

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

УДК 004.42-047.58:001.895

*На правах рукописи*

МАЛИНОВСКАЯ  
Виктория Васильевна

**МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ  
РАЗРАБОТКИ И УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫМИ  
ПРОГРАММНЫМИ ПРОЕКТАМИ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание степени  
магистра

по специальности 1-39 80 03 Электронные системы и технологии  
(профилизация «Компьютерные технологии проектирования  
электронных систем»)

Минск 2021

Работа выполнена на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель: **АЛЕКСЕЕВ Виктор Федорович**,  
кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензент: **ГОЛУБОВА Ольга Сергеевна**,  
кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой «Экономика, организация строительства и управления недвижимостью» Белорусского национального технического университета

Защита диссертации состоится «24» июня 2021 г. года в 9<sup>00</sup> часов на заседании Государственной экзаменационной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, Минск, ул. П.Бровки, 6, копр. 1, ауд. 415, тел. 293-20-80, E-mail: [kafpiks@bsuir.by](mailto:kafpiks@bsuir.by)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

## **ВВЕДЕНИЕ**

Мировой опыт показывает, что рост экономического благосостояния обуславливается наращиванием промышленного, инновационного, технологического потенциала различных секторов экономики в сочетании с эффективной государственной поддержкой экономической деятельности.

Мировые технологические рынки стремительно развиваются. В процессе перехода к цифровой экономике происходит повсеместное развитие искусственного интеллекта и машинного обучения, технологий распределенных реестров, развитие биотехнологий, и технологий анализа больших данных, происходит постепенное внедрение новых технологий в производственные процессы.

Развитие высокотехнологичных инноваций является одним из приоритетных направлений деятельности. Всё больше стран ставят перед собой задачи вхождения страны в ряды крупнейших экономик мира, обеспечение темпов экономического роста выше мировых показателей, ускорение технологического развития, увеличение количества организаций, осуществляющих технологические инновации.

При наличии высокого инновационного и научного потенциала на высокотехнологичных предприятиях, разработанные технологии и новшества практически не находят коммерческого применения на рынке.

Следовательно, основной проблемой является недостаток практического опыта в области инновационного менеджмента и отсутствие единой методологии управления инновационными проектами в высокотехнологичных отраслях.

Развитие и практическое применение методов и моделей управления инновационными проектами в высокотехнологичных областях, основанных на научных подходах управления, позволит увеличить результативность научных- исследований и разработок в целом, а также приведет к увеличению конкурентоспособности высокотехнологичной продукции на международном рынке.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы исследования**

Актуальность темы обусловлена тем, что большинство предприятий не уделяет должного внимания управлению проектов, не автоматизирует данный процесс. Вследствие этого образуются дополнительные издержки в виде человеческого фактора, высокими сроками разработки, а также оплаты нескольких дополнительных должностей на предприятии. Поэтому возросла необходимость создания модели процесса разработки инновационного программного проекта и системы планирования процесса разработки, позволяющая до начала реализации проекта получать оценку вероятности успешного выполнения проекта за определённых срок.

## **Степень разработанности проблемы**

Особенности применения инновационных программных проектов были рассмотрены в исследованиях российских и зарубежных авторов Е.П. Зараменских, И.Е. Артемьев, М. Шварц, С. Грингард и других.

Разработкой теориями научно-технического и инновационного управления занимались такие отечественные и зарубежные ученые как Валдайцев С.В, Фатхудинов Р.А, Антонец В.М, Пизано Г, Уилрайт С, Друкер П. и другие. Вопросам управления проектами, в частности инновационными проектами посвящены работы российских и зарубежных ученых таких как, Воропаев В.И, Бурков В.Н, Ципес Г.Л, Арчибальд Р., Роуссел П., Волкер А. и другие.

Белорусские работы в области управления проектами, управления инновациями, а также управления инновационными проектами и высокотехнологичным производством характеризуется широким подходом к использованию различных методов и средств управления для достижения проектных целей. Однако, несмотря на существенный научный и практический задел, в рассматриваемых научных областях, область управления проектами в высокотехнологичных отраслях является перспективным направлением для исследований. Существующие методы и модели в области управления проектами не учитывают специфику сложноорганизованного высокотехнологичного производства, поэтому разработка новых и усовершенствованных подходов является актуальной задачей.

## **Цель и задачи исследования**

Целью диссертации является формирование системы управления инновационными программными продуктами на основе оптимизационных моделей и алгоритмов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ методов управления инновационных программных проектов, выявить их преимущества и недостатки.
2. Разработать алгоритм управления инновационными проектами.
3. Предложить алгоритм управления рисками инновационных проектов.
4. Предложить комплекс рекомендаций, направленные на повышения инновационного потенциала компаний.

## **Область исследования**

Содержание диссертации соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) ОСВО 1-39 80 03-2019 специальности 1-39 80 03 Электронные системы и технологии (профилизация «Компьютерные технологии проектирования электронных систем»).

## **Теоретическая и методологическая основа исследования**

В основу диссертации легли работы российских и зарубежных ученых в области управления проектами и управления инновационной деятельностью предприятия, а также анализ технических нормативных правовых актов по рассматриваемой тематике.

Информационная база исследования сформирована на основе литературы, открытой информации, технических нормативно-правовых актов, сведений из электронных ресурсов, а также материалов научных конференций и семинаров.

### **Научная новизна**

*Научная новизна* заключается в развитии теоретических и организационно-методических положений в области управления инновационными проектами, разработке практических рекомендаций по повышению инновационного потенциала высокотехнологичных организаций.

*Теоретическая значимость* работы заключается в разработанных методиках и алгоритмах использования преимуществ инновационных программных проектов.

*Практическая значимость* исследования заключается в том, что результаты исследования доведены до уровня практических рекомендаций, которые могут быть использованы при реализации инновационных проектов. Материалы исследования могут быть использованы в учебном процессе подготовки и переподготовки специалистов в области управления инновационными проектами, а также при практической реализации проектов в области высоких технологий.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Алгоритм управления инновационными проектами, являющийся инструментом планирования и контроля исполнения проектной деятельности в высокотехнологичных отраслях, отличающийся особенностью вариативности реализации проекта: учтены различные способы финансирования, способы трансфера технологий, предполагающие как самостоятельное проведение разработок, так и покупку готовых к внедрению решений.

2. Усовершенствованный метод по оценке результативности внедрения высокотехнологичных инноваций, основанный на использовании сбалансированной системы показателей, отличающихся от существующей системы оценкой показателей результативности разработки высоких технологий и учете результативности нематериальных активов.

3. Авторский подход к оценке инновационного потенциала высокотехнологичного предприятия, позволяющий комплексно оценить и ранжировать потенциал по следующим критериям: финансовые ресурсы, материально-техническое обеспечение, уровень сформированности нематериальных активов, уровень развития производимых высоких технологий, уровень кадрового обеспечения.

4. Разработанный механизм по оценке рисков при планировании и реализации инновационных проектов, включающий в себя процессы разработки стратегии управления рисками проекта, идентификации рисков, имитационное моделирование, реализацию комплекса мероприятий, направленных на снижение вероятности возникновения рисков. Подход реализуется на трех уровнях управления: стратегическом, тактическом и оперативном. Отличительной особенностью механизма является логическая взаимосвязь с предлагаемой трехуровневой моделью управления инновационными проектами, позволяющая осуществлять комплексное и системное управление инновационными проектами.

### **Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов**

Результаты исследований, вошедшие в диссертацию, докладывались и обсуждались на международной научно-практической конференции «Всероссийский VIII Конгресс Молодых Ученых» (г. Москва, Российская Федерация, 2019 год), на международной конференции «Business Technologies» (г. Москва, Российская Федерация, 2018 год), 56-ой научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (г. Минск, Беларусь, 2020 год), 57-ой научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (г. Минск, Беларусь, 2021 год), 7-й международной научно-практической конференции «BIG DATA and Advanced Analytics Conference and EXPO» (г. Минск, Беларусь, 2021 год).

Отдельные положения диссертации могут быть использованы при разработке любого проекта или системы, что позволит увеличить эффективность разработки и управления инновационными программными проектами.

### **Публикации**

Изложенные в диссертации основные положения и выводы опубликованы в 8 печатных работах.

Общий объем публикаций по теме диссертации составляет 38 страниц.

### **Структура и объем работы**

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав с краткими выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка и приложений.

**В первой главе** описана сущность моделирования процессов разработки инновационных проектов, описаны методы управления, специфика высоких технологий, проведен анализ классификаций моделей разработки инновационного проекта.

**Во второй главе** проведен анализ методов управления проектами, инновациями и высокими технологиями, проанализированы преимущества и недостатки моделей жизненного цикла, описаны основные сущности и значения моделирования процессов разработки.

**В третьей главе** определены концептуальные положения в области управления инновационными программными проектами, направленные на оптимизацию моделей управления в компаниях, разработан алгоритм управления инновационным проектом, разработана модель трехуровневой системы управления инновационными проектами, разработаны механизмы оценки инновационного потенциала инновационного программного проекта, даны практические рекомендации по управлению проектами.

Общий объем диссертационной работы составляет 117 страниц. Из них 57 страниц основного текста, 25 иллюстраций на 8 страницах, библиографический список из 57 наименований на 4 страницах, список собственных публикаций соискателя из 8 наименований на 1 странице, 3 приложений на 47 страницах.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во **введении** рассмотрено современное состояние проблемы развития инновационных программных проектов, методов и алгоритмов, используемых при разработке таких проектов, а также описано обоснование актуальности темы.

**В общей характеристике работы** показана актуальность проводимых исследований, степень разработанности проблемы, сформулированы цель и задачи диссертации, обозначена область исследований, научная (теоретическая и практическая) значимость исследований, а также апробация работы.

**В первой главе** описана специфика высоких технологий и их классификация по типам, исследованы сущностные представления об инновационных проектах в сфере высоких технологий, уточнена классификация инновационных проектов в сфере высоких технологий.

Показано, что инновационные проекты являются одним из видов деятельности, направленные на создание и коммерциализацию инноваций. С учетом специфики высокотехнологичных отраслей, в рамках исследования, рассматриваются процессы, направленные на создание инноваций в области высоких технологий, при реализации которых используются инновационные подходы и решения.

Проанализированы преимущества и недостатки моделей жизненного цикла разработки инновационного проекта.

Принципиальная структура жизненного цикла инновационного проекта, выполняемого в сфере высоких технологий, не отличается от классической интерпретации жизненного цикла проекта, представленной в *PMI* и состоит из четырех этапов – инициализация, планирование, реализация, контроль и мониторинг, завершение. При этом содержание и стоимость работ инновационного проекта значительно различается в зависимости от вида проекта. Показана необходимость дифференцировать жизненный цикл инновационного проекта и жизненный цикл инновации, как продукта.

На рисунке 1 представлено схематичное изображение жизненного цикла

инновации, который также включает в себя этапы инновационного проекта и динамика изменения денежного потока в зависимости от времени реализации инновационного процесса.



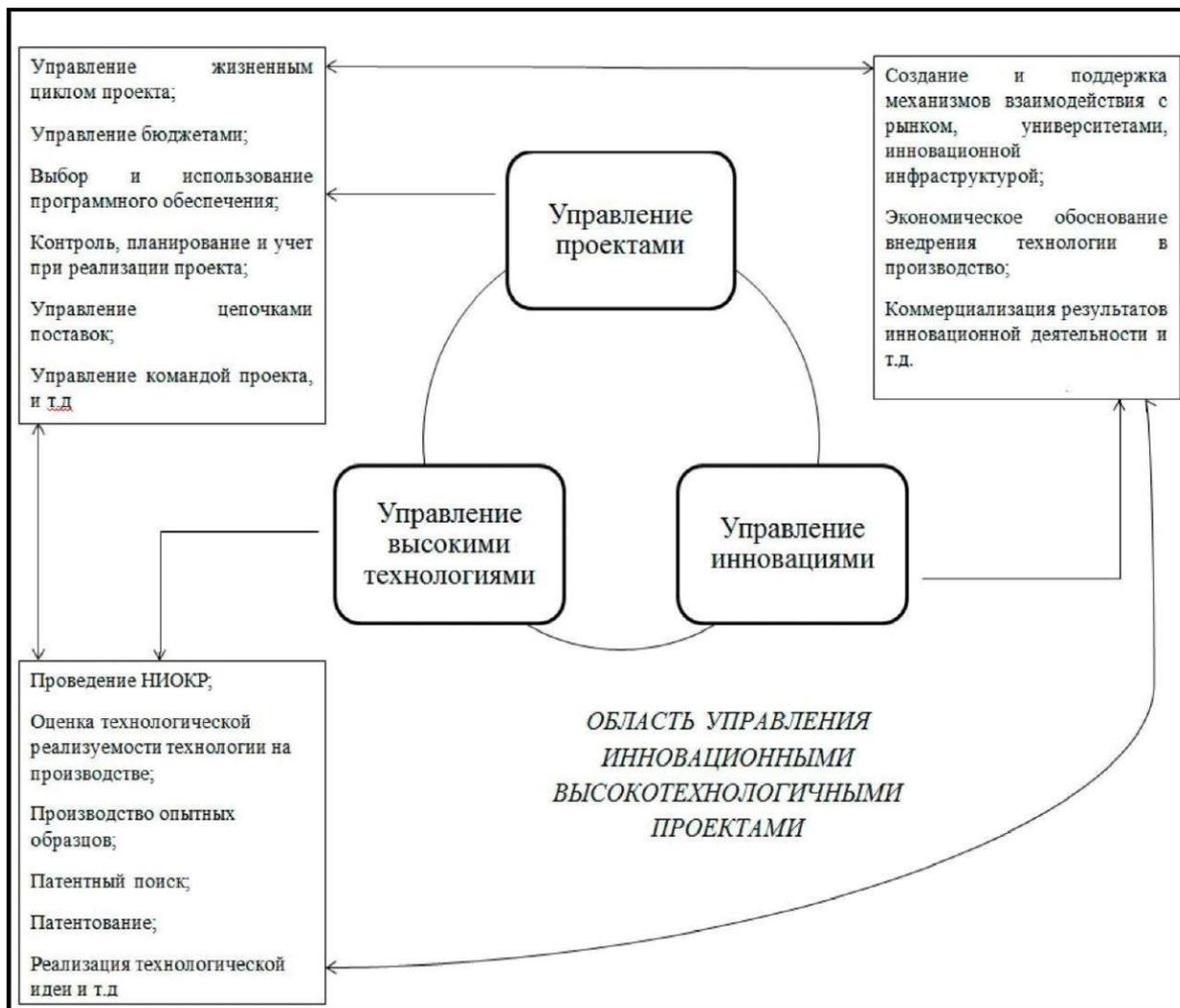
**Рисунок 1 – Жизненный цикл инновационного проекта**

Во второй главе определены концептуальные положения в области управления инновационными программными проектами, направленные на создание, улучшение и оптимизацию моделей управления в компаниях.

Управление инновационными проектами носит стратегический характер и сопровождает управленческую деятельность на протяжении существования компании и представляет собой комплекс итераций, направленных на инновационное развитие организации, т.е. инновационный процесс, в рамках проводимого исследования, рассматривается не как деятельность, направленная на коммерциализацию инновации, а как деятельность, направленная на стратегическое, долгосрочное инновационное развитие компании.

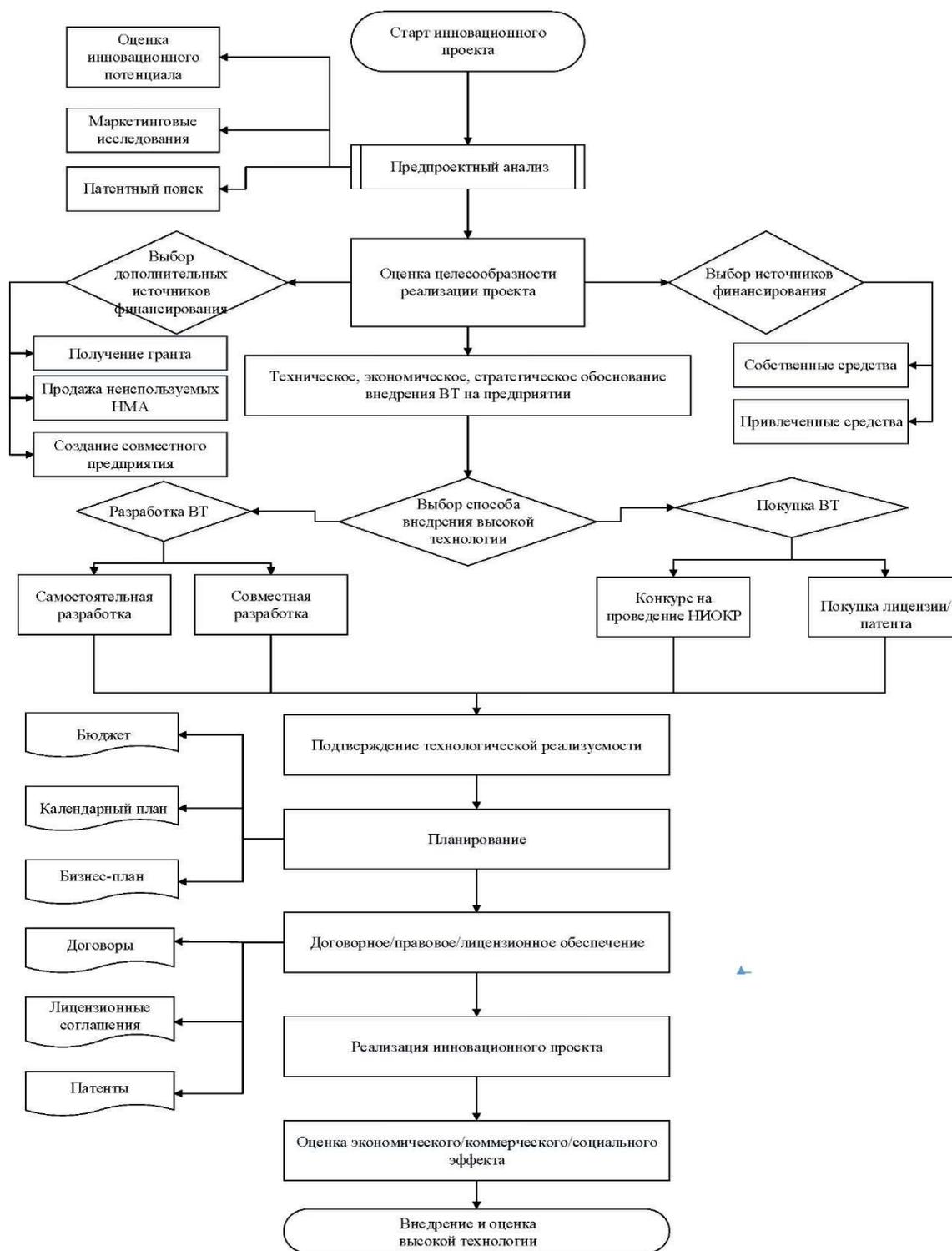
Область управления инновационными проектами является междисциплинарной, и охватывает научные принципы управления инновациями, управления проектами и управления высокими технологиями.

Разработан алгоритм управления инновационным проектом, представляющий собой один из инструментов планирования и контроля исполнения проектной деятельности (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Область исследования управления инновационными программными проектами**

Разработанный алгоритм управления инновационным проектом представляет собой процесс постепенного преобразования научной идеи в инновационный результат, востребованный на рынке, проходящий через этапы, включающие в себя решения об осуществлении финансирования проекта, выбор способа трансфера технологий, осуществление патентной и лицензионной деятельности, а также экономическую оценку эффективности инновационного проекта.



**Рисунок 3 – Алгоритм управления инновационными проектами**

Проведен анализ методов управления проектами, управления инновациями и управления высокими технологиями (рисунок 4).



**Рисунок 4 – Методы управления инновационными программными проектами в сфере высоких технологий**

Описаны основные сущности и значения моделирования процессов разработки, а также поверхностно описана их характеристика и особенности.

**В третьей главе** разработаны механизмы оценки инновационного потенциала инновационного программного проекта, предложен подход к оценке проектных рисков, даны практические рекомендации по управлению проектами.

Инновационный потенциал представляет собой способность различных отраслей народного хозяйства производить наукоемкую продукцию, отвечающую требованиям мирового рынка. Совокупность финансовых, интеллектуальных и материальных, кадровых, технологических ресурсов формирует инновационный потенциал организации и должен быть использован для развития хозяйственной и проектной деятельности.

Основной задачей оценки инновационного потенциала высокотехнологичной отрасли является определение готовности предприятий отрасли к внедрению масштабных технологичных проектов.

В процессе планирования проектной деятельности целесообразно включать в систему управления проектами элементы, направленные на оценку инновационного потенциала, направленную на определение готовности компании к внедрению масштабных технологичных проектов. А также реализовывать механизм управления рисками, включающую в себя разработку стратегии управления рисками и процедуры управления рисками

проекта, идентификацию рисков, способных возникнуть при реализации конкретного инновационного проекта, имитационное моделирование для определения вероятности возникновения риска, реализацию и своевременную корректировку комплекса мероприятий.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### **Основные научные результаты диссертации**

1. Проведен анализ методов управления инновационных программных проектов, выявлены их преимущества и недостатки.
2. Разработан алгоритм управления инновационными проектами.
3. Предложен алгоритм управления рисками инновационных проектов.
4. Предложен комплекс рекомендаций, направленные на повышения инновационного потенциала компаний.

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

Полученные результаты внедрены в учебный процесс на кафедре проектирования информационно–компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» в учебный курс «Программные инновационные платформы».

## **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ**

[1–А] Малиновская, В. В. Методы управления инновационными и высокими технологиями / В. В. Малиновская // 57-я Научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР [Электронный ресурс] : сборник материалов 57-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 19-23 апреля 2021 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихачевский [и др.]. – Минск, 2021. – С. 572–575. – Режим доступа : [https://www.bsuir.by/m/12\\_100229\\_1\\_152253.pdf](https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_152253.pdf)

[2–А] Малиновская, В. В. Анализ влияния факторов внешней среды на развитие инновационных проектов/ В. В. Малиновская // 57-я Научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР [Электронный ресурс] : сборник материалов 57-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 19-23 апреля 2021 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихачевский [и др.]. – Минск, 2021. – С. 575–579. – Режим доступа : [https://www.bsuir.by/m/12\\_100229\\_1\\_152253.pdf](https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_152253.pdf)

[3–А] Малиновская, В. В. Архитектура больших данных / В. В. Малиновская, В. Ф. Алексеев // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG

DATA и анализ высокого уровня: VII Международная научно-практическая конференция [Электронный ресурс] : сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Минск, 19-20 мая 2021 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск : Бестпринт, 2021. – С. 222–226. – Режим доступа : [http://bigdataminsk.bsuir.by/files/2021\\_materialy.pdf](http://bigdataminsk.bsuir.by/files/2021_materialy.pdf)

[4–А] Малиновская, В. В. Дизайн мышления – будущее управления / В. В. Малиновская // III Международная научно-практическая конференция Наука и техника. Мировые исследования [Электронный ресурс] : сборник материалов III Международной научно-практической конференции, Москва, 23 апреля 2020 года / редкол.: Ю. В. Фёдорова [и др.]. – Москва, 2020 – С. 74-77. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=42765263>

[5–А] Малиновская, В. В. Роль искусственного интеллекта и автоматизации в управлении проектами / В. В. Малиновская // Научный рецензированный журнал Научные исследования XXI века [Электронный ресурс] : сборник материалов рецензируемого журнала Научные исследования XXI века, Москва, 28 апреля 2020 / редкол.: А. И. Вострецов [и др.]. – Москва, 2020. – No 2. – С. 58-62. – Режим доступа : <http://scientific-research.ru/-2-4--2020.html>

[6–А] Малиновская, В. В. Управление проектами – незаменимый процесс среди компаний / В. В. Малиновская // Научный рецензированный журнал Научные исследования XXI века [Электронный ресурс] : сборник материалов рецензируемого журнала Научные исследования XXI века, Москва, 28 апреля 2020 / редкол.: А. И. Вострецов [и др.]. – Москва, 2020. – No 2. – С. 62-64. – Режим доступа : <http://scientific-research.ru/-2-4--2020.html>

[7–А] Малиновская, В. В. Управление жизненным циклом больших данных / В. В. Малиновская, В. Ф. Алексеев // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня: VII Международная научно-практическая конференция [Электронный ресурс] : сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Минск, 19-20 мая 2021 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск : Бестпринт, 2021. С. 222–226. – Режим доступа : [http://bigdataminsk.bsuir.by/files/2021\\_materialy.pdf](http://bigdataminsk.bsuir.by/files/2021_materialy.pdf)

[8–А] Малиновская, В. В. Методы управления проектами, актуальные для разработки программного обеспечения / В. В. Малиновская // Международный научный журнал Общество Науки и Творчества Science Time [Электронный ресурс] : сборник материалов Международного научно-практического мероприятия Общества Науки и Творчества, Казань, 30 апреля 2020 года / редкол.: М. Д. Амирханян [и др.]. – Казань, 2020. – No 4. – С. 27-32. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=42863216>

## РЭЗІЮМЭ

Маліноўская Вікторыя Васілеўна

### Метады і алгарытмы мадэлявання працэсаў распрацоўкі і кіравання інавацыйнымі праграмнымі праектамі

**Ключавыя словы:** інавацыйныя праграмныя праекты, высокія тэхналогіі, інавацыі .

**Мэта працы:** распрацоўка і сістэматызацыя метадаў і алгарытмаў працэсаў распрацоўкі і кіравання інавацыйнымі праграмнымі праектамі.

**Атрыманьня вынікі і іх навізна:** у выніку аналізу існуючых метадаў і алгарытмаў кіравання інавацыйнымі праграмнымі праектамі быў распрацаваны алгарытм кіравання інавацыйнымі праектамі; распрацаваны удасканалены метады па ацэнцы выніковасці ўкаранення высокатэхналагічных інавацый, заснаваны на выкарыстанні збалансаванай сістэмы паказчыкаў; прапанаваны аўтарскі падыход да ацэнкі інавацыйнага патэнцыялу высокатэхналагічнага прадпрыемства; распрацаваны механізм па ацэнцы рызыкаў пры планаванні і рэалізацыі інавацыйных праектаў, які ўключае ў сябе наступныя працэсы.

**Ступень выкарыстання:** вынікі ўкаранёны ў навучальны працэс на кафедры праектавання інфармацыйна-камп'ютэрных сістэм ўстанова адукацыі «Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт інфарматыкі і радыёэлектронікі» у навучальны курс «Арганізацыя інфармацыйна-камп'ютэрных сістэм і сетак».

**Вобласць ужывання:** інфармацыйныя тэхналогіі, менеджмент, кіраванне праектамі.

## РЕЗЮМЕ

Малиновская Виктория Васильевна

### Методы и алгоритмы моделирования процессов разработки и управления инновационными программными проектами

**Ключевые слова:** инновационные программные проекты, высокие технологии, инновации.

**Цель работы:** разработка и систематизация методов и алгоритмов процессов разработки и управления инновационными программными проектами.

**Полученные результаты и их новизна:** в результате анализа существующих методов и алгоритмов управления инновационными программными проектами был разработан алгоритм управления инновационными проектами; разработан усовершенствованный метод по оценке результативности внедрения высокотехнологичных инноваций, основанный на использовании сбалансированной системы показателей; предложен авторский подход к оценке инновационного потенциала высокотехнологичного предприятия; разработан механизм по оценке рисков при планировании и реализации инновационных проектов, который включает в себя следующие процессы.

**Степень использования:** результаты внедрены в учебный процесс на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» в учебный курс «Организация информационно-компьютерных систем и сетей».

**Область применения:** информационные технологии, менеджмент, управление проектами.

## SUMMARY

**Malinouskaya Viktoryia Vasilevna**

### **Methods and algorithms for modeling the development and management of innovative software projects**

**Keywords:** Innovative software projects, high technology, innovation.

**The object of study:** development and systematization of methods and algorithms of development and management of innovative software projects.

**The results and novelty:** as a result of the analysis of existing methods and algorithms for managing innovative software projects, an algorithm for managing innovative projects was developed; An improved method for assessing the impact of high-tech innovation has been developed, based on a balanced system of indicators; proposed an author's approach to assessing the innovative potential of a high-tech enterprise; A mechanism for risk assessment in the planning and implementation of innovative projects has been developed, which includes the following processes.

**Degree of use:** the results implemented in the educational process at the department of design information and computer systems educational institution «Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics» in the training course «Physical fundamentals of the design of radio-electronic means».

**Sphere of application:** information technology, management, project management.