации по применению методики	71
3.5 Выводы по главе	72
Заключение.....	73
Список сокращений.....	76
Список использованных источников	77
Приложение А Исходные данные для экспертной оценки технологий	80
Приложение Б Бланк экспертной оценки технологии	87

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап мирового научно-технического и социально-экономического развития характеризуется существенным ускорением коммерциализации новых технологий с одновременным сокращением жизненного цикла продукции. В этих условиях во всех индустриально развитых странах разрабатываются меры, направленные на обеспечение устойчивого развития и эффективное использование конкурентных преимуществ, особенно на этапе практической реализации технологий в виде инновационных товаров и услуг. Установление обоснованных приоритетов в сфере науки и технологий путем многосторонней оценки их ожидаемого вклада в обеспечение устойчивого социально-экономического развития и укрепление конкурентных позиций становится ключевым элементом при выработке долгосрочной научно-технической и инновационной стратегии предприятия.

Конкурентные преимущества предприятий все чаще определяются инновационными технологиями, которые лежат в основе современных производственных процессов, нацеленных на удовлетворение потребностей общества.

В данной терминологии инновационная технология или проект подразумевает собой выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских, производственных и других работ, ориентированных на продуктивное решение определенных научно-технических задач.

Результатом ее осуществления является новый технологический процесс, новое техническое решение, программное обеспечение, прототип, лабораторный образец, новая продукция, наделенная уникальными характеристиками и функционалом.

Производство космической техники одна из самых высокотехнологичных отраслей промышленности. Чтобы обеспечить конкурентоспособность своей продукции предприятия вынуждены постоянно

совершенствовать технологии проектирования и производства изделий. Каждый космический аппарат должен превзойти по своим целевым характеристикам своего предшественника в точности, мощности, массе и другим наиболее значимым показателям.

Воссоздание инновационного потенциала и внедрение инноваций в разработку и производство космических аппаратов и их частей способствует созданию качественно новых конкурентных изделий или существенному совершенствованию характеристик существующих изделий.

Целью научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) в области создания космической техники является разработка и проектирование новых видов техники, технологий и продукции; изготовление, испытание современных, уникальных опытных образцов, соответствующих запланированным технико-экономическим характеристикам с заданным или превосходящим экономическим эффектом, в том числе изготовление специального оборудования для проведения новых научных исследований и разработок в области космической промышленности.

Для рационального распределения имеющихся ресурсов, в условиях ограниченности финансовых потоков, а главное стремительно развивающихся темпах технологического развития космической отрасли, важно не упустить время и отдать предпочтение тем инновационным технологиям, которые приведут к желаемым результатам оптимальным образом. В этом случае представляется важным использовать специальные методы и инструменты для эффективного анализа и отбора технологий. В этом могут помочь многомерные методы принятия решений.

Экспертиза и отбор технологий — сложный процесс, сопряженный с неопределенностью производственных технологий, неоднозначностью оценок (суждений) экспертов, участвующих в их ранжировании, взаимозависимостью и многомерной природой технологий. Все это делает востребованными многомерные методы принятия решений, которые представляют собой

процедуры обработки информации, анализа имеющихся вариантов на основе различных критериев приоритизации и определения наилучшего из них.

В работе предложена методика оценки приоритетности и ранжирования инновационных проектов по внедрению новых технологий, обеспечивающих развитие производственно-технологической базы предприятий РКТ.

[изъято 1-3 главы, страницы 9-72, а также Приложения А-Б, страницы 80-88, в соответствии с заявлением Приложение Б к ВКР]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном диссертационном исследовании решены следующие задачи:

– проанализированы особенности технологий высокотехнологических производств, изучены многомерные методы принятия решений для осуществления процедуры оценки привлекательности перспективных технологий высокотехнологичного предприятия по производству космических аппаратов, по результатам которого в основу диссертационного исследования легли методы многопараметрического сравнения и алгоритмы ранжирования несравнимых альтернатив;

– разработана параметрическая модель оценки технологий высокотехнологичного производства автоматических космических аппаратов на основании выявленного критериального пространства, учитывающего специфику высокотехнологичного производства автоматических космических аппаратов, влияющего на конкурирующие параметры конечного изделия;

– разработан алгоритм методики параметрического ранжирования перспективных технологий для производства автоматических космических аппаратов на основании применения метода аддитивного взвешивания, как наиболее подходящего для оценки несравнимых альтернатив, которыми являются перспективные технологии для производства автоматических космических аппаратов;

– экспериментально подтверждена эффективность разработанной методики параметрического ранжирования перспективных технологий методом оценки согласованности мнений экспертов, средствами вычисления коэффициента конкордации Кенделла. По результатам эксперимента расчеты показали, что проведённая оценка, перспективных технологий АО «РЕШЕТНЁВ» достигла высокого значения показателя коэффициента конкордации Кенделла, следовательно, разработанное критериальное пространство и исходные данные для осуществления экспертной оценки позволяют применять методику параметрического ранжирования для оценки

перспективных технологий высокотехнологичного производства автоматических космических аппаратов.

Решение задач обусловило выполнение цели диссертационного исследования: разработана методика параметрического ранжирования перспективных технологий для производства автоматических космических аппаратов, которая заключается в следующем:

- представленное множество технологий рассматривается группой экспертов на предмет значимости каждой технологии для целей предприятия по разработанным критериям, экспертной группой выставляются баллы;

- представленное множество критериев оценивается каждым экспертом на предмет важности для предприятия, после чего рассчитывается усредненный вес каждого критерия методом взвешенной суммы;

- по результатам полученных значений формируется сводный перечень технологий с указанием полученных параметров для каждой технологии по каждому эксперту, на основании которых рассчитывается интегральный показатель привлекательности технологий;

- значения интегральных показателей привлекательности технологий ранжируется методом простого ранжирования, - сначала идут самые высокие значения;

- полученный результат проверяется математически, вычисляется степень согласованности мнений экспертов (нахождением коэффициента ранговой корреляции Кендалла).

В ходе достижения цели исследования была подтверждена гипотеза: что предложенная методика позволяет осуществить параметрическое ранжирование перспективных технологий высокотехнологичного производства автоматических космических аппаратов.

Перспективы развития исследований, проведенных в диссертации, заключаются в проведении исследования по осуществлению реализации разработанной методики в автоматизированной системе «Проектор»,

применяемой в АО «РЕШЕТНЁВ» для осуществления процессов сбора и обработки заявок на выполнение инициативных НИОКР.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

КА	– космический аппарат;
НИР	– научно-исследовательская работа;
НИОКР	– научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;
НТС	– научно-технический совет;
РИД	– результат интеллектуальной деятельности;
РНТД	– результат научно технической деятельности;
РКТ	– ракетно-космическая техника.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Агаев, А. М. Экспертно-аналитические модели и технологии сравнительной оценки инновационных проектов / А.М. Агаев // Транспортное дело России. – 2011. - №11. – С. 45-48.
- 2 Бородачёв, С.М. Многомерные статистические методы: учебное пособие. / С. М. Бородачёв. – Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2009. 84 с.
- 3 Доброва, Е. Д. Процедуры отбора проектов НИОКР в рамках системы управления идеями и развитием инноваций наукоемких промышленных предприятий / Е. Д. Доброва // Вопросы инновационной экономики. Москва, 2020. – № 1. – С. 573-584.
- 4 Гольдштейн, Г. Я. Стратегический инновационный менеджмент : учебное пособие / Г. Я. Гольдштейн. – Таганрог : ТРТУ, 2004. – 267 с.
- 5 Гольдштейн, Г. Я. Стратегические аспекты управления НИОКР : монография / Г. Я. Гольдштейн. – Таганрог : ТРТУ, 2000. – 244 с.;
- 6 Горфинкель, В. Я. Инновационное предпринимательство : учебное пособие / В. Я. Горфинкель, Т. Г. Попадюк. [и др.] — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 468 с.
- 7 Гресько, А. А. Теория принятия решений : учебное пособие / А. А. Гресько, Е. Д. Емцева, А. Л. Мазелис, М. А. Первухин. - Владивосток : ВГУЭС, 2018. - 81 с.
- 8 Ковалева Д. Ю. Методика параметрического ранжирования перспективных технологий для производства ракетно-космической техники / Д. Ю. Ковалева, А. В. Колмаков, И. Н. Цивилев // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации. – 2023.
- 9 Кочкина, М. В. Анализ многокритериальных методов принятия управленческих решений : учебное пособие / М. В. Кочкина, А. Н. Карамышев, И. И. Махмутов, [и др]. Набережные Челны: Издательско-полиграфический центр НЧИ К(П)ФУ. – 2017. – 31 с.

10 Кудрявцева, А. С. Методы и технологии принятия решений. Алгоритм оценки и выбора инноваций для предприятия / А. С. Кудрявцева // Онтология проектирования. – 2021.Т.11 №3(41). – С.364-381.- DOI:10.18287/2223-9537-2021-11-3-364-381.

11 Кузовкова, Т. А. Экспертно-квалиметрический метод интегральной оценки эффективности инновационных проектов и применения новых технологий / Кузовкова Т. А., Кузовков Д. В., Кузовков А. Д. // Системы управления, связи и безопасности. – 2016. - №3. – С. 1-54.

12 Литвин, В. Г. Метод анализа иерархий на службе менеджеров российских предприятий / В. Г. Литвин // Экономика и коммерция. - 2003. №1-2.

13 Программа инновационного развития АО «РЕШЕТНЁВ» на 2016-2025 годы – Ж. АО «РЕШЕТНЁВ», 2021. - 413 с.

14 Положение «О порядке оформления инициативных НИОКР и приемки результатов их выполнения» акционерного общества «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» (утв. приказом от 11.02.2022 № 569) – Ж. АО «РЕШЕТНЁВ», 2022. - 18 с.

15 Положение по работе с программным обеспечением «ПроектОР», (утв. приказом от 26.04.2021 № 1807) – Ж. АО «РЕШЕТНЁВ», 2021. - 2 с.

16 Положение о научно-техническом совете акционерного общества «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» (утв. протоколом от 30.04.2008 №2/2008СД) - Ж. АО «РЕШЕТНЁВ», 2008. - 9с.

17 Саати, Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. / Т. Саати // Москва: Издательство ЛКИ. – 2008. – 128 с.

18 Саати ,Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. / Т. Саати // Москва: Радио и связь – 1993. – 160 с.

19 Савалей, В.В. Экономическая экспертиза инновационных проектов: учебное пособие / В. В. Савалей. – Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2017. –107 с.

20 Семкин, А. М. Космическое пространство и его влияние на элементы конструкций космических аппаратов : учебное пособие / Н. Д. Семкин, А. М. Телегин, М. П. Калаев. – Самара : Самарский государственный аэрокосмический университет имени С. П. Королева, 2013. – 210 с.

21 Хайрулин, И. Г. Методологические аспекты сравнительной оценки инновационных проектов в условиях сильной неопределенности. / И. Г. Хайрулин // Моделирование и прогнозирование в управлении: методы и модели. Материалы международной научно-практической конференции. Орел: ОРАГС, 2011.

22 Халицкая Катаржина. Выбор технологий с помощью метода TOPSIS // Форсайт. 2020. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-tehnologiy-s-pomoschyu-metoda-topsis> (дата обращения: 30.04.2023).

23 Ishizaka, Alessio. Multi-criteria decision analysis : methods and software / Alessio Ishizaka, Philippe Nemery. pages cm Includes bibliographical references and index This edition first published 2013C 2013 John Wiley & Sons, Ltd

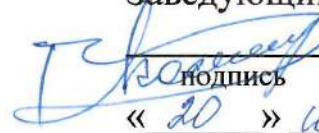
Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
« 20 » июня 2023 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Разработка методики параметрического ранжирования перспективных технологий для производства космических аппаратов предприятий РКТ»

тема

27.04.03 «Системный анализ и управление»

код и наименование направления

27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов»

код и наименование магистерской программы

Руководитель


20.06.23
подпись, дата
профессор МБК ПФиКТ,
д-р техн.наук
должность, ученая степень

Е.Н. Головёнкин
инициалы, фамилия

Выпускник


20.06.23
подпись, дата

Д.Ю. Ковалева
инициалы, фамилия

Рецензент

начальник отдела
инновационного
развития
АО «РЕШЕТНЁВ»,
канд. физ-мат наук
должность, ученая степень


20.06.23
подпись, дата

С.А. Кузнецов
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

профессор МБК ПФиКТ,
д-р техн.наук
должность, ученая степень


20.06.23
подпись, дата

В.Е. Чеботарев
инициалы, фамилия

Красноярск 2023