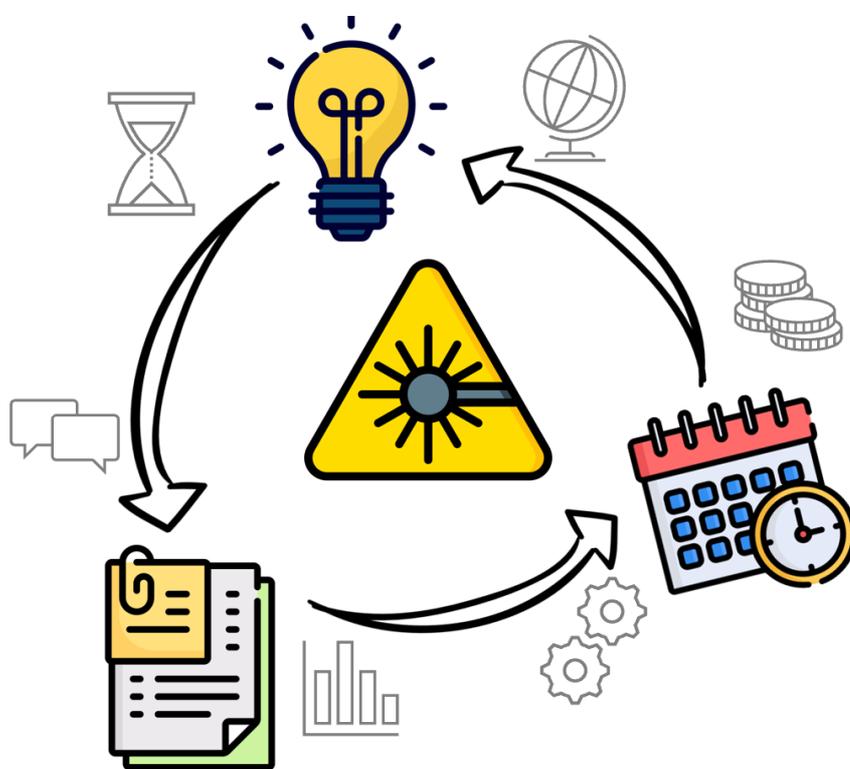


ІТМО

Г.В. Романова, В.П. Вейко, Н.Н. Щедрина,
Д.С. Лутошина, Е.О. Масловская

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ. ЧАСТЬ 2.



Санкт-Петербург
2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

**Г.В. Романова, В.П. Вейко, Н.Н. Щедрина,
Д.С. Лутошина, Е.О. Масловская**
**ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЛАЗЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЯХ. ЧАСТЬ 2.**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

РЕКОМЕНДОВАНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В УНИВЕРСИТЕТЕ ИТМО
по направлению подготовки 12.03.02, 12.03.03, 12.03.05, 16.03.01.
в качестве учебного пособия для реализации основных профессиональных
образовательных программ высшего образования бакалавриата

ИТМО

Санкт-Петербург
2024

Г.В. Романова, В.П. Вейко, Н.Н. Щедрина, Д.С. Лутошина, Е.О. Масловская
Проектная деятельность в лазерных технологиях. Часть 2.– СПб: Университет
ИТМО, 2023. – 104 с.

Рецензент: Борейшо Анатолий Сергеевич, доктор технических наук,
профессор, заведующий кафедрой И1 «Лазерная техника» БГТУ «ВОЕНМЕХ».

Учебное пособие разработано для получения практических навыков планирования и управления научно-исследовательскими, опытно-конструкторскими и технологическими работами (НИОКТР): от идеи и обоснования ее актуальности до поиска источников финансирования и составления сметы, плана-графика, технического задания и т.д. вплоть до коммерциализации.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 12.03.05 – Лазерная техника и лазерные технологии и 16.03.01 – Техническая физика и содержит алгоритм их действий при планировании НИОКТР в области лазерной техники и лазерных технологий, а также требования к составу и оформлению курсового проекта. Приведены темы курсовых проектов, примеры их выполнения и необходимые справочные данные.

ИТМО

Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2023

© Романова Г.В., Вейко В.П., Щедрина Н.Н., Лутошина Д.С., Масловская Е.О.

2024

Содержание

Предисловие	4
Введение.....	6
Структура курсового проекта.....	11
Требования к оформлению курсового проекта.....	13
Часть 1 «Актуальность проекта».....	15
Пример заполнения Формы 1 «Актуальность проекта»	16
Справочные материалы к Части 1 «Актуальность проекта».....	21
Часть 2 «Источники финансирования и перечень предварительных расходов проекта»	23
Форма 2 «Источники финансирования и перечень предварительных расходов проекта»	26
Пример заполнения Формы 2 «Источники финансирования и перечень предварительных расходов проекта».....	28
Справочные материалы к Части 2 «Источники финансирования и перечень предварительных расходов по проекту»	33
Часть 3 «План-график и техническое задание проекта».....	40
Форма 3 «План-график и техническое задание проекта».....	50
Пример заполнения Формы 3 «План-график и техническое задание проекта».....	52
Часть 4 «Коммерциализация проекта»	70
Форма 4 «Коммерциализация проекта»	71
Пример заполнения Формы 4 «Коммерциализация проекта»	73
Применение методик SWOT-анализа и PEST-анализа	79
Справочные материалы к Части 4 «Коммерциализация проекта»	91
Приложения	98
Список рекомендуемой литературы	104

Предисловие

Учебное пособие мы хотели бы начать с небольшого рассказа об истории создания Научно-образовательного центра «Институт лазерных технологий» ИТМО. Тем самым, каждый из Вас, наши уважаемые студенты и потенциальные сотрудники, сможет узнать о нас побольше. Надеемся, что после такого представления Вам будет интереснее и проще осваивать дисциплину «Проектная деятельность в лазерных технологиях», зная истоки, специфику и особенности нашего подразделения.

Научно-образовательный центр «Институт лазерных технологий» (ИЛТ), организованный летом 2022 г., представляет в настоящее время сообщество единомышленников, среди которых 4 доктора наук, 14 кандидатов наук, 25 аспирантов и более 40 молодых сотрудников.

Институт лазерных технологий ведет свою историю с 1963 года. Именно тогда известный специалист в теории электромагнитного поля и его взаимодействия с электронными пучками доктор наук, профессор Константин Иванович Крылов, организовал на базе ЛИТМО первую в СССР кафедру квантовой электроники. Двумя годами позже его ученик, а сейчас научный руководитель Института лазерных технологий ИТМО, Вадим Вейко, создал первую университетскую лабораторию лазерных технологий, а в 1988 году и кафедру лазерных технологий. Позже оба подразделения переименовали. Кафедра квантовой электроники стала кафедрой лазерной техники и биомедицинской оптики, а кафедра лазерных технологий — кафедрой лазерных технологий и экологического приборостроения. Вплоть до 2015 года они развивались независимо, а затем объединились и впоследствии оформились как ИЛТ.

ИЛТ ведёт набор студентов и подготовку специалистов по одноимённым образовательным программам бакалавриата и магистратуры «Лазерные технологии», на которых сейчас числится около 200 студентов. Первые два года студенты бакалавриата изучают общую программу, а на старших курсах обучаются по индивидуальным траекториям, выбирая треки: исследователь, инженер, предприниматель. С самого первого курса обучения можно примкнуть к научно-исследовательской работе ИЛТ, которая проводится в трех лабораториях: в международной научной лаборатории лазерных микро- и нанотехнологий, лаборатории производственных лазерных технологий и лаборатории биомедицинских лазерных технологий, более того, при определенных условиях можно войти в состав научной группы, став сотрудником ИЛТ. Таким образом,

магистрантам и аспирантам предоставлена возможность вести свои научно-исследовательские и инженерно-технические проекты, а также осуществлять их дальнейшее продвижение – при этом создание стартапов, привлечение индустриальных партнёров и потенциальных заказчиков осуществляется с помощью Центра трансфера лазерных технологий ИЛТ. Таким образом, в ИЛТ рождаются работы, которые применяют в различных отраслях промышленности, в медицине, и даже в искусстве.

В коллективе ИЛТ воспитано более 100 кандидатов и более 10 докторов наук, результаты работы его сотрудников опубликованы во множестве статей, большом количестве патентов, более 10 монографий, в т.ч. на английском и китайском языках, и более 50 учебно-методических пособий.

Мы верим, что все масштабные проекты так или иначе вырастают из инициативы заинтересованных и творческих личностей, именно поэтому мы всегда ждем тех, кто готов свободно мыслить, проявлять инициативу, активно действовать, ничего не бояться и креативно подходить к любимому делу.

Введение

Цель и назначение курса «Проектная деятельность».

Важность научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ (НИОКТР) для развития российской науки и промышленности трудно переоценить. Они являются двигателем прогресса и инноваций, способствуют развитию новых технологий, появлению новых конструкций и совершенствованию научных методов. Проектная деятельность в современных условиях – один из основных методов проведения НИОКТР. При этом подходы и методы выполнения проектов, ограниченных по времени, по целям и задачам исследований и разработок, существенно отличаются от методов проведения фундаментальных, поисковых и даже прикладных научно-исследовательских работ. Их особенности излагаются в данном курсе.

На начальных этапах реализации НИОКТР необходимо уделить особое внимание составлению и согласованию с Заказчиком плана-графика работ, технического задания на проект, перечня разрабатываемой технической документации, сметы проекта, а также обосновать актуальность разработки, дать оценку технико-экономической эффективности разработки и научно-технического уровня НИОКТР в сравнении с лучшими достижениями в рассматриваемой области.

Эта информация, а также умение ее представить понадобятся Вам при обсуждении работы с Заказчиком или при подаче заявки на гранты, финансирующие НИОКТР. Для получения финансовой поддержки и правильной подачи заявки на грант необходимо внимательно изучить условия конкретного конкурса, критерии оценивания, а также результаты конкурсов прошлых лет. После подачи заявки в два этапа проводится ее экспертиза. На первом этапе оценивается соответствие заявки всем формальным признакам: условиям конкурса и правилам оформления, а также степени и корректности заимствования (оценка на плагиат), и дублирование с ранее реализуемыми проектами. По результатам первичной оценки принимается решение о допуске заявки к дальнейшему участию в конкурсе. На втором этапе экспертный совет принимает окончательное решение. Члены экспертного совета оценивают цель и задачи проекта, проблемность, уровень, научную новизну и прикладную значимость проекта, техническое задание на разработку и реализуемость проекта представленным коллективом разработчиков.

Необходимо отметить, что ядром успешной реализации НИОКТР является квалификация Вашей команды и организация ее работы с целью достижения поставленных целей и результатов. Согласно ГОСТ Р ИСО 21500-201 «Руководство по проектному менеджменту» и PMBoK (Project management body of knowledge) методология проектной деятельности включает 4 этапа, а именно инициацию проекта (идея, тема проекта и ее актуальность, научная ценность и практическая значимость), планирование, исполнение (необходимо организовать, а затем осуществлять постоянный контроль) и окончательный этап – завершение проекта, формулировка выводов и рекомендаций (см. Рис. 1). Рассмотрим более подробно каждый из этапов.

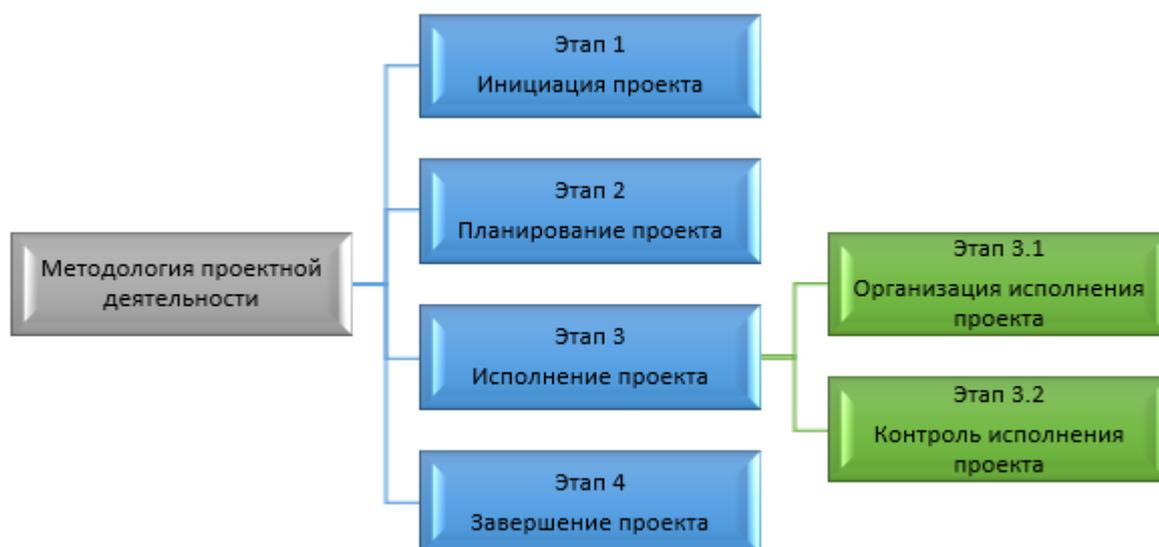


Рисунок 1– Методология проектной деятельности

Итак, **первый этап – инициация проекта**, это процесс, во время которого обсуждается тема проекта и ее актуальность, происходит оценка и анализ целей и задач проекта с дальнейшим принятием решения о целесообразности его запуска. Данный этап включает в себя следующие процедуры:

1. Разработка концепции:

- постановка и анализ проблемы;
- изучение потребности рынка;
- сбор и анализ исходных данных;
- постановка целей и задач;
- расчет стоимости, сроков, объема работ;
- определение возможных рисков;

- определение заинтересованных лиц (подрядчики, субподрядчики, поставщики, партнеры и т.д.);
- рассмотрение альтернативных проектов.

2. Согласование деталей концепции с дальнейшим утверждением.

3. Принятие решения о запуске проекта или отказе от него. Если принимается решение запустить проект, то определяется руководитель проекта, которым обычно является его инициатор. Он отвечает за проведение всех работ по проекту, за их уровень и полноту, за планирование, контроль и координацию работ всех участников.

Второй этап – планирование проекта, это процесс, который направлен на поиск оптимального способа и определение конкретных действий (наиболее эффективных) для реализации проекта. По результатам данного этапа разрабатывается план проведения проекта. Стоит отметить, что на протяжении всего времени реализации проекта возможно вносить коррективы в ход выполнения проекта (но не в его техническое задание и сроки работы), проводить детализацию этапов и т.п. в целях его безусловного выполнения. Данный этап включает следующие процедуры:

1. Определение основных целей, задач проекта, разработка концепции его реализации.
2. Создание графика выполнения работ с учетом календарных сроков.
3. Определение расходов на оплату работников, материалы, комплектующие изделия и другие ресурсы.
4. Определение критериев качества и продуктов, разработка системы управления качеством.
5. Разработка структуры проекта, определение ролей и зон ответственности участников проекта, а также создание плана координации их действий.
6. Определение каналов и средств коммуникации между участниками проекта, в том числе разработка плана информационных обновлений.
7. Анализ и выявление возможных рисков и определение мер с целью предотвращения их возможного воздействия на проект.
8. Разработка и подготовка контрактов с участниками проекта, определение условий выполнения работ и ответственности.
9. Создание единого документа, который содержит все планы и документы проекта с целью управления проектом.

Третий этап – исполнение проекта, это процесс, направленный на реализацию проекта посредством выполнения действий с учетом разработанного плана с целью достижения поставленных целей и запланированных результатов. **Данный этап включает организацию и контроль исполнения проекта.** **Организация исполнения проекта** включает такие процедуры, как распределение обязанностей и ответственности, постановка системы отчетности, контроль выполнения плановых показателей (контрольных точек) в соответствии с планом, контроль затрат и качества, управление рисками, управление командой (создание благоприятной среды, поддержание мотивации сотрудников к достижению запланированного результата), распределение информации (постоянная актуализация), подготовка и заключение контрактов, управление изменениями (готовность к оперативному принятию решений). **Контроль исполнения проекта** – это процесс, который направлен на сравнение плановых и фактических показателей проекта, анализ отклонений, возможных альтернатив и, при необходимости, корректировка действий. Соответственно, данный этап включает такие процедуры как сбор данных и их сравнение, анализ отклонений и выявление их причин, разработка альтернатив, принятие различных управленческих решений.

Последний, и один из самых важных этапов жизненного цикла проекта – **завершение проекта**, включает следующие процедуры:

1. Формулировка основных результатов, выводов и рекомендаций, принятых по выполнению проекта.
2. Оценка финансовой составляющей.
3. Подготовка заключительного отчета по проекту и проектной документации.
4. Подготовка списка открытых вопросов и работ, которые еще не завершены.
5. Урегулирование спорных вопросов.
6. Уведомление всех сторон об окончании проекта и роспуск команды проекта.
7. Обеспечение передачи результатов проекта заказчику.
8. Документирование проекта (в том числе и архивация проектной документации).
9. Сдача результатов проекта заказчику.

Основной целью данного курса является получение практических навыков планирования и управления НИОКТР в области лазерной техники и лазерных технологий: от идеи и обоснования ее актуальности до поиска источников финансирования, от составления сметы, плана-графика, технического задания до организации выполнения проекта, и далее до его коммерциализации, то есть до выхода на рынок к конечному потребителю.

Результатом проделанной работы является курсовой проект, состоящий из 4 частей:

- часть 1 «Актуальность проекта»;
- часть 2 «Источники финансирования и смета проекта»;
- часть 3 «План-график и техническое задание проекта»;
- часть 4 «Коммерциализация проекта».

Каждая часть курсового проекта включает:

- подробное описание действий, необходимых для ее выполнения;
- формы для заполнения, которые являются частью курсового проекта;
- справочные материалы.

Структура курсового проекта

Курсовой проект включает в себя следующие структурные элементы:

1. Титульный лист

На титульном листе приводятся следующие сведения (см. Приложение 1):

- наименование министерства, в систему которого входит организация-исполнитель НИОКТР;
- наименование (полное и сокращенное) организации-исполнителя НИОКТР;
- наименование НИОКТР;
- наименование образовательного курса, в рамках которого выполняется курсовой проект;
- место и год составления курсового проекта.

2. Список исполнителей

Список исполнителей отображает следующие сведения (см. Приложение 2):

- фамилия и инициалы, должность, ученая степень, ученое звание и подпись преподавателя дисциплины «Проектная деятельность»;
- фамилия и инициалы, номер группы и подпись руководителя НИОКТР с указанием его роли в подготовке каждого раздела курсового проекта;
- фамилия и инициалы, номер группы и подпись исполнителей НИОКТР с указанием их роли в подготовке каждого раздела курсового проекта.

3. Содержание

Содержание включает введение, наименование всех разделов и подразделов, заключение, список использованных источников. После заголовка каждого элемента ставят отточие и приводят номер страницы работы, на которой начинается данный структурный элемент (см. Приложение 3).

4. Термины и определения

Данный структурный элемент содержит определения, необходимые для уточнения или установления терминов, используемых в курсовом проекте. Перечень терминов и определений начинают со слов: «В настоящем курсовом проекте применяют следующие термины с соответствующими определениями» (см. Приложение 4).

5. Перечень сокращений и обозначений

Структурный элемент «Перечень обозначений и сокращений» начинают со слов: «В настоящем курсовом проекте применяют следующие обозначения и сокращения» (см. Приложение 5).

6. Введение

Введение должно содержать оценку современного состояния решаемой научно-технической проблемы по тематике курсового проекта, должны быть отражены актуальность и новизна темы.

7. Форма 1 «Актуальность проекта»

8. Форма 2 «Источники финансирования и смета проекта»

9. Форма 3 «План-график и техническое задание проекта»

10. Форма 4 «Коммерциализация проекта»

11. Заключение

Заключение должно содержать краткие выводы по каждому разделу курсового проекта, рекомендации по конкретному использованию результатов НИОКТР, оценку технико-экономической эффективности внедрения и научно-технического уровня данной НИОКТР в сравнении с лучшими достижениями в этой области.

12. Список использованных источников

Список должен содержать сведения об источниках, использованных при работе над курсовым проектом. Сведения об источниках приводятся в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.100-2018.

Список рекомендуемых тем курсового проекта представлен в Приложении 6.

Требования к оформлению курсового проекта

Таблица 1.1 – Правила оформления курсового проекта

Формат бумаги, тип и размер шрифта	Курсовой проект должен быть выполнен любым печатным способом на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, размер шрифта - 12 пт. Рекомендуемый тип шрифта для основного текста отчета - Times New Roman. Полужирный шрифт применяют только для заголовков разделов и подразделов, заголовков структурных элементов. Использование курсива допускается для обозначения объектов (биология, геология, медицина, нанотехнологии, генная инженерия и др.) и написания терминов (например, <i>in vivo</i> , <i>in vitro</i>) и иных объектов и терминов на латыни.
Размеры полей и абзацный отступ	Текст курсового проекта следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: левое - 30 мм, правое - 15 мм, верхнее и нижнее - 20 мм. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту отчета и равен 1,25 см.
Заголовки структурных элементов	Заголовки структурных элементов следует располагать в середине строки без точки в конце, прописными буквами, не подчеркивая. Каждый структурный элемент курсового проекта начинают с новой страницы.
Нумерация страниц	Страницы курсового проекта следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту отчета. Номер страницы проставляется в центре нижней части страницы без точки. Титульный лист включают в общую нумерацию, номер страницы на титульном листе не проставляют.

Иллюстрации	<p>Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, где они упоминаются впервые. На все иллюстрации должны быть даны ссылки. При ссылке необходимо писать слово "рисунок" и его номер.</p> <p><i>Пример: "в соответствии с рисунком 2"</i></p> <p>Все иллюстрации должны быть подписаны и пронумерованы арабскими цифрами сквозной нумерацией сразу после иллюстрации.</p> <p><i>Пример - Рисунок 1 - Схема прибора</i></p>
Таблицы	<p>Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые. На все таблицы должны быть ссылки. При ссылке следует печатать слово "таблица" с указанием ее номера.</p> <p><i>Пример: "в соответствии с таблицей 2"</i></p> <p>Все таблицы должны быть подписаны и пронумерованы арабскими цифрами сквозной нумерацией перед приведенной таблицей.</p> <p><i>Пример - Таблица 1 – Перечень комплектующих</i></p>
Ссылки на источники, использованные при работе над курсовым проектом	<p>Каждое заимствование в тексте обзора должно сопровождаться ссылкой на источник, указанный в списке литературы. Нумерация источников сквозная, в порядке их появления в тексте.</p> <p><i>Пример: [1]</i></p> <p>Сведения об источниках приводятся в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.100-2018.</p>

Часть 1 «Актуальность проекта»

1. Название проекта

Напишите название проекта.

2. Руководитель проекта

Укажите ФИО, номер группы руководителя проекта Вашей проектной группы, область интересов и компетенции, связанные с тематикой проекта.

3. Основные исполнители проекта

Все члены проектной группы, кроме руководителя, попадают в список основных исполнителей, укажите ФИО, номер группы, область интересов и компетенции, связанные с тематикой проекта.

4. Проблема, на решение которой направлен проект

0,5–1 стр.

Один из ключевых пунктов при оценивании проекта.

Обозначьте конкретную технологическую / научную / социальную проблему, на решение которой направлен проект, и ее актуальность для современного общества.

5. Обзор существующих методов решения проблемы

2–3 стр.

Один из ключевых пунктов при оценивании проекта.

Приведите сведения о современных тенденциях развития науки, техники и технологии в области проекта, дайте оценку соответствия предлагаемого проекта этим тенденциям (новая разработка, импортозамещение).

6. Цель и задачи проекта

Один из ключевых пунктов при оценивании проекта.

Укажите основную цель и задачи проекта.

7. Краткое описание проекта

0,5 стр.

Опишите наименование создаваемой продукции /технологии, тип проекта (НИР, ОКР, ОТР).

Обозначьте ожидаемые результаты проекта.

13. Ключевые слова

Укажите 4–8 слов, которые в совокупности друг с другом охарактеризуют Ваш проект.

Пример заполнения Формы 1 «Актуальность проекта»

1. *Название проекта*

Разработка лазерного роботизированного комплекса для функционализации поверхности имплантатов.

2. *Руководитель проекта*

Михайлов Михаил Михайлович, гр. L33162, лазерная модификация поверхности травматологических имплантатов с целью снижения их шероховатости после 3D печати.

Основные исполнители проекта

– Иванов Иван Иванович, гр. L33162, лазерное структурирование поверхности титановых сплавов для улучшения биосовместимости.

– Сидоров Сергей Сергеевич, гр. L33162, лазерная модификация поверхности металлических изделий медицинского назначения для придания им антибактериальных свойств.

3. *Проблема, на решение которой направлен проект*

В настоящее время в России, так же, как и во всём мире, актуален вопрос повышения качества человеческой жизни, который напрямую связан с качеством и доступностью оказываемых медицинских услуг. Проблема увеличения средней продолжительности жизни, которая особенно остро стоит в нашей стране в связи со сложной демографической ситуацией, резко повышает потребность в искусственных органах и имплантатах различного типа, например, дентальных или травматологических. В этом контексте одним из наиболее важных направлений является разработка высокотехнологичных и эффективных методов создания и обработки производимых имплантатов для повышения их приживаемости. Приживаемость имплантата зависит от многих параметров, среди которых важную роль играют биосовместимость материала имплантата и его бактериальная резистивность.

Кроме того, существует ряд медицинских изделий, для которых наличие антибактериальных свойств поверхности является первостепенным (например, для хирургического инструмента), а также весьма важен набор особых маркировок для быстрой идентификации таких изделий (например, для быстрого определения необходимых инструментов и изделий на операционном столе).

Существует также целый ряд изделий медицинского назначения, для которых существенно обеспечение multifunctionality, т.е. достижение

сразу нескольких свойств одного и того же изделия. Например, покрытие дентальных имплантатов должно быть одновременно биосовместимым и бактериально-резистивным, а абатмент должен обладать определенными оптическими характеристиками (цветом) и антибактериальными свойствами.

Таким образом, данный проект направлен на решение масштабной проблемы, заключающейся в отсутствии высокопроизводительных, эффективных и надежных методов и средств их реализации для формирования функциональных покрытий изделий медицинского назначения широкого спектра применения.

4. Обзор существующих методов решения проблемы

Организациями, тематически наиболее близкими проекту, являются компании, выпускающие лазерное, а также иное оборудование для функционализации поверхности медицинских сплавов.

Среди организаций-производителей лазерного оборудования следует выделить такие российские компании, как ООО «Лазерный Центр» и ООО «Центр лазерных технологий» (г. Санкт-Петербург); НПЦ «Лазеры и аппаратура ТМ», ООО «Сканер-Плюс» и НПФ «ТЕТА» (г. Москва); SharpLase (Российское представительство) и зарубежные HGTECH (Китай), Rofin Sinar (Германия), TRUMPF GmbH + Co (Германия), LASIT (Италия) и другие. Данные компании предлагают широкий спектр лазерного оборудования собственного производства для различных применений, но, насколько известно из открытых источников, лишь некоторые из них позиционируют свои лазерные системы как оборудование для маркировки изделий медицинского назначения. Отечественный производитель «Лазерный Центр» и представительство компании SharpLase Inc предлагают лазерное оборудование для маркировки медицинских изделий и хирургического инструмента из металлов и сплавов по ГОСТам. Зарубежные компании TRUMPF GmbH + Co и LASIT продают лазерные комплексы для нанесения на медицинские изделия обязательного буквенно-цифрового идентификационного кода по системе UDI (Unique Device Identification System). Среди всех перечисленных организаций только LASIT отмечает биологическую совместимость наносимых с помощью их оборудования знаков, хотя информация о том, как именно это проверялось не сообщается.

Среди нелазерных методов обработки поверхности медицинских изделий из металлов в современном производстве широко распространены механические (например, пескоструйная обработка), химические (например, травление, нанесение антибактериальных полимерных покрытий) и электрохимические (например, анодирование). Существует множество различных компаний,

производящих оборудование для реализации перечисленных методов. Каждая технология и оборудование в той или иной степени выполняют свои задачи по приданию тех или иных свойств поверхности, но проблема заключается в том, что они зачастую не универсальны, работают на узкий круг материалов, требуют дополнительных затрат на расходные материалы и, улучшая какую-либо определенную функцию изделия иногда приводят к ухудшению другой или не позволяют придавать поверхности сразу несколько функциональных свойств.

Все вышеперечисленные требования возможно реализовать, используя лазерные технологии и оборудование, которые позволяют относительно недорого, качественно и быстро придавать поверхности необходимые функциональные свойства. В настоящий момент данная ниша на рынке пост-обработки поверхности медицинских изделий не занята. Таким образом, разрабатываемый лазерный роботизированный комплекс для функционализации поверхности имплантатов является уникальным и востребованным.

5. Цель и задачи проекта

Цель проекта - функционализация поверхности имплантатов для придания им заданных функциональных свойств: биосовместимости, бактериальной резистивности, трибологических свойств, смачиваемости и оптических свойств. Достичь поставленную цель можно за счет создания лазерного роботизированного комплекса. Данное оборудование позволит достичь мирового уровня качества персонифицированных медицинских изделий, а по некоторым характеристикам его превысить.

Задачи, на решение которых направлен проект:

а) изучение зависимости функциональных свойств поверхности таких изделий (биосовместимость, бактериальная резистивность, смачиваемость, оптические свойства) от режимов лазерного воздействия для отработки лазерных методов функционализации изделий медицинского назначения;

б) разработка лазерный роботизированный комплекс и набор оснасток для функционализации поверхности изделий медицинского назначения различной формы с целью реализации разработанных технологий;

в) разработка технологии лазерной функционализации поверхности медицинских изделий на основе полученных в п. а) зависимостей.

6. Краткое описание проекта

Повышение качества медицинских услуг, разработка новых лекарственных средств, медицинского оборудования и инструментов являются критическими условиями для поддержания здоровья, трудоспособности, продолжительности и

качества жизни населения нашей страны. Одним из хорошо известных примеров является зубная имплантология, где установка дентальных имплантатов способна не только восстановить в полной мере все функции зубов - механическую обработку и удержание пищи, участие в образовании звуков речи и эстетическую функцию, но и предотвратить атрофию костной ткани. Однако стоимость покупки и установки высококачественных имплантатов до сих пор весьма велика, поэтому эта технология недоступна широким слоям населения России.

Как правило, высокая стоимость медицинских изделий связана с такими факторами, как зарубежное производство продукта, наукоёмкие и трудозатратные технологии изготовления таких изделий, необходимость соблюдения стерильности и других особых условий по их упаковке и транспортировке. С этой точки зрения разработка комплекса новых отечественных технологий, наряду с созданием и внедрением высокопроизводительного оборудования по совершенствованию производства медицинских изделий с необходимыми функциональными свойствами, способна сократить затраты на производство и повысить качество имплантатов, и таким образом, способствовать их выводу на рынок.

Настоящий проект направлен на создание лазерного роботизированного комплекса для функционализации поверхности имплантатов и других металлических медицинских изделий, который сможет покрыть потребности предприятий по специализированной обработке при производстве медицинских инструментов, имплантатов различного назначения (дентальных, травматологических и пр.), ортопедических компонентов (винты, абатменты, скан-боди, формирователи десны, мембраны для наращивания костной ткани челюстей - МНКТ) и др. Для повышения производительности обработки, а также для минимизации роли человеческого фактора в производстве управление лазерными комплексами и дополнительной комплектацией будет полностью автоматизировано.

Помимо технических аппаратных и программных средств, планируется разработать ряд передовых специализированных технологий лазерной обработки медицинских изделий для достижения требуемых функциональных свойств, а также провести доклинические тесты полученных изделий. Таким образом, разрабатываемые лазерные комплексы для функционализации поверхности изделий медицинского назначения смогут обеспечить следующий набор функций:

- улучшение биосовместимости (имплантаты различного назначения);

- увеличение бактериальной резистивности (медицинские инструменты, ортопедические компоненты: абатменты, винты, мембраны и пр.);
- идентификация изделий (медицинские инструменты, ортопедические компоненты: абатменты, винты, мембраны и пр.);
- снижение шероховатости поверхности изделий после 3D печати (имплантаты различного назначения).

Главным преимуществом разрабатываемых комплексов и технологий является возможность бесконтактного локального формирования мультифункциональных поверхностей на изделиях медицинского назначения. Например, для имплантатов необходим следующий набор свойств: биосовместимость (нетоксичный химический состав, развитая шероховатость поверхности как на микро-, так и на наноуровне), гидрофильность и износостойкость; для медицинских инструментов и ортопедических компонентов, таких как дентальные абатменты, мембраны для наращивания костной ткани челюсти, поверхность должна обладать одновременно антибактериальным рельефом и цветовой информацией для идентификации изделия на хирургическом столе.

Таким образом, для решения обозначенной проблемы качества и стоимости изделий медицинского назначения в России и, в первую очередь, имплантатов различного назначения, предлагается комплекс технических, технологических и программных решений и разработок, направленных на функционализацию поверхности таких изделий высокопроизводительными, бесконтактными и прецизионными лазерными методами и средствами.

7. Ключевые слова

Лазерная функционализация материалов, медицинские изделия, лазерные системы обработки материалов, биосовместимые покрытия, антибактериальные покрытия, бактериальная резистивность, цветовая идентификация медицинских изделий.

Справочные материалы к Части 1 «Актуальность проекта»

Для поиска научных статей рекомендовано использовать следующие ресурсы:

Google Scholar <https://scholar.google.com/>

ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>

SpringerLink <https://link.springer.com>

Optica Publishing <https://opg.optica.org>

MDPI <https://mdpi.com>

SPIE Digital Library <https://www.spiedigitallibrary.org>

eLIBRARY <https://elibrary.ru>

Для поиска патентов рекомендовано использовать следующие ресурсы:

Google Patents <https://patents.google.com>

Яндекс патенты <https://yandex.ru/patents>

LENS.ORG <https://www.lens.org/>

ФИПС - ФГБУ Федеральный институт промышленной собственности
<https://www.fips.ru>

Патентный ландшафт <https://tt.itmo.ru/patent>

Обзор каждого патента должен включать краткое содержание патента, достоинства и недостатки патентуемого метода. Для написания патентного обзора в качестве примера можно взять патент и посмотреть на «Описание исследования». На рисунке 1 приведен отрывок из патента №2696804.

Описание патента 1	Известен способ защиты объекта от подделки путем нанесения информационной идентифицирующей метки с ее фиксацией посредством клеевого слоя к поверхности (патент РФ №2202821, МПК G03N 1/04, дата приоритета 12.04.2001, дата публикации 20.04.2003).
Описание недостатков	Однако в таком способе нанесения метка может непрочно связываться с различными типами материалов изделия (например, металлами), в связи с чем метка может быть достаточно легко отделена от поверхности материала, что делает возможным подмену информационной идентифицирующей метки.
Описание патента 2	Известен способ защиты изделий из металлов от подделки, (патент РФ №2077071, МПК G07D 5/00, дата приоритета 14.05.1996, дата публикации 10.04.1998). Способ включает нанесение метки путем формирования голографического микрорельефа двумя способами: электроискровым и интерференционным методами.
Описание недостатков	Недостатком этого способа является невысокая производительность электроискрового метода маркировки, сложность изготовления знаков-электродов и их значительный износ, зависящий от глубины маркировки. В случае реализации интерференционного метода маркировки необходимо наличие нескольких опорных пучков от когерентных точечных источников для формирования рельефа метки и восстанавливающего пучка определенной частоты в ходе визуальной идентификации метки, что значительно усложняет процессы идентификации и контроля.

Рисунок 1.1 – Отрывок из патента №2696804, описывающий содержание, достоинства и недостатки исследуемого патента

Для более подробного изучения правил проведения патентных исследований рекомендуется ознакомиться с учебно-методическим пособием: Котенева О.Е., Николаев А.С. Патентование: учебно-методическое пособие. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2020.

Часть 2 «Источники финансирования и перечень предварительных расходов проекта»

В данной части курсового проекта необходимо научиться планировать этапы проведения проекта и сроки их проведения, рассчитывать перечень предварительных расходов по проекту, а также выбирать подходящие источники финансирования.

Планирование этапов проведения проекта

Планирование этапов проведения проекта проводится с целью оценки объемов и содержания работ, которые должны быть реализованы в рамках выполнения проекта. При этом требуется учитывать продолжительность отдельных этапов, а также сроков, которые необходимы для реализации всего проекта. Содержание выполняемых работ должно отражать последовательную детализацию заданий, выполняемых в рамках реализации проекта.

Пример: разработка конструкторской документации, закупка оборудования и комплектующих, изготовление макета, проведение испытаний макета и т. д.

Примеры и последовательность работ по НИР, ОКР и ОТР приведены в справочных материалах к Части 2 «Источники финансирования и смета расходов по проекту».

Установка сроков проведения этапов проекта — это задача, заключающаяся в оценке времени, которое необходимо для выполнения описанных в содержании проекта заданий в соответствии с их объемом и сложностью. Кроме того, при оценивании должны учитываться такие факторы, как количество исполнителей, задействованных для выполнения этапа, возможность параллельного выполнения заданий, продолжительность рабочего времени исполнителей, задержки с поставками оборудования и выполнения работ сторонними организациями, а также другие внутренние и внешние факторы, влияющие на продолжительность этапа.

Перечень предварительных расходов по проекту

Итоговую сумму расходов по каждому этапу (расходы по проекту рекомендуется оформлять в виде таблицы), если это возможно, лучше представлять целым числом рублей без копеек. Для оценки стоимости работ необходимо определить объем затрат по следующим пунктам:

1. Заработная плата исполнителей

Данные затраты включают основную заработную плату руководителя и исполнителей проекта, а также премии и стимулирующие выплаты.

2. Резерв средств на выплату отпускных

Данные затраты предназначены для выплаты отпускных. Объем затрат рассчитывается по принятой ставке налога в соответствии с законодательством.

3. Начисления на выплаты по оплате труда

Данные затраты представляют собой платежи работодателя государству, размер которых зависит от объема заработной платы исполнителей.

4. Резерв средств на страховые взносы от выплаты отпускных

Данные затраты предназначены на пенсионное и медицинское страхование, взносы от несчастных случаев на производстве, а также случаи временной нетрудоспособности.

5. Оплата научно-исследовательских работ сторонних организаций, направленных на выполнение научного проекта

К данным затратам относятся расходы, связанные с проведением работ сторонних организаций, а также оплата изделий, макетов и образцов, выполненных на другом предприятии.

6. Расходы на приобретение оборудования и иного имущества, необходимых для проведения научного исследования

К данным затратам относятся расходы, связанные с приобретением и арендой специального оборудования, необходимого для исследований или использования только в данном проекте.

7. Расходы на приобретение материалов и комплектующих для проведения научного исследования

В данную категорию затрат входят прямые материальные затраты по проекту, например покупные изделия или полуфабрикаты (корпус изделия, оптическая система, кнопки, светофильтры и т.д.).

8. Накладные расходы организации

Расходы на содержание и эксплуатацию помещений, оборудования, коммуникации (интернет, телефонные переговоры), а также приобретение патентов, лицензий, кроме того, в накладные расходы также может включаться сопровождение гранта организацией, от лица которой вы выполняете работы (Университет ИТМО проводит работы по бухгалтерскому учету, сопровождению при подаче патентов, оказывает юридическую поддержку и др.).

9. Иные расходы для целей выполнения проекта

К данным статьям расхода можно отнести командировки, покупку программного обеспечения или другие расходы необходимые для реализации проекта.

Выбор источника финансирования

Для выбора источника финансирования нужно определиться с видом работ: НИР, ОКР, ОТР, НИОКТР; перечнем работ и сметой. Далее по этим критериям следует выбрать фонд, грант и подать заявку на участие в соответствии с конкурсной документацией (необходимо отредактировать перечень работ и перечень расходов по проекту под конкретные условия конкурса). Основные фонды и гранты приведены в справочных материалах к Части 2.

Часть 2 курсового проекта представляется в виде Формы 2.

Форма 2 «Источники финансирования и перечень предварительных расходов проекта»

1. Планирование этапов проекта

Таблица 2.1 – Планирование этапов проекта

Номер этапа	Содержание выполняемых работ	Сроки проведения
№1		
...		
№N		

2. Предварительные расходы

Таблица 2.2 – Предварительные расходы

N п/п	Статья расходов	Сумма (руб.)			
		Этап №1	Этап №2	...	Этап №N
1	Заработная плата исполнителей				
2	Резерв средств на выплату отпускных (18,75% от п.1)				
3	Начисления на выплаты по оплате труда (30,2% от п.1)				
4	Резерв средств на страховые взносы от выплаты отпускных (30,2% от п.2)				
5	Оплата научно-исследовательских работ сторонних организаций, направленных на выполнение проекта				
6	Расходы на приобретение оборудования и иного имущества, необходимых для проведения работ				
7	Расходы на приобретение материалов и комплектующих для проведения работ				

8	Накладные расходы организации (15% от общей суммы)				
9	Иные расходы для целей выполнения проекта				
	ИТОГО РАСХОДОВ				

3. Финансирование

Выберите источник финансирования в соответствии с видом работ, разработанным планом-графиком и перечнем расходов. Напишите название фонда, название гранта, сумму финансирования в год, срок реализации, условия конкурса, на которые следует обратить внимание.

4. Скорректированный план этапов проекта и перечень предварительных расходов под выбранный источник финансирования в п. 2.3 по формам, приведенным в конкурсной документации.

Пример заполнения Формы 2 «Источники финансирования и перечень предварительных расходов проекта»

1. Планирование этапов проекта

Таблица 2.3 - Планирование этапов проекта

Номер этапа	Содержание выполняемых работ	Сроки проведения
№1	Разработка <u>проектной конструкторской документации</u> на лазерный роботизированный комплекс для функционализации поверхности имплантатов (далее <i>Комплекс</i>) Закупка комплектующих для сборки <i>макета Комплекса</i> Изготовление <i>макета Комплекса</i> Проведение исследовательских испытаний <i>макета Комплекса</i>	1 год
№2	Разработка <u>рабочей конструкторской документации (РКД)</u> на <i>Комплекс</i> Закупка комплектующих для сборки <i>опытного образца (ОО) Комплекса</i> Изготовление <i>ОО Комплекса</i> Проведение предварительных и приемочных испытаний <i>ОО Комплекса</i> Корректировка РКД по результатам предварительных и приемочных испытаний <i>ОО Комплекса</i>	1 год

2. Перечень предварительных расходов

Таблица 2.4 – Перечень предварительных расходов

N п/п	Статья расходов	Сумма (руб.)	
		Этап №1	Этап №2
1	Заработная плата исполнителей	1 920 000	2 880 000
2	Резерв средств на выплату отпускных (18,75% от п.1)	360 000	540 000

3	Начисления на выплаты по оплате труда (30,2% от п.1)	579 840	869 760
4	Резерв средств на страховые взносы от выплаты отпускных (30,2% от п.2)	108 720	163 080
5	Оплата научно-исследовательских работ сторонних организаций, направленных на выполнение проекта	0	0
6	Расходы на приобретение оборудования и иного имущества, необходимых для проведения проекта	100 000	0
7	Расходы на приобретение материалов и комплектующих для проведения проекта	1 000 000	1 500 000
8	Накладные расходы организации (не менее 15% от общей суммы)	718 000	1 086 000
9	Иные расходы для целей выполнения проекта	0	200 000
	ИТОГО РАСХОДОВ	4 786 560	7 238 840

Пояснения к перечню расходов:

Заработная плата за этап №1 составляет 1 920 000 руб. и рассчитана на трудоустройство 4 сотрудников на 12 месяцев с заработной платой по 40 000 руб./мес.

Заработная плата за этап №2 составляет 2 880 000 руб. и рассчитана на трудоустройство 4 сотрудников на 12 месяцев с заработной платой по 60 000 руб./мес.

Расходы на приобретение оборудования и иного имущества, необходимых для проведения проекта за этап № 1 составляют 100 000 руб., планируется закупка измерительного оборудования для проведения испытаний макетов и опытных образцов.

Расходы на приобретение материалов и комплектующих для проведения проекта за этап №1 составляют 1 000 000 руб., планируется закупка комплектующих к макету Комплекса.

Расходы на приобретение материалов и комплектующих для проведения проекта за этап №2 составляют 1 500 000 руб., планируется закупка комплектующих к опытному образцу Комплекса.

Иные расходы для целей выполнения проекта за этап №2 составляют 200 000 руб., планируется участие в выставке с опытным образцом Комплекса.

3. Финансирование

Источник финансирования: Университет ИТМО.

Название конкурса: ПО НИОКТР.

Объем финансирования: не более 2 500 000 рублей в год, объем финансирования 1 этапа не должен превышать 300 000 рублей.

Сроки выполнения:

общий срок выполнения работ: 1 год и 9 месяцев;

этап №1: не более 3-х месяцев;

этапы №2, №3, №4 – не более 6 месяцев каждый.

4. Скорректированный план этапов проекта и перечень предварительных расходов под выбранный источник финансирования в п. 2.3 по формам, приведенным в конкурсной документации.

Таблица 2.5 – Скорректированный план этапов проекта

Номер этапа	Содержание выполняемых работ	Сроки проведения
№1	Разработка <u>проектной конструкторской документации</u> на лазерный роботизированный комплекс для функционализации поверхности имплантатов (далее <i>Комплекс</i>) Закупка комплектующих для сборки <i>макета Комплекса</i>	3 месяца
№2		6 месяцев
№3	Изготовление <i>макета Комплекса</i>	6 месяцев
№4	Проведение исследовательских испытаний <i>макета Комплекса</i>	6 месяцев

Таблица 2.6 – Перечень предварительных расходов

N п/п	Статья расходов	Сумма (руб.)			
		Этап №1	Этап №2	Этап №3	Этап №4
1	Заработная плата исполнителей	162 000	552 000	720 000	576 000

2	Резерв средств на выплату отпускных (18,75% от п.1)	30 375	103 500	135 000	108 000
3	Начисления на выплаты по оплате труда (30,2% от п.1)	48 924	166 704	217 440	173 952
4	Резерв средств на страховые взносы от выплаты отпускных (30,2% от п.2)	9 173	31 257	40 770	32 616
5	Оплата НИР сторонних организаций, направленных на выполнение проекта	0	0	0	0
6	Расходы на приобретение оборудования и иного имущества, необходимых для проведения проекта	0	0	0	100 000
7	Расходы на приобретение материалов и комплектующих для проведения проекта	0	1 000 000	0	0
8	Накладные расходы организации (не менее 15% от общей суммы)	44 201	327 082	196 449	174 807
9	Иные расходы для целей выполнения проекта	0	0	0	0
	ИТОГО РАСХОДОВ	264 298	1 180 543	1 309 659	1 165 375

Пояснения к перечню расходов:

Заработная плата за этап №1 составляет 162 000 руб. и рассчитана на трудоустройство 4 сотрудников на 3 месяца с заработной платой по 13 500 руб./мес.

Зарботная плата за этап №2 составляет 552 000 руб. и рассчитана на трудоустройство 4 сотрудников на 6 месяцев с зарботной платой по 23 000 руб./мес.

Зарботная плата за этап №3 составляет 720 000 руб. и рассчитана на трудоустройство 4 сотрудников на 6 месяцев с зарботной платой по 30 000 руб./мес.

Зарботная плата за этап №4 составляет 576 000 руб. и рассчитана на трудоустройство 4 сотрудников на 6 месяцев с зарботной платой по 24 000 руб./мес.

Расходы на приобретение оборудования и иного имущества, необходимых для проведения проекта за этап № 4 составляют 100 000 руб., планируется закупка измерительного оборудования для проведения испытания макета Комплекса.

Расходы на приобретение материалов и комплектующих для проведения проекта за этап №2 составляют 1 000 000 руб., планируется закупка комплектующих к макету Комплекса.

Справочные материалы к Части 2 «Источники финансирования и перечень предварительных расходов по проекту»

Таблица 2.7 – Виды работ и результаты НИОКТР

Научно-исследовательская работа (НИР)	Опытно-конструкторская работа (ОКР)	Опытно-технологическая работа (ОТР)
комплекс теоретических и (или) экспериментальных исследований, проводимых с целью получения обоснованных исходных данных, изыскания принципов и путей создания (модернизации) продукции	комплекс работ по разработке конструкторской документации на опытный образец продукции, изготовлению и испытаниям опытного образца продукции, выполняемых при создании нового вида продукции по техническому заданию	комплекс работ по созданию технологии производства новых веществ, материалов и (или) технологических процессов
<i>Виды работ</i>		
<ul style="list-style-type: none"> – обзор научно-технических достижений в исследуемой области; – патентные исследования; – теоретические исследования; – моделирование и макетирование; – экспериментальные исследования 	<ul style="list-style-type: none"> – разработка проектной конструкторской документации (эскизное и техническое проектирование) - разработка окончательных технических решений, дающих полное представление о конструкции изделия; – закупка комплектующих и изготовление макета 	<ul style="list-style-type: none"> – разработка предварительного проекта технологической документации - разработка принципиальных технических решений по созданию условий, технического оснащения, способов и методов обработки исходных субстанций и т.п.; – разработка рабочей технологической

	<p>изделия;</p> <ul style="list-style-type: none"> – проведение исследовательских испытаний макета изделия - подтверждение технических решений и их конструкторской реализации путем проведения испытаний макетов – разработка рабочей конструкторской документации на изделие (реализация выбранных технических решений); – закупка комплектующих и изготовление опытных образцов изделия; – проведение предварительных и приемочных испытаний опытных образцов изделия и корректировка РКД по результатам испытаний - подтверждение технических решений и их конструкторской реализации путем проведения испытаний опытных образцов. 	<p>документации на опытный образец продукции;</p> <ul style="list-style-type: none"> – закупка материалов и комплектующих; – опытное изготовление образцов продукции; – проведение предварительных и приемочных испытаний опытных образцов продукции и корректировка РТД по результатам испытаний - подтверждение технических решений и их технологической и конструкторской реализации путем проведения испытаний опытных образцов продукции, изготовленных по разрабатываемой технологии.
<i>Результаты (отчетные документы)</i>		
– отчет о	– эскизный проект;	– предварительный

научно-исследовательской работе; – отчет о патентных исследованиях; – результаты интеллектуальной деятельности (полезная модель, изобретение и др.); – научные статьи; – доклады на конференциях и др.	– технический проект; – рабочая конструкторская документация; – опытный образец продукции; – программы и методики исследовательских / предварительных / приемочных испытаний – акт и протоколы испытаний.	проект технологической документации по технологии; – рабочая технологическая документация; – опытный образец продукции; – программы и методики исследовательских / предварительных / приемочных испытаний – акт и протоколы испытаний.
--	---	--

Примерный перечень фондов и грантов для финансирования

1. Комитет по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга (КНВШ) <http://knvsh.gov.spb.ru/premii/>

– Именные стипендии Правительства Санкт-Петербурга студентам образовательных организаций высшего образования и среднего профессионального образования;

– Конкурс на лучший инновационный проект в сфере науки и высшего профессионального образования;

– Гранты Санкт-Петербурга в сфере научной и научно-технической деятельности;

– Гранты для студентов, аспирантов вузов и академических институтов, расположенных на территории Санкт-Петербурга;

– Конкурс бизнес-идей, научно-технических разработок и научно-исследовательских проектов под девизом «Молодые. Дерзкие. Перспективные».

2. Фонд поддержки молодых ученых имени Геннадия Комиссарова <https://komissarov-foundation.ru/>

– Конкурс «Молодые ученые».

3. Российский Научный Фонд <http://www.pprgm.ru/>

– Конкурс инициативных проектов молодых ученых;

- Конкурс научных групп под руководством молодых ученых;
- Конкурс научных лабораторий мирового уровня;
- Конкурс исследований на базе существующей научной инфраструктуры мирового уровня.

4. Министерство науки и высшего образования РФ
https://minobrnauki.gov.ru/documents/?ELEMENT_ID=29487

– Всероссийский открытый конкурс для назначения стипендии имени А.А. Вознесенского, имени Е.Т. Гайдара, имени Д.С. Лихачева, имени Ю.Д. Маслюкова, имени А.А. Собчака, имени А.И. Солженицына и имени В.А. Туманова на 2021/22 учебный год.

5. Образовательный Фонд «Талант и успех»
<https://xn--80aahfebmi6bfqjd0ai9k.xn--p1ai/>

- Грант Президента.

Примерный перечень фондов и грантов для финансирования НИОКТР

1. Университет ИТМО

– Конкурс на проведение практико-ориентированных НИОКТР, финансируемых из централизованных средств Университета ИТМО.

2. Постановление Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. N 218
<http://p218.ru/>

– Конкурс на определение получателей субсидий из федерального бюджета на развитие кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций реального сектора экономики в целях реализации комплексных проектов по созданию высокотехнологичных производств.

Примерный перечень фондов и грантов для коммерциализации результатов НИОКТР

1. Фонд «Сколково» <https://skolkovo-resident.ru/grants/>

- Микрогранты;
- Минигранты;
- Крупные Гранты.

2. Фонд содействия инновациям <https://fasie.ru/>

- Программа «УМНИК»;
- Программа «СТАРТ».

Задание для работы в команде проекта:

Выберите фонды и гранты, в которых уже сейчас Вы можете принять участие самостоятельно или в команде (2 или 3 гранта). Перейдите на сайт фонда, ознакомьтесь с конкурсной документацией, предоставьте сведения согласно примеру.

Пример: «Конкурс на получение грантов РНФ по приоритетному направлению деятельности РНФ «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований малыми отдельными научными группами» (региональный конкурс)» (90)

1. Официальный сайт РНФ:

<https://rscf.ru/contests/>

2. Извещение:

<https://rscf.ru/upload/iblock/d49/u9x28zkiw45ecrtuqzb11yf4ij59jr14.pdf>

3. Конкурсная документация:

<https://rscf.ru/upload/iblock/f10/zz9wjzwynup1j12ujl4kr7j1x7bqj6yj.pdf>

4. Прием заявок РНФ:

до 02.10.2023 17.00

5. Дата подведения итогов РНФ:

01.03.2024

6. Срок предоставления заявки в ОИСКП ИТМО:

не позднее 25 сентября 2023 года 18.00

7. Размер гранта ежегодно:

в объеме до 1 500 000 рублей ежегодно

8. Источник финансирования:

паритетное финансирование из гранта Фонда и гранта Субъекта Российской Федерации.

9. Цель:

на осуществление фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований в 2024 – 2025 годах по отраслям знаний, указанным в конкурсной документации. Научное исследование (проект) должно быть направлено на решение задач приоритетных направлений поддерживаемых регионом исследований (при наличии), а также на решение задач социально-экономического развития региона. Реализация проектов должна быть направлена на проведение исследований в целях развития новых для научных коллективов тематик (в том числе, на определение объекта и предмета исследования, составление плана исследования, выбор методов исследования) и формирование исследовательских команд.

10. Требования к руководителю:

– руководителем проекта не может являться ученый, выполняющий функции руководителя поддерживаемого Фондом проекта (помимо одного, отобранного Фондом при проведении скоординированных с иностранными партнерами конкурсов), срок реализации которого не окончен по состоянию на 1 января 2024 года;

– руководитель проекта на весь период практической реализации проекта должен состоять в трудовых отношениях с организацией, при этом трудовой договор с руководителем проекта не может быть договором о дистанционной работе;

– руководитель проекта должен иметь не менее 5 различных публикаций в ведущих рецензируемых российских и зарубежных научных изданиях, опубликованных в период с 1 января 2018 года до даты подачи заявки.

11. Требования к членам научного коллектива:

– членом научного коллектива в период практической реализации проекта не может являться ученый, в любом качестве принимающий участие в реализации двух или более проектов, поддерживаемых Фондом, на момент вхождения его в состав исполнителей проекта, победившего в данном конкурсе;

– доля членов научного коллектива, непосредственно занятых выполнением научных исследований, в возрасте до 39 лет включительно в общей численности членов научного коллектива должна составлять не менее 50 (пятидесяти) процентов в течение всего периода практической реализации проекта. Вознаграждение за выполнение работ по реализации проекта должен ежегодно получать каждый член научного коллектива.

– размер ежегодного вознаграждения всех членов научного коллектива в возрасте до 39 лет включительно не может быть меньше 35 процентов от суммы ежегодного вознаграждения всех членов научного коллектива;

– общее число членов научного коллектива (вместе с руководителем проекта) должно составлять от 2 до 4 человек.

12. Обязательное условие предоставления гранта:

– сделать результаты своих научных исследований общественным достоянием в соответствии с законодательством Российской Федерации, опубликовав их в рецензируемых российских и зарубежных научных изданиях;

– опубликовать в ходе практической реализации проекта со ссылкой на финансирование за счет средств гранта Фонда и со стороны региона (при

необходимости) в ведущих рецензируемых (издания, индексируемые в библиографических зарубежных базах данных публикаций и/или Russian Science Citation Index (RSCI) российских и зарубежных научных изданиях (Фонд вправе устанавливать (изменять) перечень международных баз данных, в которых индексируются научные издания, и/или научных изданий, публикации в которых будут учитываться с повышающим коэффициентом) не менее трех публикаций, содержащих результаты исследований по проекту различных публикаций (к указанным в настоящем пункте публикациям не относятся публикации, направленные в издательство до начала практической реализации проекта (до заключения соглашения) и публикации типа «тезисы»);

– представить результаты исследований по проекту в виде доклада на очной научной конференции, тематика которой включает в себя тематику проекта. Программа конференции должна размещаться в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»;

– согласиться с опубликованием Фондом аннотаций проекта и соответствующих отчетов о выполнении проекта, в том числе в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», с использованием Фондом в некоммерческих целях представляемых в Фонд материалов, в том числе, содержащих результаты выполнения проекта, а также с предоставлением по запросам указанных материалов региону, органам власти Российской Федерации, институтам развития;

– согласиться на осуществление Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, регионом и органами государственного финансового контроля обязательных проверок соблюдения получателем гранта условий, целей и порядка его предоставления;

– согласиться с возможным проведением международной экспертизы представленной на конкурс заявки;

– при обнародовании результатов любой научной работы, выполненной в рамках поддержанного Фондом проекта, указать на получение финансовой поддержки от Фонда и региона (при необходимости), на аффилиацию с организацией.

13. Накладные расходы/сторонние работы:

объем накладных расходов организации не может превышать 10 процентов от суммы гранта. Оплата научно-исследовательских работ сторонних организаций, направленных на выполнение научного проекта, не может превышать 15 процентов от суммы гранта.

Часть 3 «План-график и техническое задание проекта»

В данной части курсового проекта необходимо освоить навык составления плана-графика и технического задания на НИР, ОКР и ОТР.

НИР

При выполнении курсового проекта в части реализации НИР рекомендуется придерживаться следующих стандартов:

- ГОСТ Р 15.101 «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ»;
- ГОСТ 7.32 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Таблица 3.1 – Этапы НИР и их описание

Этап НИР	Описание
Выбор направления исследований	Проводят с целью определения оптимального варианта направления исследований на основе анализа состояния исследуемой проблемы, в том числе результатов патентных исследований и сравнительной оценки вариантов возможных решений с учетом результатов прогнозных исследований, проводившихся по аналогичным проблемам.
Теоретические исследования	Проводят с целью получения достаточных теоретических результатов исследований для решения поставленных перед НИР задач. При проведении теоретических исследований должен быть обоснован выбор (подход к разработке) моделей, методов, программ и (или) алгоритмов, позволяющих увеличить объем знаний для более глубокого понимания и путей применения новых явлений, механизмов или закономерностей.
Экспериментальные исследования	Проводят с целью получения достоверных экспериментальных результатов исследований для решения поставленных перед НИР задач. Иными словами, целью экспериментальных исследований является

	выявление свойств исследуемых объектов, проверка справедливости теоретических исследований и на этой основе широкое и глубокое изучение темы научного исследования. Проводится систематизация и предварительная оценка полученных результатов и др.
Обобщение и оценка результатов исследований	Проводят с целью подведения итогов и обобщения результатов научно-технических исследований, выпуска обобщенной отчетной научно-технической документации по НИР, оценки эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем (в том числе оценки создания конкурентоспособной продукции).

Техническое задание на НИР

Основанием для разработки ТЗ на проведение НИР является предложение (заявка) заказчика, а исходными данными – назначение предмета разработки и основные требования к нему.

Техническое задание разрабатывается на основе:

- потребности и целесообразности;
- научного прогнозирования;
- результатов выполнения проблемных исследований, других научно-исследовательских и экспериментальных работ;
- результатов патентных исследований;
- отечественных, международных и региональных стандартов;
- анализа новейших достижений и перспектив развития отечественной и зарубежной науки и техники;
- опыта предыдущих разработок и эксплуатации аналогичной продукции, исходя из условий наиболее эффективного ее применения.

При разработке технического задания необходимо использовать методы научного прогнозирования и анализа передовых достижений отечественной и зарубежной науки и техники, результаты патентных исследований, учитывать требования заказчика. При разработке ТЗ выполняется технико-экономическое обоснование работы, приводятся ожидаемые результаты, отмечаются преимущества новой техники перед существующими отечественными и зарубежными аналогами, рассчитывается ориентировочная экономическая эффективность работы. Разрабатываемая новая техника должна соответствовать

по своим технико-экономическим параметрам мировому уровню на период ее производства.

На основе полученной информации составляется аналитический обзор, и выдвигаются гипотезы. Выбираются направления работы и пути реализации требований, которым должно удовлетворять изделие. Определяются необходимые исполнители.

В соответствии с требованиями стандартов ТЗ должно содержать цель работы, объект и предмет исследования, информационную базу, этапы НИР, трудозатраты, время для выполнения работы, сроки ее завершения, форму выходных документов, а также условия и формы реализации и внедрения результатов.

ОКР/ОТР

При выполнении курсового проекта в части реализации ОКР / ОТР рекомендуется придерживаться следующих стандартов:

- Единая система конструкторской документации (ЕСКД);
- Единая система технологической документации (ЕСТД);
- Единая система программной документации (ЕСПД).

Таблица 3.2 – Этапы ОКР и их описание

Этап ОКР	Описание
<i>Проектная конструкторская документация</i>	
Техническое предложение	В соответствии с ГОСТ 2.118 этап «Техническое предложение» проводится с целью выявления дополнительных или уточненных требований к продукции (технических характеристик, показателей качества и др.), которые не могли быть указаны в техническом задании, и, если это целесообразно, сделать на основе предварительной конструкторской проработки и анализа различных вариантов изделия. Техническое предложение может содержать один или несколько вариантов решения задач, поставленных в ТЗ, сопровождаться общими схемами и рисунками. Кроме этого, на этапе технического предложения может разрабатываться предварительное технико-экономическое обоснование (ТЭО) проведения ОКР и реализации результатов.

<p>Эскизный проект</p>	<p>Согласно ГОСТ 2.119 этап «Эскизный проект» выполняется с целью установления принципиальных (конструктивных, схемных, технологических и др.) решений по новому виду продукции, дающих общее представление о принципе работы и (или) устройстве продукции и его составных частей, выполнении заданных в ТЗ требований к их эксплуатационным характеристикам, а также о возможности изготовления в промышленных условиях.</p> <p><i>Данный этап включает следующие работы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – разработка эскизного проекта в соответствии с комплектностью согласно ГОСТ 2.102 (обязательными документами являются ведомость эскизного проекта и пояснительная записка к эскизному проекту); – разработка эскизной конструкторской документации на макет; – изготовление макета; – исследовательские испытания макета и присвоение документации литеры «Э».
<p>Технический проект</p>	<p>В соответствии с ГОСТ 2.120 этап «Технический проект» проводится с целью выявления окончательных технических решений по разрабатываемому изделию (продукции), дающих полное представление о конструкции изделия и принципиальных технологических решениях по его изготовлению в промышленных условиях. При необходимости этап «Технический проект» при выполнении ОКР может предусматривать разработку нескольких вариантов разработки изделия. В этом случае оптимальный вариант выбирают исполнитель ОКР и заказчик по результатам приемки технического проекта.</p> <p><i>Данный этап включает в себя следующие работы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – разработка технического проекта в соответствии с комплектностью согласно ГОСТ 2.102 (обязательными документами являются ведомость технического проекта

	<p>и пояснительная записка к техническому проекту);</p> <ul style="list-style-type: none"> – разработка эскизной конструкторской документации на макет; – изготовление макета; – исследовательские испытания макета и присвоение документации литеры «Т».
<i>Рабочая конструкторская документация</i>	
Разработка конструкторской документации	<p>Цель и содержание работ этапа заключаются в разработке РКД для изготовления и проведения испытаний опытного образца разрабатываемого изделия.</p> <p><i>Данный этап включает следующие работы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – разработка рабочей конструкторской документации для изготовления опытного образца продукции в соответствии с перечнем РКД, разработанным на этапе технического проектирования; – технологическая и метрологическая экспертиза разработанной РКД; – проверка реализации в РКД требований по обеспечению необходимого уровня унификации и стандартизации изделия (продукции) и его составных частей; – разработка и согласование программы и методик предварительных испытаний опытного образца продукции.
Изготовление опытного образца и проведение предварительных испытаний	<p>Целью проведения этапа «Изготовление опытного образца и проведение предварительных испытаний» является предварительная оценка соответствия разработанных технических решений и их конструкторской реализации требованиям ТЗ. Такая оценка осуществляется посредством изготовления опытного образца продукции по разработанной конструкторской документации с последующими испытаниями изготовленного образца продукции по программе предварительных испытаний.</p>

	<p><i>Данный этап включает следующие работы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – подготовка опытного производства для изготовления опытного образца продукции; – разработка комплекта эксплуатационной документации (ЭД) на основе перечня, уточняемого на этапе разработки РКД; – изготовление опытного образца разрабатываемой продукции по разработанной РКД, его отработка (доводка, настройка) в целях подготовки к предварительным испытаниям; – проведение предварительных испытаний опытного образца продукции, проверка и оценка ЭД на продукцию в ходе предварительных испытаний; – корректировка РКД и ЭД и доработка опытного образца продукции по результатам изготовления и предварительных испытаний с присвоением РКД литеры «О»; – разработка программы и методик приемочных (государственных) испытаний.
<p>Проведение приемочных (государственных испытаний)</p>	<p>Целями этапа проведения приемочных испытаний опытного образца продукции являются:</p> <p>оценка технических возможностей создаваемой продукции, проверка и подтверждение соответствия технических и эксплуатационных характеристик опытного образца разрабатываемой продукции требованиям ТЗ; выдача рекомендаций о целесообразности промышленного (серийного) производства и о готовности разработанной документации к развертыванию промышленного (серийного) производства; оценка эксплуатационной документации и выдача заключения о допуске ЭД к эксплуатации.</p> <p><i>Данный этап включает следующие работы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – организация проведения приемочных испытаний, подготовка к ним конструкторской документации и

	<p>опытного образца, разрабатываемой продукции;</p> <p>– проведение приемочных испытаний по утвержденной программе и методикам;</p> <p>– корректировка РКД и ЭД и доработка опытного образца продукции по результатам приемочных испытаний с присвоением РКД литеры «О1».</p>
--	---

Таблица 3.3 – Этапы ОТР и их описание

Этап ОТР	Описание
Предварительный проект	<p>Проводится с целью установления принципиальных (конструктивных, схемных, технологических и др.) решений по разрабатываемому технологическому процессу, дающих общее представление об условиях, принципах организации различных составных частей и технологического процесса в целом, а также о возможности реализации разрабатываемого технологического процесса в различных производственных (промышленных) условиях.</p> <p><i>Данный этап включает следующие работы:</i></p> <p>– разработка предварительного проекта технологической документации: обоснование и формулирование назначения и области применения разрабатываемого технологического процесса; основные технические и производственные условия; состав и назначение оборудования; сравнение с существующими аналогичными технологическими процессами.</p> <p>– проведение ориентировочных расчетов: подтверждающих результативность, устойчивость, управляемость разрабатываемой технологии (технологического процесса) в заданных технологических условиях; подтверждающих количественные и качественные характеристики изготовленной по разрабатываемой технологии (процессу) продукции; экономических показателей</p>

	(экономической эффективности от внедрения в народное хозяйство и др.).
Разработка рабочей технологической документации	<p>Проводится с целью выявления окончательных технических решений по разрабатываемой технологии (технологическому процессу), дающих полное представление о принципах (физических, химических, технологических процессах), положенных в основу разрабатываемой технологии, состава и конструкции производственного и специального оборудования, оснастки, принципиальных организационно-технических решениях по реализации разрабатываемой технологии в производственных (промышленных) условиях.</p> <p>На этапе должен быть разработан комплект ТД, позволяющей в условиях опытного производства реализовать разрабатываемую технологию (организовать технологический процесс) для изготовления опытных образцов (опытной партии) продукции (вещества, материала), которую планируется производить по разрабатываемой технологии.</p> <p><i>Данный этап включает следующие работы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – разработка рабочей технологической документации на процесс изготовления опытного образца продукции; – технологическая и метрологическая экспертиза разработанной ТД; – проверка реализации в ТД требований по обеспечению необходимого уровня унификации и стандартизации; – разработка и согласование программы и методик предварительных испытаний опытного образца (опытной партии) продукции, изготовленной по разрабатываемой технологии (технологическому процессу).
Изготовление опытного образца (опытной партии) и проведение	Проводится с целью предварительной оценки соответствия разработанной технологии требованиям ТЗ посредством изготовления опытного образца (опытной партии) продукции по разрабатываемой технологии

<p>предварительных испытаний</p>	<p>(технологическому процессу) и проведение на нем предварительных испытаний.</p> <p><i>Данный этап включает следующие работы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – проведение организационно-технических мероприятий по реализации на опытном производстве разработанной технологии (организации разработанного технологического процесса) для изготовления опытного образца (опытной партии) продукции; – доработка комплекта технической документации (конструкторской, программной, технологической) по результатам организации технологического процесса; – изготовление опытного образца (опытной партии) продукции по реализованной технологии (организованному технологическому процессу); – проведение предварительных испытаний опытного образца (опытной партии) продукции, изготовленной по реализованной технологии (организованному технологическому процессу), проверка соответствия опытного образца (партии) продукции требованиям технических условий (ТУ) и оценка соответствия разработанной технологии (процесса) требованиям ТЗ; – корректировка ТД по результатам изготовления опытного образца (партии) продукции и предварительных испытаний; – разработка программы и методик приемочных (государственных) испытаний.
<p>Проведение приемочных (государственных испытаний)</p>	<p>Целями этапа проведения приемочных испытаний разработанной технологии являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> – оценка технических возможностей созданной технологии (технологического процесса), проверка и подтверждение соответствия ее технических характеристик требованиям ТЗ; – выдача рекомендаций о целесообразности применения разработанной технологии (технологического процесса) в промышленном (серийном) производстве соответствующего вида продукции и о готовности

	<p>разработанной технической документации к развертыванию промышленного (серийного) производства на основе созданной технологии.</p> <p><i>Данный этап включает следующие работы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – изготовление опытного образца (опытной партии) продукции по реализованной технологии (организованному технологическому процессу) для приемочных испытаний; – проведение приемочных испытаний опытного образца (партии) по утвержденной программе и методикам; – корректировка технической документации по результатам приемочных испытаний.
--	---

Для более подробного изучения этапов и планирования НИР, ОКР и ОТР можно ознакомиться с учебным пособием: Аникейчик Н. Д., Кинжагулов И. Ю., Федоров А. В. Планирование и управление НИР и ОКР //СПб.: УН-Т ИТМО. – 2016.

Часть 3 курсового проекта представляется в виде Формы 3.

Форма 3 «План-график и техническое задание проекта»

1. План-график проекта

Таблица 3.4 – План-график проекта

№ этапа	Содержание выполняемых работ	Перечень разрабатываемых документов	Сроки проведения	Объем финансирования, руб.
1				
2				
N				

2. Техническое задание проекта (заполните в зависимости от типа проекта НИР, ОКР, ОТР).

Техническое задание проекта на НИР

2.1 Наименование работы

2.2 Основные требования к выполнению НИР

В разделе указывают основные требования, предъявляемые к НИР, обеспечивающие выполнение задач НИР, в том числе требования к математическому обеспечению, способам и точности обработки результатов исследований, к проведению моделирования, требования по проведению поэтапных патентных исследований и составление отчета о них, а также устанавливают предполагаемые результаты.

Кроме того, следует указывать, чем должна заканчиваться работа по теме (разработкой рекомендаций и предложений по реализации результатов НИР, проекта ТЗ на выполнение аванпроекта, проекта ТЗ на ОКР, нормативно-технических и других технических документов), а также возможное практическое использование и целесообразность внедрения результатов исследований в организациях заказчика и промышленности.

2.3 Технические требования

В разделе указывают состав образца, требования, определяемые его назначением, условиями эксплуатации и применения, перспективные показатели качества, а также требования по совместимости, взаимозаменяемости и обеспечению безопасности для жизни и здоровья людей и охране окружающей среды.

2.4 Технико-экономические требования

В разделе устанавливают предельное значение стоимости выполнения НИР в целом и, при необходимости, предельные значения стоимости отдельных этапов НИР.

2.5 Требования к разрабатываемой документации

В разделе указывают конкретный состав отчетной научно-технической документации, установленный в ГОСТ В 15.110 и других технических и организационно-методических документов (методик, программ, расчетов экономической эффективности от реализации

НИР, положений, инструкций, наставлений, руководств, учебных пособий), разрабатываемых и предъявляемых к приемке на этапах НИР и по НИР в целом. При этом указывают способ выполнения документации (машинопись, фотокопии, светокопии, магнитные носители и др.), а также количество комплектов документации, оформляемой исполнителем НИР после окончания этапов и всей НИР в целом, в том числе количество комплектов документации, представляемых заказчику.

2.6 Перечень технической документации, предъявляемой по окончании работ

В разделе указывают документы, предъявляемые по завершении отдельных этапов и НИР в целом для рассмотрения, согласования и приемки (научно-технические отчеты, отчеты о патентных исследованиях, методики, программы и протоколы испытаний). Перечень технической документации обычно представляют в виде таблицы.

Техническое задание проекта на ОКР

- 2.1 Результаты выполнения проекта
- 2.2 Назначение продукции
- 2.3 Технические требования
 - 2.3.1 Состав продукции
 - 2.3.2 Требования к показателям назначения
 - 2.3.2.1 Выполняемые функции
 - 2.3.2.2 Нормы и количественные показатели
 - 2.3.2.3 Технические характеристики
 - 2.3.3 Требования к электропитанию
 - 2.3.4 Требования надежности
 - 2.3.5 Конструктивные требования
- 2.4 Требования к документации

Техническое задание проекта на ОТР

- 2.1 Результаты выполнения проекта
- 2.2 Назначение продукции
- 2.3 Технические требования
 - 2.3.1 Перечень технологических операций, входящих в состав разрабатываемого технологического процесса
 - 2.3.2 Нормы и количественные показатели технологического процесса.
 - 2.3.3 Технические характеристики технологических операций
- 2.4 Требования к документации

Пример заполнения Формы 3 «План-график и техническое задание проекта»

НИР «Разработка комплексных методов для улучшения биосовместимости и бактериальной резистивности медицинских титановых сплавов»

1. План-график проекта

Таблица 3.5 – План-график проекта

№ этапа	Содержание выполняемых работ	Перечень разрабатываемых документов	Сроки проведения	Объем финансирования, руб.
1	<p>1. Теоретическая оценка режимов лазерного наносекундного и фемтосекундного воздействия, необходимых для формирования структурного элемента, характерные размеры которого соответствуют размеру клеток костной ткани.</p> <p>2. Лазерное формирование структур, состоящих из рассчитанных структурных элементов, с использованием различных схем сканирования поверхности титана.</p> <p>3. Проведение сравнительного</p>	Отчет о НИР	Январь-декабрь 2020 г.	8 000 000

	<p>анализа физико-химических свойств структур поверхности титана, полученных при фемто- и наносекундном лазерном воздействии.</p> <p>4. Проведение <i>in vitro</i> исследования биointegrации клеток костной ткани на поверхности полученных структур.</p> <p>5. Разработка дизайна и лазерное формирование биосовместимой биомиметической лакунарно-канальцевой структуры «остеонного» типа на поверхности титана на основе результатов исследований по п. 4-5.</p> <p>6. Выбор оптимальной структуры по результатам сравнительного анализа биointegrации клеток костной ткани на разработанных структурах.</p>			
2	1. Разработка режимов лазерного воздействия, обеспечивающих	Отчет о НИР	Январь-декабрь 2021 г.	8 000 000

	<p>формирование антибактериальных свойств поверхности титана.</p> <p>2. Создание экспериментальных образцов титана с антибактериальными свойствами поверхности.</p> <p>3. Проведение сравнительного анализа физико-химических свойств антибактериальных структур, полученных лазерными методами.</p> <p>4. Проведение <i>in vitro</i> исследования антимикробной резистивности созданных экспериментальных образцов.</p> <p>5. Проведение <i>in vitro</i> исследования биоинтеграции клеток костной ткани на поверхности созданных экспериментальных образцов.</p>			
3	1. Создание экспериментальных образцов титановых	Отчет о НИР	Январь-декабрь 2023 г.	8 000 000

<p>дентальных имплантов с необходимыми свойствами поверхности с использованием разработанных лазерных методов.</p> <p>2. Проведение <i>in vivo</i> исследования остеоинтеграции экспериментальных образцов титановых дентальных имплантов.</p> <p>3. Установление взаимосвязи между режимами лазерного воздействия, физико-химическими свойствами поверхности и откликом биологических объектов для медицинских применений.</p> <p>4. Разработка лазерных методов для улучшения биосовместимости и бактериальной резистивности титановых сплавов.</p>			
---	--	--	--

2 Техническое задание проекта

2.1 Наименование работы

Разработка комплексных методов для улучшения биосовместимости и бактериальной резистивности медицинских титановых сплавов

2.2 Основные требования к выполнению НИР

В рамках проекта должны быть изучены фундаментальные принципы взаимодействия биологических объектов с искусственно созданными биомиметическими структурами на поверхности титана, на основе которых должна быть установлена взаимосвязь между режимами лазерного воздействия, физико-химическими свойствами поверхности титана и откликом биологических объектов. Данная взаимосвязь должна быть применима не только для дентальных имплантов, но и для других видов имплантов (импланты тазобедренного сустава и коленной чашечки, черепные импланты и др.) и медицинских изделий.

В рамках проекта должны быть получены следующие ожидаемые результаты, представлены в Таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Ожидаемые результаты проекта по годам

Год	Планируемые результаты
2020	<ol style="list-style-type: none">1. Получены экспериментальные образцы структур, состоящих из рассчитанных структурных элементов, с использованием различных схем сканирования поверхности титана (канавки, лунки и др.).2. Рассчитаны оптимальные режимы лазерного наносекундного и фемтосекундного воздействия для формирования структурного элемента, характерные размеры которого (радиус абляции и глубина аблированного слоя) соответствуют размеру клеток костной ткани.3. Определено влияние длительности лазерных импульсов на физико-химические свойства поверхности экспериментальных образцов (фазово-химический состав и шероховатость (на основе СЭМ-снимков, ПЭМ-снимков, энергодисперсионного и дифракционного анализа), гидрофильность (на основе измерения краевого угла смачивания методом лежащей капли) и износостойкость (по результатам трибологических испытаний).4. Исследована биоинтеграция клеток костной ткани на поверхности разработанных структурах.5. Получены экспериментальные образцы биосовместимой биомиметической лакунарно-канальцевой структуры «остеонного» типа на поверхности титана.6. Определены оптимальные биосовместимые структуры по

	<p>результатам <i>in vitro</i> исследования (пролиферация клеток по поверхности и в глубину рельефа и дифференциация клеток в остеогенную линию).</p>
2021	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработаны режимы лазерного воздействия, обеспечивающие формирование антибактериальных свойств поверхности титана. 2. Получены экспериментальные образцы титана с антибактериальными свойствами поверхности. 3. Проведен сравнительный анализ физико-химических свойств антибактериальных структур на основе СЭМ-снимков, ПЭМ-снимков, энергодисперсионного и дифракционного анализа, измерения краевого угла смачивания методом лежащей капли и по результатам трибологических испытаний. 4. Выбран оптимальный лазерный метод для придания поверхности титана антибактериальных свойств по результатам исследования антимикробной резистивности созданных экспериментальных образцов. 5. Выбран оптимальный лазерный метод для формирования антибактериальных и биосовместимых структур на поверхности титана по результатам исследования биоинтеграции клеток костной ткани на поверхности созданных экспериментальных образцов.
2022	<ol style="list-style-type: none"> 1. Получены экспериментальные образцы титановых дентальных имплантов с необходимыми свойствами поверхности (биосовместимая структура на резьбе и шейке и антибактериальная структура на шейке и абатменте импланта) с использованием разработанных лазерных методов. 2. Выбраны оптимальные лазерные методы для придания поверхности титана биосовместимости и антибактериальных свойств по результатам <i>in vivo</i> исследования остеинтеграции экспериментальных образцов титановых дентальных имплантов. 3. Установлена взаимосвязь между режимами лазерного воздействия, физико-химическими параметрами поверхности и откликом биологических объектов для медицинских применений. 4. Разработаны лазерные методы для улучшения биосовместимости и бактериальной резистивности титановых сплавов медицинского назначения.

Для получения вышеперечисленных ожидаемых результатов должны быть применены следующие методы и подходы:

– для формирования заданных структур на поверхности титана должно быть использовано лазерное воздействие при различных значениях мощности излучения и длительности импульсов и на различных длинах волн. С использованием разнообразных схем сканирования поверхности титана должны быть созданы разные типы структур (протяженные, замкнутые, периодичные и хаотичные), которые должны содержать в своей основе псевдолакуны для биоинтеграции в них клеток костной ткани (канавки, лунки и др.);

– для определения фазово-химического состава поверхности титана при импульсном лазерном воздействии на воздухе должен быть проведен дифракционный рентгеновский анализ и энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия;

– для характеристики особенностей фазово-структурных изменений поверхностных слоев титана после лазерного воздействия должны быть использованы методы оптической и зондовой микроскопии, профилометрии и электронной микроскопии;

– для исследований биоинтеграции клеток на поверхности титана после лазерного воздействия и оценки цитотоксичности должно быть проведено культивирование стволовых мезенхимальных стромальных клеток человека на структурированной поверхности титана. Должна быть исследована пролиферация клеток по поверхности и в глубину пористой структуры, а также дифференцировка клеток в остеогенную линию;

– для исследования антибактериальных свойств на полученные структуры должны быть высажены оральные стрептококки, должен быть проведен анализ токсичности лазерно-индуцированных структур для данных бактерий;

– для исследований процессов регенерации тканей импланты с модифицированными поверхностями должны быть внедрены в костную ткань (бедренная кость) лабораторных животных (кроликов) с искусственно созданным дефектом. На основе данных исследований (по оценке осевой стабильности импланта и параметров его остеоинтеграции) должна быть изучена взаимная интеграция тканей и импланта в зависимости от морфологии и химического состава поверхности импланта.

2.3 Технические требования

Разработанные лазерные методы для улучшения биосовместимости титановых сплавов медицинского назначения должны обеспечивать формирование развитого упорядоченного рельефа на поверхности сплава титана ВТ6 с размером ячеек соизмеримым с размером клеток костной ткани. Полученная структура должна обладать нетоксичным химическим составом. Для формирования структур не должны использоваться расходные материалы, процесс обработки одноэтапный.

Разработанные лазерные методы для улучшения бактериальной резистивности титановых сплавов медицинского назначения должны обеспечивать формирование пленки диоксида титана на его поверхности, которая приобретает антибактериальные свойства при ее активации ультрафиолетовым излучением, но остается биосовместимым для эпителиальных клеток. Для формирования структур не должны использоваться расходные материалы, процесс обработки одноэтапный.

Производительность разработанных методов должна быть не менее 1 см²/мин.

2.4 Техничко-экономические требования

Стоимость НИР составляет 8 млн. руб. в год

2.5 Требования к разрабатываемой документации

В ходе работы должен быть разработан и согласован с Заказчиком отчет о НИР, оформленный в соответствии с ГОСТ 7.32. «Отчетная документация представляется Заказчику или уполномоченной им организации на бумажном носителе в двух экземплярах и в электронном виде в одном экземпляре».

2.6 Перечень технической документации, предъявляемой по окончании работ: отчет о НИР.

ОКР «Разработка лазерного роботизированного комплекса для функционализации поверхности имплантатов».

1. План-график проекта

Таблица 3.7 – План-график проекта

№ этапа	Содержание выполняемых работ	Перечень разрабатываемых документов	Сроки проведения	Объем финансирования, руб.
1	Разработка эскизного проекта на лазерный роботизированный	Документация эскизного проекта	сентябрь – ноябрь 2022	264 298

	комплекс для функционализации поверхности имплантатов (далее Комплекс).			
2	– Разработка эскизной конструкторской документации на макет Комплекса. – Разработка программ и методик исследовательских испытаний на макет Комплекса. – Закупка комплектующих для сборки макета Комплекса.	– Эскизная конструкторская документация на макет Комплекса. – Программа и методики исследовательских испытаний на макет Комплекса.	декабрь 2022 - май 2023	1 180 543
3	Изготовление макета Комплекса	Акт изготовления макета Комплекса.	июнь – ноябрь 2023	1 309 659
4	Проведение исследовательских испытаний макета Комплекса	– Акт и протоколы исследовательских испытаний макета Комплекса. – Конструкторская документация с литерой «Э».	декабрь 2023 - май 2024	1 165 375

2. Техническое задание проекта

2.1 Результаты выполнения проекта

В ходе выполнения комплексного проекта должен быть создан лазерный роботизированный комплекс для функционализации поверхности имплантатов (далее - Комплекс)

2.2 Назначение продукции

Разрабатываемый Комплекс предназначен для функционализации поверхности изделий медицинского назначения сложной трехмерной формы, а также других изделий с целями улучшения биосовместимости и увеличения бактериальной резистивности.

2.3 Технические требования

2.3.1 Состав продукции

В состав разрабатываемого Комплекса должны входить:

2.3.1.1 блок питания и управления (заимствуется) в составе.

2.3.1.1.1 излучатель импульсный иттербиевый волоконный лазерный;

2.3.1.1.2 блоки питания;

2.3.1.1.3 платы управления;

2.3.1.2 стол рабочий (вновь разрабатывается);

2.3.1.3 ось моторизированная Z (вновь разрабатывается);

2.3.1.4 система сканирующая, обеспечивающая доставку излучения с необходимым пространственным распределением и перемещение излучения по полю маркировки (вновь разрабатывается) в составе:

2.3.1.4.1 объектив F-Theta;

2.3.1.4.2 сканаторы гальванометрические;

2.3.1.4.3 платы управления сканаторами;

2.3.1.4.4 корпус сканирующей системы;

2.3.1.5 программное обеспечение, предназначенное для синхронизации работы Комплекса с опциональной комплектацией (вновь разрабатывается);

2.3.1.6 эксплуатационная документация;

2.3.1.7 запасное имущество и принадлежности;

2.3.1.8 упаковка.

Опциональная комплектация разрабатываемого Комплекса: вращатель (закупается), шестиосевой манипулятор (закупается) и ось линейного перемещения (закупается).

2.3.2 Требования к показателям назначения

2.3.2.1 Выполняемые функции

Разрабатываемый Комплекс должен обеспечивать функционализацию поверхности медицинских изделий: улучшение биосовместимости и увеличение бактериальной резистивности металлических медицинских изделий.

2.3.2.2 Нормы и количественные показатели

Разрабатываемый Комплекс должен обеспечить обработку поверхности медицинских изделий сложной геометрической формы со следующими максимальными массогабаритными характеристиками:

2.3.2.2.1 длина × ширина × высота: 500×300×100 мм, не более;

2.3.2.2.2 максимальная масса: 0,5 кг, не более.

2.3.2.3 Технические характеристики

2.3.2.3.1 Габаритные размеры: 2500×2500×1250мм, не более;

2.3.2.3.2 Масса: 250 кг, не более;

Блок питания и управления:

2.3.2.3.3 длина волны лазерного излучения: 1,064 мкм;

2.3.2.3.4 режим работы лазерного источника: импульсный;

2.3.2.3.5 максимальная средняя мощность: 15 Вт, не менее;

2.3.2.3.6 частота следования импульсов: 1,6 кГц, не менее;

2.3.2.3.7 длительность импульсов: не менее 1 нс, не более 250 нс;

Стол рабочий:

2.3.2.3.8 Габаритные размеры: 5×300×450мм, не менее;

2.3.2.3.9 Ось моторизированная Z:

2.3.2.3.10 ход оси моторизированной Z: 100 мм, не менее;

2.3.2.3.11 Система сканирующая, обеспечивающая доставку излучения с необходимым пространственным распределением и перемещение излучения по полю маркировки:

2.3.2.3.12 диаметр пучка сфокусированного лазерного излучения: 150 мкм, не более;

2.3.2.3.13 скорость сканирования: 1 мм/с, не менее;

2.3.2.3.14 максимальное поле единичной обработки: 50×50 мм, не менее;

Двухосевой вращатель (опционально):

2.3.2.3.15 число степеней свободы: 2;

2.3.2.3.16 максимальная скорость вращения: 20 об/мин, не менее;

2.3.2.3.17 габаритные размеры: 245×135×130мм, не более;

2.3.2.3.18 масса: 10 кг, не более.

Вращатель (опционально):

2.3.2.3.19 число степеней свободы: 1;

2.3.2.3.20 максимальная скорость вращения: 20 об/мин, не менее;

2.3.2.3.21 габаритные размеры: 700×200×200мм, не более;

2.3.2.3.22 масса: 10 кг, не более.

Шестиосевой манипулятор (опционально):

2.3.2.3.23 число степеней свободы: 6;

2.3.2.3.24 точность позиционирования: 40 мкм, не более;

2.3.2.3.25 максимальная грузоподъемность: 2 кг, не менее;

2.3.2.3.26 зона досягаемости: 300 мм, не менее;

2.3.2.3.27 вес: 100 кг, не более.

2.3.3 Требования к электропитанию.

2.3.3.1 Электропитание разрабатываемого Комплекса должно осуществляться от однофазной электросети 220 В $\pm 5\%$ 50 Гц

2.3.3.2 Потребляемая мощность в рабочем режиме разрабатываемого Комплекса должна составлять 5 кВт, не более

2.3.4 Требования надежности

Разрабатываемый Комплекс должен удовлетворять следующим требованиям: средняя наработка на отказ: 10 000 ч, не менее.

2.3.5 Конструктивные требования

2.3.5.1 Конструктивное исполнение разрабатываемого Комплекса должно обеспечивать свободный доступ к деталям и сборочным единицам, подлежащим замене в ходе эксплуатации, и возможность ремонта

2.3.5.2 Разрабатываемый Комплекс должен соответствовать следующим требованиям

2.3.5.2.1 Масса, не более 250 кг

2.3.5.2.2 Способ крепления – специального способа крепления не предусмотрено.

2.3.5.2.3 Применяемые лакокрасочные материалы должны обеспечивать необходимую коррозионную стойкость, надежную работу и декоративный вид при эксплуатации и хранении

2.3.5.2.4 Внешние электрические соединители (разъемы) должны иметь маркировку, позволяющую определить те части разъемов, которые подлежат соединению между собой. Ответные части одного и того же разъема должны иметь одинаковую маркировку. Маркировка должна наноситься на корпусах ответных частей разъемов на видном месте

2.4 Требования к документации

2.4.1 Виды, состав и комплектность разрабатываемой технической документации представлены в Таблице 3.8

Таблица 3.8 – Подготовка технической документаций по каждому из этапов

№ п.п.	Наименование документа	Код	Номер этапа, на котором документ впервые оформляется
1	Лазерный роботизированный комплекс для функционализации поверхности имплантатов (далее - Комплекс)		
1.1	Пояснительная записка к эскизному проекту	ПЗ01	1
1.2	Ведомость эскизного проекта	ЭП	1
1.3	Чертеж общего вида	ВО	1
1.4	Габаритный чертеж	ГЧ	1
2	Макет Комплекса		
2.1	Чертеж общего вида	ВО	2
2.2	Схема оптическая структурная	Л1	2
2.3	Перечень элементов	ПЛ1	2
2.4	Спецификация		2
2.5	Сборочный чертеж	СБ	2
2.6	Чертежи деталей		2
2.7	Программа и методика исследовательских испытаний макета	ПМ	2

2.4.2 Техническая документация должна соответствовать требованиям стандартов ЕСКД.

ОТР «Разработка технологии лазерного структурирования поверхности имплантатов для улучшения их биосовместимости»

1. План-график проекта

Таблица 3.9 – План-график проекта

№ этапа	Содержание выполняемых работ	Перечень разрабатываемых документов	Сроки проведения	Объем финансирования, руб.
1	Разработка предварительного проекта технологической документации по	Предварительный проект технологической документации.	сентябрь – ноябрь 2022	300 000

	технологии лазерного структурирования поверхности имплантатов для улучшения их биосовместимости (Технология БС).			
2	Разработка рабочей технологической документации на Технологию БС. Разработка программ и методик предварительных испытаний Технологии БС.	Рабочая технологическая документация на технологию БС. Программа и методики предварительных испытаний Технологии БС.	декабрь 2022 - май 2023	500 000
3	Проведение предварительных испытаний Технологии БС. Корректировка технологической документации по результатам предварительных испытаний Технологии БС, с присвоением документам литеры «О».	Акт и протоколы предварительных испытаний Технологии БС. Акт по результатам корректировки технологической документации на Технологию БС.	июнь – ноябрь 2023	1 000 000
4	Проведение приемочных испытаний	Акт и протоколы приемочных испытаний	декабрь 2023 - май 2024	1 000 000

	Технологии БС. Корректировка технологической документации по результатам приемочных испытаний Технологию БС, с присвоением документам литеры «О1».	Технологии БС. Акт по результатам корректировки технологической документации на Технологию БС.		
--	---	---	--	--

2 Техническое задание проекта

2.1 Результаты выполнения проекта

В ходе выполнения комплексного проекта должна быть создана технология лазерного структурирования поверхности имплантатов для улучшения их биосовместимости (далее - Технология БС)

2.2 Назначение продукции

Разрабатываемая Технология БС предназначена для улучшения биосовместимости поверхности дентальных имплантатов путем формирования микрорельефа необходимой геометрической формы и химического состава при воздействии лазерного излучения. Технология БС будет реализована на лазерном роботизированном комплексе для функционализации поверхности имплантатов.

2.3 Технические требования

2.3.1 Перечень технологических операций, входящих в состав разрабатываемого технологического процесса Технологии БС. Разрабатываемая Технология БС должна включать следующие технологические операции (ТО) и контрольные операции (КО):

2.3.1.1 ТО1: установка и закрепление изделия в оснастке – заимствуется;

2.3.1.2 ТО2: выставление фокуса оптической системы на поверхности изделия – заимствуется;

2.3.1.3 ТО3: нанесение лазерно-индуцированного рельефа на поверхность изделия – вновь разрабатывается;

2.3.1.4 ТО4: извлечение изделия из оснастки – заимствуется;

2.3.1.5 КО1: контроль качества нанесения лазерно-индуцированного рельефа методом оптической микроскопии – заимствуется

2.3.2 Нормы и количественные показатели технологического процесса Технологии БС. Разрабатываемая Технология БС должна обеспечивать следующие показатели:

2.3.2.1 период микрорельефа, полученного на поверхности дентального имплантата после лазерной обработки – 10 мкм, не менее, 80 мкм, не более;

2.3.2.2 глубина микрорельефа, полученного на поверхности дентального имплантата после лазерной обработки – 10 мкм, не менее, 80 мкм, не более;

2.3.2.3 допустимая цитотоксичность лазерно-структурированной поверхности – 10 %, не более;

2.3.2.4 краевой угол смачивания лазерно-структурированной поверхности – 15°, не более;

2.3.2.5 производительность лазерной обработки – 2 мм²/мин, не менее.

2.3.3 Технические характеристики технологических операций Технологии БС

Разрабатываемая Технология БС должна обеспечивать технические характеристики технологических операций, смотри Таблицу 3.10.

Таблица 3.10 – Технические характеристики технологических операций

Наименование стадии (операции)	Параметры технологического процесса						
	Наименование	Значение				Предельно допустимое	Критическое
		Технологическая норма	Предельно безопасное		Предельно допустимое		
		min	max				
1	2	3	4	5	6	7	
ТОЗ	Производительность нанесения лазерноиндуцированного рельефа на поверхность изделия, мм ² /мин	2	-	-	-	-	
КО1	Период нанесенного	10	80	-	-	-	

	лазерноиндуциро ванного рельефа, мкм					
КО1	Глубина нанесенного лазерноиндуциро ванного рельефа, мкм	10	80	-	-	-

2.4 Требования к документации

2.4.1 Виды, состав и комплектность разрабатываемой технической документации представлены в Таблице 3.11

Таблица 3.11 - Подготовка технической документаций по каждому из этапов

№ п.п	Наименование документа	Код	Номер этапа, на котором документ впервые оформляется
1	Технология лазерного структурирования поверхности имплантатов для улучшения их биосовместимости (далее - Технология БС)		
1.1	Титульный лист	ТЛ	1
1.2	Карта типового технологического процесса	КТТП	1
1.3	Ведомость деталей к типовому технологическому процессу	ВТП	1
1.4	Карты эскизов	КЭ	1
1.5	Ведомость оборудования	ВОБ	2
1.6	Ведомость технологических документов	ВТД	2
1.7	Технологическая инструкция	ТИ	2
1.8	Программа и методика предварительных испытаний	ПМ	2
1.9	Программа и методика приёмочных испытаний	ПМ	3

2.4.2 Техническая документация должна соответствовать требованиям стандартов ЕСТД

Часть 4 «Коммерциализация проекта»

В данной части курсового проекта необходимо научиться планировать коммерческую стадию проекта, что позволит перейти к оценке востребованности и практической реализации научно-инновационного проекта с целью получения прибыли.

Коммерческая стадия проекта включает:

- данные о проекте;
- описание продукта;
- маркетинг продукта;
- оценка эффективности проекта.

Часть 4 курсового проекта представляется в виде Формы 4.

Форма 4 «Коммерциализация проекта»

1 Данные о проекте

1.1 Название проекта

Укажите название Вашего проекта.

1.2 Область техники

Укажите область или области техники, к которым относится проект (см. справочные материалы к ч.4).

1.3 Приоритетное направление

Если проект относится к приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники Российской Федерации, укажите направление (см. справочные материалы к ч.4).

1.4 Критическая технология федерального уровня

Если проект относится к критическим технологиям Российской Федерации, укажите направление (см. справочные материалы к ч.4).

1.5 Профессиональные достижения участников команды

Укажите достижения и навыки участников проекта, позволяющие определить уровень компетентности в области проекта, а также способность к ведению проекта на коммерческой стадии.

2 Описание продукта

Наименование продукта (для продажи).

Укажите торговое название продукта, который Вы планируете вывести на рынок для продажи.

2.1 Назначение продукта

Укажите область применения продукта, который Вы планируете вывести на рынок, его функции, круг потребителей.

2.3 Краткое описание продукта

Приведите краткую информацию о предназначении продукта, его какие потребности он способен удовлетворять, какую пользу можно получить от его использования, чем отличается от конкурентов и т. д.

2.4 Область применения продукта

Укажите область, в которой планируется применение продукта.

3 Маркетинг продукта

3.1 Анализ конкурентоспособности продуктов, их преимущества перед российскими и зарубежными аналогами

Приведите анализ конкурентоспособности предлагаемого продукта для определения рыночной целесообразности перехода к процессу коммерциализации.

3.2 Потенциальные покупатели и планируемые объемы продаж

Укажите целевую(-ые) аудитории покупателей, оцените объём продаж в соответствии с оценкой мощности производства, его актуальности и конкурентоспособности.

3.3 Методы продвижения продукции на выбранный сегмент рынка

Укажите потенциальные методы продвижения продукта, например, проведение открытых мастер-классов, представление продукции на профильных выставках (укажите названия выставок), партнёрство со специалистами выбранной области и т. д.

4 Оценка эффективности проекта

4.1 Анализ основных видов риска

4.1.1 Технические риски

Укажите возможные риски, связанные с технической стороной проекта и меры по снижению рисков.

4.1.2 Организационные и управленческие риски

Укажите возможные риски, связанные с организацией процессов реализации проекта, например, отклонение от плана-графика, связанного с поставками, и меры по снижению рисков.

4.1.3 Финансовые риски

Укажите возможные финансовые риски, например, колебания курса валют, недостаток собственных средств компании и др. и меры по их снижению.

4.1.4 Коммерческие риски (риски сбытовой политики)

Укажите возможные коммерческие риски, например, проблемы сбыта, появление конкурентов и др. и меры по их снижению.

4.1.5 Экологические риски

Укажите возможные риски, связанные с негативным влиянием продукта на окружающую среду и меры по снижению данных рисков.

4.1.6 Репутационные риски

Укажите возможные риски (потери), связанные с негативным отношением клиентов (потребителей услуги)/заказчика (партнера)/инвесторов к компании (хамство сотрудников, невыполнение задач в поставленные сроки, утечка данных, корпоративная политика).

4.1.7 Страновые риски

Оцените возможные потери для Вашего проекта, которые вероятны при изменении законодательства, к примеру, в налоговом (увеличение или введение пошлин), политические, военные события, санкции (невозможность получения комплектующих, инвестиций, проблемы логистики, в том числе сбыта продукции за границу и т.д.).

Пример заполнения Формы 4 «Коммерциализация проекта»

1 Данные о проекте

1.1 Название коммерческого проекта

Лазерный роботизированный комплекс для функционализации поверхности имплантатов.

1.2 Область техники

ОТ4.3. Лазерная техника, ОТ2.4. Хирургия, ортопедия и травматология. Медицинская техника, изделия и материалы. Диагностика и лечение.

1.3 Приоритетное направление.

-

1.4 Критическая технология федерального уровня

Биомедицинские и ветеринарные технологии.

1.5 Профессиональные достижения участников команды

Одинцова Галина Викторовна, к.т.н., с.н.с. ИЛТ, за последние 5 лет являлась руководителем или ответственным исполнителем 3 индустриальных проектов в рамках Федеральной целевой программы и 218 Постановления РФ и 4 научно-исследовательских проектов РНФ и РФФИ; является автором / соавтором более 50 научных работ, 10 свидетельств на программное обеспечение и 5 патентов на изобретение; выпустила под своим руководством 17 магистров и 14 бакалавров, а также является одним из основателей школы лазерных технологий для учащихся 9-11 классов Университета ИТМО; является рецензентом в следующих научных журналах: Applied Optics, Surface and Coatings Technology, Journal of Materials Processing Technology, Photonics Technology Letters, Applied Surface Science.

Иванов Иван Иванович, магистрант 1-го курса ИЛТ, старший лаборант ИЛТ, участвовал в 10 международных научных школах и конференциях, соавтор в 3 научных статьях, 2 из которых индексируются в Scopus. Исполнитель проекта РНФ по разработке комплексных методов для улучшения биосовместимости и бактериальной резистивности медицинских титановых сплавов.

Смирнов Сергей Сергеевич, магистрант 1-го курса НОЦ ФиОИ, исполнитель проекта РНФ по разработке комплексных методов для улучшения биосовместимости и бактериальной резистивности медицинских титановых сплавов.

2 Описание продукта

2.1 Наименование продукта (для продажи)

МММ-Lazer.

2.2 Назначение продукта

Лазерный роботизированный комплекс предназначен для функционализации поверхности имплантатов и др. металлических медицинских изделий, который сможет покрыть потребности предприятий по специализированной обработке при производстве медицинских инструментов, имплантатов различного назначения (дентальных, травматологических и пр.), ортопедических компонентов (винты, абатменты, скан-боди, формирователи десны, мембраны для наращивания костной ткани челюстей - МНКТ) и др. Для повышения производительности обработки, а также для минимизации роли человеческого фактора в производстве, управление лазерными комплексами и дополнительной комплектацией будет полностью автоматизировано.

2.3 Краткое описание продукта

Одним из критически важных условий для поддержания здоровья и качества жизни населения являются не только разработка новых лекарственных средств, но и медицинского оборудования, инструментов. К примеру, всем известная установка дентальных имплантатов, которая способна не только восстанавливать функции зубов, но и способствовать предотвращению атрофии костной ткани. Несмотря на популярность данной технологии, она по-прежнему является малодоступной для широкой аудитории ввиду своей дороговизны.

Высокая стоимость вызвана в первую очередь тем, что в основе дентальных имплантатов, как правило, зарубежный материал (требует стерильной упаковки и качественной транспортировки), а сама технология по их производству весьма наукоемкая и трудозатратная. Поэтому создание и внедрение отечественного высокопроизводительного оборудования по совершенствованию производства медицинских изделий смогло бы снизить затраты на их производство, что в свою очередь сделает их более доступными для широкого пользования.

Настоящий проект направлен на создание высокотехнологичного производства оборудования и технологий для лазерной функционализации поверхности изделий медицинского назначения. В рамках проекта будут разработаны автоматизированные лазерные комплексы, которые смогут покрыть потребности предприятий по специализированной обработке при производстве медицинских инструментов, имплантатов различного назначения (дентальных, травматологических и пр.), ортопедических компонентов (винты, абатменты,

скан-боди, формирователи десны, мембраны для наращивания костной ткани челюстей - МНКТ) и др. Для повышения производительности обработки, а также для минимизации роли человеческого фактора в производстве, управление лазерными комплексами и дополнительной комплектацией будет полностью автоматизировано.

Помимо технических аппаратных и программных, средств планируется разработать ряд передовых специализированных технологий лазерной обработки медицинских изделий для достижения требуемых функциональных свойств, а также провести доклинические тесты полученных изделий. Таким образом, разрабатываемые лазерные комплексы для функционализации поверхности изделий медицинского назначения смогут обеспечить следующий набор функций:

- улучшение биосовместимости (имплантаты различного назначения);
- увеличение бактериальной резистивности (медицинские инструменты, ортопедические компоненты: абатменты, винты, мембраны и пр.);
- идентификация изделий (медицинские инструменты, ортопедические компоненты: абатменты, винты, мембраны и пр.);
- снижение шероховатости поверхности изделий после 3D печати (имплантаты различного назначения).

Для имплементации вышеперечисленных технологий необходима разработка лазерного комплекса, который должен обеспечивать реализацию перечисленных выше технологий на различных материалах медицинского назначения (медицинская сталь, титан, тантал и проч.). В основе такого комплекса наиболее эффективно использовать волоконный лазерный источник с относительно небольшой средней мощностью 20–50 Вт и наносекундной длительностью импульсов. Для обеспечения безопасности работы оператора и другого персонала, работающего с лазерным комплексом, а также для обеспечения чистоты изделия необходима разработка защитного корпуса.

Как правило, для обработки поверхности изделий сложной формы необходимо использование дополнительной комплектацией: прецизионного двухосевого вращателя, роботизированного манипулятора, конвейера, а также специализированного программного обеспечения для синхронизации лазерного облучения и действий систем позиционирования обрабатываемой поверхности относительно лазерного пучка и его параметров.

Предлагаемое оборудование позволит достичь мирового уровня качества медицинских персонализированных изделий, а по некоторым характеристикам его превзойти.

2.4 Область применения продукта

Медицина (травматология, импланталогия).

3 Маркетинг продукта

3.1 Анализ конкурентоспособности продуктов, их преимущества перед российскими и зарубежными аналогами

В первую очередь хотелось бы отметить российские компании, которые являются основными производителями лазерного оборудования: ООО «Лазерный Центр» и ООО «Центр лазерных технологий» (г. Санкт-Петербург); НПЦ «Лазеры и аппаратура ТМ», ООО «Сканер-Плюс» и НПФ «ТЕТА» (г. Москва); SharpLase (Российское представительство). При этом только «Лазерный Центр» и представительство компании SharpLase Inc позиционируют свои лазерные системы, как оборудование для маркировки медицинских изделий и хирургического инструмента из металлов и сплавов по ГОСТам.

Если рассматривать зарубежные компании, то только TRUMPF GmbH + Co и LASIT продают лазерные комплексы с целью нанесения на медицинские изделия обязательного буквенно-цифрового идентификационного кода по системе UDI (Unique Device Identification System) Среди всех перечисленных организаций только LASIT отмечает биологическую совместимость наносимых с помощью их оборудования знаков, хотя информация о том, как именно это проверялось не была обнаружена.

Функционализация поверхности изделий медицинского назначения на сегодняшний день проводится традиционными методами. Так, для улучшения свойств биосовместимости переменяют технологии пескоструйной обработки, химического травления, реже используют технологии плазменного напыления и лазерной обработки. В частности, последняя осуществляется компанией «Лазерный Центр».

Основным преимуществом предлагаемого продукта является его многофункциональность, заключающаяся в возможности использования различных новейших технологий для функционализации поверхности медицинских изделий, отвечающих высоким требованиям, предъявляемым к качеству обработки медицинских изделий. Роботизация обработки позволит исключить влияние человеческого фактора в процесс производства изделий, а также позволит повысить показатель стерильности производства за счёт его полной механизации.

3.2 Потенциальные покупатели и планируемые объемы продаж

Потенциальные покупатели – производители медтехники, изготовители медицинских инструментов, заводы изготовители имплантатов, фрезерные центры по производству медицинских изделий.

Планируемый объем продаж – не менее 7 лазерных комплексов в год.

3.3 Методы продвижения продукции на выбранный сегмент рынка

Перечень методов:

- Продвижение через собственный Интернет-ресурс.
- Своевременное информационное наполнение и актуализация данных.
- Коррекция дизайна и пользовательского интерфейса согласно данным сервисов статистики с целью повышения конверсии.
- Создание формы обратной связи и опросных листов для потенциальных заказчиков.
- Создание англоязычной версии сайта.
- Регулярное участие в крупнейших российских и международных отраслевых мероприятиях, а также в их деловой программе: конференции, круглые столы, дискуссии, мастер-классы.

Планируется участие на ежегодной основе в следующих мероприятиях:

- Федеральная выставка технических и технологических достижений науки и их коммерческого потенциала для импортозамещения ВУЗПРОМЭКСПО (Москва).
- «Фотоника. Мир лазеров и оптики» (Москва).
- «Открытые инновации» и StartUpVillage (Сколково, Москва);
- «Иннопром» (Екатеринбург);
- «Дентал-экспо» (Санкт-Петербург, Москва) и др.

4 Оценка эффективности проекта

4.1 Анализ основных видов риска

4.1.1 Технические риски

Возможные риски:

- Общая работоспособность всех компонентов системы прослеживаемости товаров. Внедрение систем прослеживаемости движения материальных товаров требует согласованного функционирования различных устройств и оборудования – лазерные системы, информационные системы, складские и идентификационные решения, что влечет за собой риск технической интеграции выбранных решений в единую систему. Уровень риска – низкий.

– Апробация разработанных технологий на различных материалах. Обеспечение возможности нанесения, сохранности при эксплуатации и считываемости нанесенных меток на различных материалах, в том числе специальных и труднообрабатываемых. Уровень риска – низкий.

Меры по снижению рисков:

– Развитие научной и технологической кооперации с организациями науки и образования, в том числе путем реализации совместных исследовательских проектов, ориентированных на конкретные рыночные запросы.

– Точечное привлечение в компанию как опытных высококвалифицированных специалистов, так и талантливых выпускников ведущих образовательных организаций Санкт-Петербурга. Обучение сотрудников при приеме на работу.

– Регулярный мониторинг возникающих потребностей и проблем потенциальных клиентов.

4.1.2 Организационные и управленческие риски

Возможные риски:

– Невыполнение календарных сроков, в том числе со стороны поставщиков. Уровень риска – низкий.

Меры по снижению рисков:

– Поиск дублирующих поставщиков, разработка и производство важнейших комплектующих на собственной производственной базе.

– Обеспечение ритмичности поставок ключевых комплектующих с учетом прогноза ожидаемого спроса на продукцию. Заблаговременное приобретение комплектующих.

4.1.3 Финансовые риски

Возможные риски:

– Недостаток собственных финансовых средств компании. Уровень риска – низкий.

– Претензии налоговых органов. Уровень риска – низкий.

– Колебания курсов валют. Уровень риска – средний.

Меры по снижению рисков:

– Контроль финансового блока компании, работа с аудиторской фирмой, повышение квалификации сотрудников бухгалтерии.

– Мониторинг и контроль дебиторской задолженности.

4.1.4 Коммерческие риски (риски сбытовой политики)

Возможные риски:

– Неустойчивость спроса. Внедрение систем прослеживаемости движения материальных товаров зачастую является комплексным проектом как для отдельного предприятия, так иногда и для целой отрасли, что сопряжено с длительным циклом принятия решений. Уровень риска – средний.

– Появление конкурентов. По мере формирования спроса на новые технологии и принятия рынком новых «стандартов» существует риск появления конкурентных решений. Уровень риска – высокий.

– Негативное изменение общей экономической ситуации в стране. Снижение платежеспособности потенциальных клиентов. Уровень риска – низкий.

Меры по снижению рисков:

– Регулярный мониторинг рыночной ситуации, разработок конкурентов, внедрение собственных стандартов в области лазерной микрообработки.

– Обеспечение конкурентоспособности разработок, в том числе, на мировом рынке. Интеграция оборудования в проекты зарубежных клиентов.

– Развитие деловых отношений и проведение совместных мероприятий с государственными и некоммерческими организациями, чья деятельность направлена на поддержку и внедрение российских высокотехнологичных решений в реальный сектор экономики.

– Осуществление гибкой ценовой политики.

4.1.5 Экологические риски

Экологические риски в проекте отсутствуют.

Применение методик SWOT-анализа и PEST-анализа

Сегодня предприятия вынуждены выстраивать бизнес и «выживать» в быстро меняющемся мире, с одной стороны, сталкиваясь с различными угрозами для их деятельности, а с другой - открывать новые возможности для роста. Таким образом, анализ конкурентной позиции организации на рынке и стратегическое планирование развития на ближайшие годы становится особенно востребованным и актуальным. Для этого предлагаем рассмотреть несколько видов маркетинговых инструментов: *SWOT-анализ и PEST-анализ*.

Впервые аббревиатура *SWOT* прозвучала в Гарварде в 1963 г. на конференции по проблемам бизнес-политики профессором Кеннетом Эндрюсом. В 1965 г. четыре профессора Гарвардского университета, а именно Леранед,

Кристенсен, Эндрюсон, Гут предложили использовать SWOT-модель для разработки стратегии поведения фирмы. Данная модель включает последовательность шагов, которые позволяют фирме выбрать *стратегию поведения на рынке с учетом конкурентных преимуществ, а также определить степень устойчивости компании на рынке с учетом ее потенциала.*

Для успешного развития коммерческого проекта необходимо учитывать следующие характеристики, которые зашифрованы в аббревиатуре **SWOT-анализа:**

S (strengths) — *сильные стороны* (преимущества, ценности, уникальные возможности), за счет них фирма может увеличивать продажи, присутствие на рынке, чувствовать конкурентное преимущество.

W (weaknesses) — *слабые стороны* (недостатки, проблемные позиции, по которым фирма проигрывает конкурентам), данные характеристики тормозят рост прибыли и мешают развитию.

O (opportunities) — *возможности* (рычаги, которые находятся в «руках» бизнеса, на которые можно воздействовать), к примеру, повышение квалификации сотрудников, закупка нового оборудования.

T (threats) — *угрозы* (трудности, внешние факторы, которые не зависят от решений фирмы).

Основная задача SWOT-анализа заключается в разработке стратегии развития предприятия или проекта с учетом всех факторов, влияющих на бизнес. Данный метод позволяет выявить существующие и прогнозируемые преимущества и недостатки компании, найти наиболее эффективные методы развития проекта и способы устранения несовершенств. Однако данный метод обладает рядом недостатков, которые представлены в Таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Преимущества и недостатки SWOT – анализа

Преимущества	Недостатки
<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение сильных и слабых сторон бизнеса с целью выявления факторов роста и внешних угроз. 2. Простота реализации и универсальность применения к любой форме коммерческой деятельности. 3. Выявление возможностей фирмы, влияющих на работу с 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нет числовых показателей, руководств к действию (наглядная информация). 2. Результаты анализа перестают быть актуальными. 3. Субъективные показатели.

<p>реальными проблемами бизнеса.</p> <p>4. Определение связей между недостатками и сильными сторонам с учетом возможностей роста и внешних рисков.</p> <p>5. Простота расчетов.</p> <p>6. Проектирование перспектив компании.</p> <p>7. «Разведка» ситуации на рынке.</p> <p>8. Оценка внутреннего потенциала компании и ресурсов с целью определения возможных проблем, в дальнейшем разработка мероприятий по их нивелированию.</p> <p>9. Выявление критичных угроз с целью выбора превентивных мер по их недопущению.</p>	
--	--

Рассмотрим методологию построения матрицы (см. Таблицу 4.2), а затем проведем SWOT-анализ (смотри Таблицу 4.3) на примере коммерческого проекта «Лазерный роботизированный комплекс для функционализации поверхности имплантатов», который представлен в примере заполнения Формы 4 «Коммерциализация проекта».

Таблица 4.2 – Шаблон матрицы для проведения SWOT – анализа

<p>Сильные стороны (S) <i>Необходимо указать характеристики функциональной области, которые предоставляют конкурентное преимущество, помогают в реализации стратегии</i></p>	<p>Слабые стороны (W) <i>Факторы функционализации, которые мешают развитию, какие процессы необходимо улучшить или скорректировать для реализации стратегии</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> – процессы (выполнение продаж, заказов и т.д.); – менеджмент (оргструктура, планирование, отчетность, стиль управления); – персонал (уровень образования, квалификация, текучесть, потенциал); – управление проектами (качество реализации проектов); – корпоративная культура (ценности, традиции, принципы); – технологии (производственные, логистические, информационные); – ресурсы (инвестиции, оборудование); – другие факторы 	<ul style="list-style-type: none"> – процессы (выполнение продаж, заказов и т.д.); – менеджмент (оргструктура, планирование, отчетность, стиль управления); – персонал (уровень образования, квалификация, текучесть, потенциал); – управление проектами (качество реализации проектов); – корпоративная культура (ценности, традиции, принципы); – технологии (производственные, логистические, информационные); – ресурсы (инвестиции, оборудование); – другие факторы
<p>Возможности (O) <i>Возможности, как внутренние, так и внешние, для развития в функциональной области</i></p>	<p>Угрозы (T) <i>Угрозы, как внутренние, так и внешние, создающие препятствия для развития, «тормозят» рост</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> – экономика и социальные факторы (макроэкономика, демография, уровень жизни); – покупатели (новые потребности покупателей, типы 	<ul style="list-style-type: none"> – экономика и социальные факторы (макроэкономика, демография, уровень жизни); – покупатели (изменение предпочтений покупателей,

<p>услуг, товаров);</p> <ul style="list-style-type: none"> – конкуренты (новые услуги и решения, которыми располагают конкуренты); – технологии (развитие, освоение новых технологий); – партнеры (настоящие и потенциальные); – поставщики (настоящие и потенциальные); другие факторы. 	<p>рынка);</p> <ul style="list-style-type: none"> – конкуренты (усиление конкуренции); – законодательство/политика (правовые ограничения, санкции); – технологии (критические изменения технологий); – процессы (критическое состояние внутренних систем); - ресурсы и персонал (нехватка кадров, увеличение текучести, нехватка компетенций)
---	--

Таблица 4.3 – SWOT - анализ коммерческого проекта «Лазерный роботизированный комплекс для функционализации поверхности имплантатов»

<p><i>Сильные стороны</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – сокращение затрат на производство, повышение качества продукции; – новая технология – полностью автоматизированный комплекс; – молодые специалисты-ученые, обладающие различным уровнем компетенций; – приветствуется постоянное повышение квалификации участников проекта, непрерывное образование; – своевременная подготовка и сдача отчетности по проекту; – выигран грант в рамках 218 Постановления Правительства РФ для реализации проекта. 	<p><i>Слабые стороны</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – текучесть кадров; – много отчетности (бюрократизация); – длительность реализации; – проблемы в координации с соисполнителями, что в свою очередь влияет на скорость реализации и тормозит проект (предоставили неверную интерпретацию результатов, не выполнили в установленные сроки опыты, потеряли образцы)
--	---

<p><i>Возможности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – критическая технология федерального уровня; – широкий перечень потенциальных покупателей из различных сегментов рынка; – многофункциональность продукта (аналога данного продукта нет, как у отечественных производителей, так и зарубежных). 	<p><i>Угрозы</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – запуск аналогичного продукта конкурентами; – невыполнение календарных сроков, в том числе со стороны поставщиков; – недостаток собственных финансовых средств; – колебания курса валют; – неустойчивость спроса ввиду макроэкономической нестабильности, снижения покупательской способности и демографическим кризисом; – усиление текучести кадров; – прекращение сотрудничества с зарубежными организациями, в том числе и научно-исследовательскими.
--	--

Для интерпретации итогов по результатам проведения SWOT-анализа необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какой метод следует использовать, чтобы уменьшить слабые стороны объекта и минимизировать угрозы?
2. Какие можно использовать возможности (простые и оптимальные) для объекта?
3. Какое основное конкурентное преимущество объекта?
4. Как можно «замаскировать» недостатки объекта?
5. Какие возможности можно внедрить, используя конкурентные преимущества объекта?
6. Как выдвинуть преимущества объекта на первый план, сделав их максимально видимыми?
7. Как скорректировать недостатки объекта, превратив их в сильные стороны?
8. Каким образом можно трансформировать угрозы в дополнительные возможности, сделав из них триггер для развития объекта?

Другой маркетинговый инструмент – *PEST-анализ*. Его существенное отличие заключается в том, что он помогает стратегически спланировать работу компании на ближайшие 5-10 лет и учитывает влияние только внешних факторов (см. Рис.4.1).

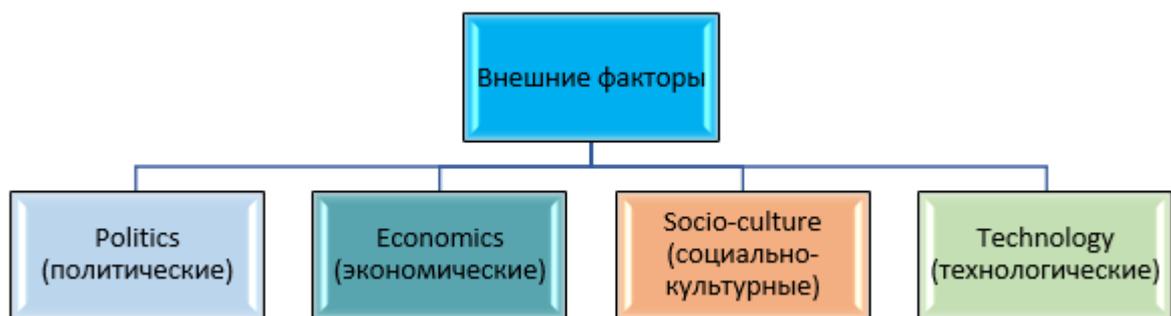


Рисунок 4.1 – Внешние факторы по группам отраслей

Данный метод анализа обладает рядом преимуществ и недостатков, которые представлены в Таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Преимущества и недостатки PEST – анализа

Преимущества	Недостатки
<p>1. оценивается текущее положение компании на рынке, точное прогнозирование возможных изменений;</p> <p>2. разрабатывается стратегия управления, маркетинга компании на годы вперед с возможностью вносить корректировки;</p> <p>3. определяются вектора развития бизнеса, а также возможные угрозы;</p> <p>4. определяются вероятные риски с целью их нивелирования.</p>	<p>1. непостоянство политических, экономических, социальных и технологических факторов;</p> <p>2. субъективная оценка отдельных факторов (ложные источники данных, ошибки экспертов; личная заинтересованность в искажении; конфликт интересов);</p> <p>3. оценка осуществляется только на основании внешних факторов.</p>

Существует пять производных PEST-анализа (см. Рис. 4.2).



Рисунок 4.2 – Производные PEST-анализа

Методология проведения PEST-анализа:

1. Составление списка факторов, влияющих на Ваш бизнес.

Для этого рекомендуется использовать разные источники информации (статистику, обзоры рынков, проекты законов, аналитические материалы и прогнозы крупных агентств).

2. Создание таблицы, занесение данных в колонки.

Можно привлечь к мозговому штурму экспертов, а также работать самостоятельно или в группах.

3. Оценка степени влияния факторов.

4. Оценка вероятности изменения факторов.

Привлекаются эксперты отрасли для установления прогнозных значений.

5. Расчёт средней степени влияния факторов.

6. Расчет оценки изменений по каждому фактору.

7. Полученные вычисления необходимо привести в матричный вид, т.е. ранжировать факторы по степени их убывания (чем больше значение, тем больше влияние).

8. Оформление выводов.

Каждый фактор необходимо описать: его влияние на отрасль, как от него зависит положение компании, что можно предпринять, чтобы снизить этот эффект.

Проведем PEST-анализ (смотри Таблицу 4.5) на примере коммерческого проекта «Лазерный роботизированный комплекс для функционализации поверхности имплантатов» и составим по его результатам матрицу (смотри Таблицу 4.6).

Таблица 4.5 – PEST - анализ коммерческого проекта «Лазерный роботизированный комплекс для функционализации поверхности имплантатов»

Описание фактора	Влияние фактора ¹	Экспертная оценка ²					Средняя оценка	Оценка с поправкой на вес ³
		№1	№2	№3	№4	№5		
<i>Политические</i>								
1. положение страны на международном уровне	3	4	5	2	5	5	4,2	0,6
2. налоговая политика	1	1	1	2	2	2	1,6	0,2
3. степень влияния государства на отрасль	3	4	4	5	4	3	4	0,6
4. субсидии, господдержка	3	5	5	5	5	4	4,8	0,6
5. условия межгосударственных соглашений	1	2	2	2	1	1	1,6	0,2
<i>Экономические</i>								
1. уровень инфляции	2	2	2	3	3	3	2,6	0,4
2. динамика ВВП	1	2	2	3	3	3	2,6	0,2
3. ключевая ставка и изменения курса валют	2	2	2	3	3	3	2,6	0,4
4. уровень доходов населения, соотношение работающих и безработных	3	4	4	4	5	5	4,4	0,6
5. текущий уровень конкуренции	2	3	3	3	4	4	3,4	0,4
6. тенденции в смежных отраслях	3	4	4	5	5	5	4,6	0,6

¹ Оценивается по трехбалльной шкале: 1 – минимальное влияние, 2 – бизнесу стоит опасаться только сильное изменение ситуации, 3 – организация полностью зависит от фактора и его малейших изменений.

² Оценивается по пятибалльной шкале: 1 – ситуация не изменится, 2 – изменения под вопросом, 3 – незначительно, 4 – сильно, 5 – очень сильно.

³ Оценка с поправкой на вес = (Влияние фактора/Сумма экспертных оценок) × Средняя оценка

<i>Социально-культурные</i>								
1. уровень жизни населения	3	4	5	5	4	4	4,4	0,6
2. показатели рождаемости и смертности, среднестатистический возраст населения	2	3	3	4	4	4	3,6	0,4
3. качество образования, заработная плата, трудоспособность, вовлеченность в жизнь страны	3	4	4	4	5	5	4,4	0,6
4. социальные потребности населения	3	5	5	5	4	4	4,6	0,6
5. миграционная динамика	3	3	3	3	4	4	3,4	0,6
6. религиозные, идеологические, культурные особенности населения	1	1	1	1	1	1	1	0,2
<i>Технологические</i>								
1. развитие инновационных технологий в стране	3	4	5	5	4	4	4,4	0,6
2. работа патентного законодательства	2	4	4	4	5	5	4,4	0,4
3. расходы конкурентов на научно-исследовательскую деятельность	2	4	4	3	3	2	3,2	0,4
4. возможность изменения базовых технологий и разработки новых	3	5	5	5	5	4	4,8	0,6

Таблица 4.6 – Построение матрицы по результатам PEST – анализа

<i>Политические</i>		<i>Экономические</i>	
<i>Фактор</i>	<i>Вес</i>	<i>Фактор</i>	<i>Вес</i>
положение страны на международном уровне	0,6	уровень доходов населения, соотношение работающих и безработных	0,6
степень влияния государства на отрасль	0,6	тенденции в смежных отраслях	0,6
субсидии, господдержка	0,6	уровень инфляции	0,4
налоговая политика	0,2	ключевая ставка и изменения курса валют	0,4
условия межгосударственных соглашений	0,2	текущий уровень конкуренции	0,4
		динамика ВВП	0,2
<i>Социально-культурные</i>		<i>Технологические</i>	
<i>Фактор</i>	<i>Вес</i>	<i>Фактор</i>	<i>Вес</i>
уровень жизни населения	0,6	развитие инновационных технологий в стране	0,6
качество образования, заработная плата, трудоспособность, вовлеченность в жизнь страны	0,6	возможность изменения базовых технологий и разработки новых	0,6
социальные потребности населения	0,6		
миграционная динамика	0,6	работа патентного законодательства	0,4
показатели рождаемости и смертности, среднестатистический возраст населения	0,4		
религиозные, идеологические, культурные особенности населения	0,2	расходы конкурентов на научно-исследовательскую деятельность	0,4

Справочные материалы к Части 4 «Коммерциализация проекта»

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Направление Н1. Информационные технологии, программные продукты и телекоммуникационные системы:

ОТ1.1. Системное программное обеспечение и АСУТП
(автоматизированные системы управления технологическими процессами)

ОТ1.2. Обработка цифровых сигналов

ОТ1.3. Модули операционных систем

ОТ1.4. Программные средства защиты

ОТ1.5. Инструментальное программное обеспечение

ОТ1.6. Утилиты

ОТ1.7. Телекоммуникационные системы

ОТ1.8. Системы моделирования (с непрерывными и дискретными математическими моделями)

ОТ1.9. Экспертные системы

ОТ1.10. Системы обработки и хранения информации

ОТ1.11. Математическое моделирование

ОТ1.12. Программные средства обработки и распознавания аудио- и видеоизображений

ОТ1.13. 3D-моделирование

ОТ1.14. Искусственный интеллект

ОТ1.15. Системы автоматизированного проектирования

ОТ1.16. Автоматизированные информационные системы

ОТ1.17. Системы автоматизации деятельности предприятий и организаций в различных отраслях и сферах деятельности

ОТ1.18. Автоматизация бизнес-процессов

ОТ1.19. Интернет- и интранет-технологии

ОТ1.20. Интернет-порталы

ОТ1.21. Социальные сети

ОТ1.22. Онлайн сервисы

ОТ1.23. Поисковые интернет-системы

ОТ1.24. Программное обеспечение как услуга (SaaS)

ОТ1.25. Внутренние порталы и документооборот предприятий и организаций на основе web-технологий

ОТ1.26. Мультимедийные технологии

ОТ1.27. Образовательное, игровое и развлекательное программное обеспечение

ОТ1.28. Симуляторы, тренажеры

Направление Н2. Медицина, фармакология, биотехнологии для медицины:

ОТ2.1. Стоматология и челюстно-лицевая хирургия. Медицинская техника, изделия и материалы. Диагностика и лечение

ОТ2.2. Кардиология и ангиология. Кардиохирургия. Медицинская техника, изделия и материалы. Диагностика и лечение

ОТ2.3. Пульмонология. Медицинская техника, изделия и материалы. Диагностика и лечение

ОТ2.4. Хирургия, ортопедия и травматология. Медицинская техника, изделия и материалы. Диагностика и лечение

ОТ2.5. Урология и нефрология. Медицинская техника, изделия и материалы. Диагностика и лечение

ОТ2.6. Эндокринология. Медицинская техника, изделия и материалы. Диагностика и лечение

ОТ2.7. Анестезиология и реаниматология. Медицинская техника, изделия и материалы. Диагностика и лечение

ОТ2.8. Иммунология. Медицинская техника, изделия и материалы. Диагностика и лечение

ОТ2.9. Офтальмология. Медицинская техника, изделия и материалы. Диагностика и лечение.

ОТ2.10. Акушерство и гинекология. Медицинская техника, изделия и материалы. Диагностика и лечение

ОТ2.11. Рентгенология и медицинская радиология

ОТ2.12. Гастроэнтерология и гепатология. Медицинская техника, изделия и материалы. Диагностика и лечение

ОТ2.13. Онкология. Медицинская техника, изделия и материалы. Диагностика и лечение

ОТ2.14. Гематология. Медицинская техника, изделия и материалы. Диагностика и лечение

ОТ2.15. Бальнеология, курортология, лечебная физкультура, массаж

ОТ2.16. Организация медицинской помощи, алгоритмы лечебной деятельности, экономика, организация, управление, планирование и прогнозирование здравоохранения

ОТ2.17. Фармакология и токсикология, фармакогнозия. Косметология

ОТ2.18. Биотехнология для медицины

ОТ2.19. Оториноларингология. Медицинская техника, изделия и материалы.
Диагностика и лечение

ОТ2.20. Терапия. Физиотерапия. Медицинская техника, изделия и материалы. Диагностика и лечение

ОТ2.21. Внутренние болезни. Медицинская техника, изделия и материалы.
Диагностика и лечение

ОТ2.22. Дерматология. Медицинская техника, изделия и материалы.
Диагностика и лечение

Направление Н3. Химия, химические технологии, новые материалы, строительство:

ОТ3.1. Аналитическая химия, приборы и методы аналитической химии, химические сенсоры

ОТ3.2. Тонкая органическая химия, включая синтез физиологически активных соединений, химия природных соединений, биоорганическая химия, промышленный синтез, процессы нефтепереработки

ОТ3.3. Гомогенный и гетерогенный катализ

ОТ3.4. Химия полимерных материалов, переработка полимерных материалов, поверхностно-активные вещества, лаки, краски, масла

ОТ3.5. Электрохимия и коррозия металлов

ОТ3.6. Металлургия

ОТ3.7. Общая химическая технология, разработка и производство минеральных удобрений

ОТ3.8. Новые технологии строительно-монтажных работ

ОТ3.9. Строительные материалы и изделия

ОТ3.10. Композиционные материалы конструкционного назначения

ОТ3.11. Силикатные и тугоплавкие неметаллические материалы

ОТ3.12. Нано- и гибридные функциональные материалы, нанотехнология

ОТ3.13. Охрана окружающей среды

Направление Н4. Электроника, приборостроение, машиностроение:

ОТ4.1. Электроника. Электронные и радиоэлектронные приборы и аппаратура

ОТ4.2. Квантовая электроника

ОТ4.3. Лазерная техника

ОТ4.4. Микроэлектроника

ОТ4.5. Твердотельные приборы

ОТ4.6. Оптоэлектронные приборы

ОТ4.7. Материалы для электроники и радиотехники

ОТ4.8. Приборостроение

ОТ4.9. Приборы для измерения механических величин

ОТ 4.10. Приборы для измерения геометрических величин

ОТ4.11. Приборы для измерения и дозирования массы

ОТ 4.12. Приборы для измерения состава и физико-химических свойств веществ и материалов

ОТ4.13. Приборы для измерения акустических величин и характеристик

ОТ4.14. Приборы для измерения оптических и светотехнических величин и характеристик

ОТ 4.15. Приборы неразрушающего контроля изделий и материалов

ОТ 4.17. Приборы для измерения электрических и магнитных величин

ОТ4.18. Датчики и сенсоры

ОТ 4.19. Электротехника

ОТ4.20. Электрические машины

ОТ4.21. Электропривод

ОТ4.22. Светотехника

ОТ4.24. Системы и аппаратура передачи данных

ОТ4.25. Системы передачи движущихся изображений и звука

ОТ4.25. Спутниковые навигационные системы

ОТ4.26. Телевидение и радиосвязь

ОТ4.27. Электроэнергетика

ОТ4.28. Теплоэнергетика. Теплотехника

ОТ4.29. Гидроэнергетика

ОТ4.30. Альтернативная энергетика

ОТ4.31. Установки прямого преобразования различных видов энергии в другие

ОТ4.32. Химическое и нефтегазовое машиностроение

ОТ4.33. Насосы

- ОТ4.34. Компрессоры
- ОТ4.35. Холодильная техника
- ОТ4.36. Машиноведение и детали машин
- ОТ4.37. Технологии машиностроения
- ОТ4.38. Машиностроение для различных отраслей промышленности
- ОТ4.39. Коммунальное машиностроение
- ОТ4.40. Станки и инструменты
- ОТ4.41. Двигателестроение
- ОТ4.42. Двигатели внутреннего сгорания
- ОТ4.43. Турбины
- ОТ4.44. Автомобилестроение и автомобильный транспорт
- ОТ4.45. Судостроение и водный транспорт
- ОТ4.46. Авиастроение и воздушный транспорт
- ОТ4.47. Трубопроводный транспорт. Детали и элементы трубопроводов

Направление Н5. Биотехнология, сельское хозяйство, пищевая промышленность:

- ОТ5.1. Промышленные биотехнологии
- ОТ5.2. Биотехнологические процессы и аппараты
- ОТ5.3. Биотехнологии для очистки и контроля окружающей среды, продуктов питания, биосенсоры
- ОТ5.4. Клеточная инженерия. Прикладная генетическая инженерия. Инженерная энзимология
- ОТ5.5. Медицинские и фармакологические биотехнологии
- ОТ5.6. Пищевая промышленность
- ОТ5.7. Процессы и аппараты пищевых производств
- ОТ5.8. Пищевые биотехнологии
- ОТ5.9. Животноводство
- ОТ5.10. Земледелие
- ОТ5.11. Растениеводство
- ОТ5.12. Производство, хранение и переработка сельскохозяйственной продукции (кроме биотехнологий)
- ОТ5.13. Механизация и электрификация сельского хозяйства
- ОТ5.14. Рыбоводство. Аквакультура
- ОТ5.15. Ветеринария

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ, ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИКИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

1. Безопасность и противодействие терроризму.
2. Индустрия наносистем.
3. Информационно-телекоммуникационные системы.
4. Науки о жизни.
5. Перспективные виды вооружения, военной и специальной техники.
6. Рациональное природопользование.
7. Транспортные и космические системы.
8. Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика.

ПЕРЕЧЕНЬ КРИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

1. Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники.
2. Базовые технологии силовой электротехники.
3. Биокаталитические, биосинтетические и биосенсорные технологии.
4. Биомедицинские и ветеринарные технологии.
5. Геномные, протеомные и постгеномные технологии.
6. Клеточные технологии.
7. Компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий.
8. Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии.
9. Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом.
10. Технологии биоинженерии.
11. Технологии диагностики наноматериалов и наноустройств.
12. Технологии доступа к широкополосным мультимедийным услугам.
13. Технологии информационных, управляющих, навигационных систем.
14. Технологии наноустройств и микросистемной техники.
15. Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику.
16. Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов.
17. Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов.
18. Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем.

19. Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения.
20. Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи.
21. Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.
22. Технологии снижения потерь от социально значимых заболеваний.
23. Технологии создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта.
24. Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения.
25. Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств.
26. Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии.
27. Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе.

Приложения

Приложение 1. Титульный лист.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

КУРСОВАЯ РАБОТА
по теме:

НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА
(в рамках курса «Проектная деятельность»)

Преподаватель:

_____ Г.В. Романова
(подпись, дата) к.т.н., с.н.с. ФНЭ

Санкт-Петербург 2024

**Приложение 2.
Список исполнителей.**

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Преподаватель:
к.т.н., старший научный сотрудник
факультета НЭ _____ Г.В. Романова
(подпись, дата)

Исполнители:
студенты группы ХХХХ _____ И.И. Иванов
(подпись, дата) (введение, форма 1)

_____ И.И. Иванов
(подпись, дата) (форма 2, форма 3)

_____ И.И. Иванов
(подпись, дата) (форма 3, форма 4)

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	X
Форма 1 - Актуальность проекта	X
Форма 2 - Источники финансирования и смета проекта.....	X
Форма 3 - План-график и техническое задание проекта.....	X
Форма 4 - Коммерциализация проекта.....	X
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	X
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	X
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	X
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	X

Приложение 4. Термины и определения.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем курсовом проекте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Когерентность (coherence): Характеристика электромагнитного поля, где существует постоянное (неслучайное) фазовое соотношение между каждой парой точек в пучке.

Временная когерентность (temporal coherence): Характеристика корреляции между фазами электромагнитной волны для разных временных моментов в одном и том же положении.

Пространственная когерентность (spatial coherence): Характеристика корреляции между фазами электромагнитной волны для разных положений в одно и то же время.

Длина когерентности l_k (coherence length l_c): Расстояние в направлении распространения пучка, в пределах которого излучение лазера сохраняет существенную фазовую корреляцию.

**Приложение 5.
Перечень обозначений и сокращений.**

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем курсовом проекте применяют следующие обозначения и сокращения:

КРС - комбинационное рассеяние света

НЧ - наночастицы

ЦЛМ - цветная лазерная маркировка

LAB координаты - математическая модель цветового пространства

ППС-поверхностно периодические структуры

Ag - химический элемент серебро

Au - химический элемент золото

Yb - иттербиевый лазер

Ti - химический элемент титан

R_a - коэффициент шероховатости.

d_0 – диаметр лазерного пучка на поверхности образца

V – скорость перемещения лазерного пучка относительно образца

f – частота следования лазерных импульсов

N_x, N_y – шаг сканирования по осям X и Y

I – плотность мощности излучения

Приложение 6. Темы курсового проекта.

1. Технология лазерной обработки халькогенидных пленок для оптических покрытий.
2. Лазерный комплекс для декорирования драгоценных металлов.
3. Усилитель для многоканального оптоволокна.
4. Разработка макета устройства для художественной обработки металлов.
5. Экспериментальный стенд для функционализации поверхности стекла.
6. Разработка макета лазерного комплекса для хирургии глаза.
7. Разработка технологии лазерной записи информации в пористом стекле.
8. Разработка экспериментального стенда для резки стекла.
9. Разработка технологии лазерной резки металлических фольг.
10. Разработка технологии лазерной 3D печати имплантата коленной чашечки.
11. Разработка технологии лазерного структурирования поверхности солнечных батарей.
12. Разработка универсального экспериментального стенда для лазерной очистки предметов культурного наследия.
13. Разработка макета технологического комплекса для лазерного структурирования различных металлов с целью придания их поверхности гидрофильных и гидрофобных свойств.
14. Разработка технологии цветной лазерной маркировки металлов.
15. Разработка технологии синтеза наночастиц серебра за счет импульсной лазерной абляции серебряной мишени в жидкости.
16. Разработка экспериментального стенда для лазерной маркировки полимеров и композитов на их основе.
17. Разработка технологии оценки качества мясных продуктов.
18. Разработка макета технологического комплекса для лазерного структурирования различных металлов с целью увеличения биосовместимости их поверхности.
19. Разработка макета технологического комплекса для лазерного структурирования различных металлов с целью придания их поверхности эмиссионных свойств.

Список рекомендуемой литературы

1. Структура и оформление НИР - ГОСТ 7.32–2017
2. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления - ГОСТ Р 7.0.5–2008
2. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления - ГОСТ Р 7.0.100–2018
3. Оптика и фотоника. Лазеры и лазерное оборудование. Термины и определения – ГОСТ 58373 – 2019
4. Аникейчик Н. Д., Кинжагулов И. Ю., Федоров А. В. Планирование и управление НИР и ОКР //СПб.: Ун-т ИТМО. – 2016.
5. Котенева О.Е., Николаев А.С. Патентование: учебно-методическое пособие//СПб.: Ун-т ИТМО. – 2020.

Романова Галина Викторовна
Щедрина Надежда Николаевна
Лутошина Дарья Сергеевна
Вейко Вадим Павлович
Масловская Елена Олеговна

**Проектная деятельность в лазерных технологиях.
Часть 2.**

Учебное пособие

В авторской редакции
Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО
Зав. РИО Н.Ф. Гусарова
Подписано к печати
Заказ №
Тираж
Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел
Университета ИТМО
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49, литер А