|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**«МИРЭА – Российский технологический университет»****РТУ МИРЭА**  |

|  |  |
| --- | --- |
| **ПРИНЯТО**решением Ученого совета Института ФТИот «27» августа 2021 г.протокол № 1 | **УТВЕРЖДАЮ**Директор Института ФТИ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Р.В. Шамин«27» августа 2021 г. |

**ПРОГРАММА**

**ИТОГОВОЙ (ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ) АТТЕСТАЦИИ**

|  |
| --- |
|  |
| Направление подготовки | **12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии** |
|  | *(код и наименование)* |
| Профиль | **Лазерные оптико-электронные приборы и системы** |
|  | *(код и наименование)* |
| Институт | **ФТИ Физико-технологический институт** |
|  | *(краткое и полное наименование)* |
| Форма обучения | **очная** |
|  | *(очная, очно-заочная, заочная)* |
| Программа подготовки | **академический бакалавриат** |
|  | *(академический, прикладной бакалавриат)* |
| Кафедра | **оптико-электронных приборов и систем** |
|  | *(краткое и полное наименование кафедры, разработавшей РП дисциплины (модуля) и реализующей ее (его))* |

Москва 2021

|  |  |
| --- | --- |
| Программа ГИА разработана | к.т.н., доцент Кретушев А.В. |
|  | *(степень, звание, Фамилия И.О. разработчиков)* |

|  |
| --- |
| Программа ГИА рассмотрена и принята на заседании кафедры |
|  | оптико-электронных приборов и систем |
|  | *(название кафедры)* |

Протокол заседания кафедры от «25» августа 2021 г. № 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Заведующий кафедрой |  | В.В. Кузнецов |
|  | *(подпись)* | *(И.О. Фамилия)* |

**1. Общие положения**

Программа итоговой (государственной итоговой) аттестации составлена

в соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры (СМКО МИРЭА 7.5.1/03.П.30);

требованиями федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии», утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 № 951 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии»;

учебным планом и календарным учебным графиком по направлению подготовки 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии».

Итоговая (государственная итоговая) аттестация в полном объеме относится к базовой части программы бакалавриата и завершается присвоением квалификации «Бакалавр».

В итоговую (государственную итоговую) аттестацию выпускников по направлению подготовки 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии» входит защита выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы), включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

**2. Требования к выпускной квалификационной работе и порядок ее выполнения**

Выпускная квалификационная работа рассматривается как самостоятельная заключительная работа обучающегося, в которой систематизируются, закрепляются и расширяются теоретические знания и практические умения и навыки, полученные при освоении дисциплин и прохождении практик, предусмотренных программой бакалавриата.

Выпускная квалификационная работа демонстрирует уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

Выпускная квалификационная работа выполняется в виде бакалаврской работы.

Примеры тем выпускных квалификационных работ приведены ниже:

1. Низкочастотный фильтр с адаптационными коэффициентами для обработки изображений;
2. Система Лидар без механических подвижных частей на базе модулятора света «Рельеф»;
3. Контроллер управления пультом управления интроскопа;
4. Система оптических датчиков для слежения и управления разрешением подачи объектов в досмотровый туннель интроскопа;
5. Модель 12-ти ракурсного томографа;
6. Модульное устройство для визуального отображения информации;
7. Программно-аппаратный комплекс распознавания автомобильных номеров;
8. Алгоритмы и программно-аппаратное обеспечение обработки многоспектральных оптических изображений;
9. Сонолюминесценный анализатор газов;
10. Система передачи данных по открытому оптическому каналу;
11. Управляемая линза с переменным фокусным расстоянием;
12. Приемная матрица гибридного наноскопа;
13. Портативный лазерный проектор на основе модулятора света «Рельеф»;
14. Методы высокоскоростной обработки данных малоракурсных томографов;
15. Детектор наличия металлических примесей в оптически прозрачных средах;
16. Лазерный активно-импульсный обнаружитель;
17. Гибридный наноскоп;
18. Устройство для автоматизированной настройки фокусного пятна рентгеновского аппарата;
19. Программный модуль для обработки двухэнергетических рентгеновских изображений, полученных установкой Портал-Авто;
20. Отработка технологии синтеза рельефно-фазовых голограмм;
21. Цифровые методы обработки изображений в оптоэлектронных системах мониторинга смотрящего типа;
22. Компьютерный фазовый микроскоп и его применение;
23. Оптимизация методов совмещения и телевизионных и тепловизионных изображений для понижения вероятности ложных тревог в системах контроля экологической обстановки;
24. Разработка блоков оптимального сопряжения компьютерного фазового микроскопа с персональным компьютером;
25. Анализ дефектов кольцевых лазерных резонаторов;
26. Численное и экспериментальное моделирование спектральных характеристик интерференциальных зеркал для лазерных гироскопов;
27. Устойчивость датчика лазерного гироскопа при воздействии внешних механических факторов рук;
28. Анализ выходных характеристик лазерных диодов с различной концентрацией активной области;
29. Стенд измерения теплофизических параметров крупноформатных оптико-электронных устройств;
30. Методы рентгеновской дифрактометрии в технологии производства фотоприемных устройств;
31. Методика оптического контроля поверхности материалов фотоприемников инфракрасного диапазона;
32. Стенд автоматизированного контроля параметров фотоприемных устройств;
33. Блок управления и питания двухспектральных фотомодулей на основе CdHgTe, работающих в режиме ВЗН;
34. Разработка и экспериментальные исследования оптической системы управления плоскостью поляризации излучения твердотельного лазера;
35. Разработка стенда для измерения параметров лазерного полупроводникового гироскопа;
36. Технология создания исполнительных устройств для изделий микросистемной техники на основе электрострикционной керамики;
37. Магнитоакустические свойства магнитных наножидкостей;
38. Математическое моделирование чувствительных элементов для датчиков магнитных полей на основе магнитоэлектрического эффекта;
39. Модернизация чувствительных элементов для кольцевого гироскопа;
40. Формирование объемных микроструктур на подложках методом лазерного переноса;
41. Разработка сенсорной системы для измерения магнитного поля на основе магнитоэлектрического эффекта;
42. Анализатор микроизображений для диагностики в медицине;
43. Разработка осветительной системы для фазового микроскопа;
44. Экспериментальное моделирование неоднородных лидарных трассс помощью волоконно-оптического тракта;
45. Обработка многоспектральных оптических изображений;
46. Лидар на основе фазового модулятора света;
47. Оптико-электронная система с фотоприемным устройством на основе InGaAs;
48. Алгоритмы обработки гиперспектральных изображений;
49. Оптико-электронный прибор для измерения дальности объектов;
50. Многоканальный аналоговый коммутатор для сопряжения информационных выходов многоэлементного фотоприемного устройства;
51. Волоконно-оптический гидрофон и его применение;
52. Перестраиваемые одночастотный полупроводниковый лазер на длине волны1650 нм;
53. Исследование возможности выявления следов красочных покрытий на каменных поверхностях с использованием ультрафиолетового излучения;
54. Твердотельные лазерные излучатели для лазерных дальномеров;
55. Совмещение телевизионного и тепловизионного каналов в системе мониторинга;
56. Входные оптические окна МФПУ коротковолнового ИК-диапазона спектра;
57. Лабораторный стенд для исследования параметров лазерного излучения;
58. Цифровая обработка и анализ оптических фазовых изображений;
59. Установка для изучения продольных и поперечных мод лазерного излучения;
60. Установка для измерения длины когерентности излучения полупроводникового лазера;
61. Газовые лазеры и усилители и форма спектральной линии в них;
62. Лазерная технологическая установка для структурирования поверхностей подшипников качения;
63. Оптический метод определения времени жизни носителей заряда в полупроводниках;
64. Приемник излучения ультрафиолетового диапазона на основе тонкопленочных алмазных материалов;
65. Плата управления оптоэлектронным модулем на основе гетероэпитаксиальных структур ГЭС CdHgTe, работающих в режиме временной задержки и накопления ВЗН;
66. Исследование надежности включения датчиков угловой скорости от мощности излучения светодиодных модулей МС-331 и от места их крепления;
67. Выходные характеристики и испытания лазерного гироскопа;
68. Перестраиваемый одночастотный полупроводниковый лазер на длине волны 1650 нм;
69. Технология изготовления оборудования для производства бесплатформенной инерционной навигационной системы на лазерных гироскопах;
70. Метод формирования мезаструктуры в матрицах на основе антимонида индия;
71. Синхронизация мод в зеемановском лазерном гироскопе;
72. Профилирование концентрации основных носителей заряда в полупроводниковых структурах;
73. Поляризационные свойства лазерного резонатора с уголковым отражателем;
74. Установка для контроля пузырности оптического стекла;
75. Установка для контроля свилей в оптическом стекле;
76. Автоматизация технологических процессов варки оптического стекла марки ЛК7 в газовой горшковой печи;
77. Разработка узлов интерферометра с дифракционным оптическим элементом для контроля главного зеркала телескопа DAG диаметром 4000 мм;
78. Получение стекла марки ОФ-4 в электрических стекловаренных печах;
79. Разработка технологического процесса производства оптического стекла марки ОФ-10;
80. Технологический процесс производства крупногабаритных заготовок фосфатного стекла для активных дисковых элементов на основе двухстадийной варки;
81. Электроразрядный источник микрочастиц;
82. Сонолюминисцетный анализатор газа;
83. Оптический дальномер;
84. 3 D сканер и его применение;
85. Анализатор изображений клеток крови для диагностики в медицине;
86. Совместная обработка телевизионного и тепловизионного сигналов в системах мониторинга;
87. Волоконный лазер и его применение для задач технологии;
88. Импульсный твердотельный лазер на основе АИГ;
89. Излучатель лазерной технологической установки с инвизионной системой слежения;
90. Устройство ввода лазерного излучения в оптическое волокно;
91. Фазовый микроскоп для исследования динамических объектов;
92. Стенд для исследования спектральных параметров лазерного излучения;
93. Синхронный детектор для выделения слабых оптических сигналов;
94. Пирометр-оптико-электронный прибор для измерения высоких температур;
95. Спектральное уплотнение каналов в ВОЛС;
96. Системы охранного телевидения;
97. Разработка фазового микроскопа на основе четырехшагового метода расчета фазы;
98. Фазовый микроскоп на основе многошагового метода расчета фазы;
99. Тепловизионные системы мониторинга.

Темы выпускных квалификационных работ обсуждаются на заседании кафедры в начале учебного года и утверждаются заведующим кафедрой.

Обучающиеся, по их письменному заявлению, могут сами предложить темы выпускных квалификационных работ с обоснованием целесообразности их разработки для практического применения в соответствующей области профессиональной деятельности или на конкретном объекте профессиональной деятельности.

К работе над ВКР студент должен приступить с начала выдачи задания. В дальнейшем работа должна быть подчинена календарному графику и вестись непрерывно.

ВКР состоит из расчетно-пояснительной записки, включающей комплект необходимой документации (при наличии), приложения, и графического материала. Обе части взаимно дополняют друг друга и обеспечивают решение следующих задач: разработка оптико-электронного устройства (макета) или узла для лазерных приборов и комплексов, разработка приборов контроля параметров оптического излучения, разработка оригинальных макетов лабораторных работ, устройств оптического контроля габаритных размеров и качества поверхности различных изделий, разработка методик проведения оптических измерений, разработка программ обработки оптических изображений и решение других задач оптоэлектроники и лазерной техники, проведение необходимых исследований (при необходимости).

Расчетно-пояснительная записка (РПЗ) является основным документом ВКР, в котором приводится исчерпывающая информация о расчетных, технологических, конструкторских, исследовательских и организационно-экономических разработках, выполненных в ходе выполнения ВКР. Объем каждого из разделов уточняется у руководителя по соответствующим разделам, при этом общий объем РПЗ регламентируется только количеством информации, необходимой и достаточной для полного раскрытия выполненных расчетов и разработок.

Расчетно-пояснительная записка ВКР должна содержать следующие элементы и разделы:

- Титульный лист, включающий задание на ВКР;

- Реферат (кратко отражается основное содержание ВКР и основные полученные результаты)

- Содержание (указываются все разделы, подразделы и пункты РПЗ с указанием страниц);

- Введение (отражаются проблемы и задачи аддитивного и цифрового производства в машиностроении, указывается цель работы, её связь с задачами современного машиностроения, обосновывается актуальность выбранной темы, дается оценка предполагаемым техническим решениям);

- Основная часть ВКР включает в себя разделы (обычно не более трех), в которых представлен обзор литературы, описание методики исследований, расчеты, описание и анализ полученных результатов.

Первый раздел является обязательным и содержит обзор литературы, в котором приводятся результаты анализа состояния проблемы, обоснование актуальности работы, выполняется постановка задач, решение которых необходимо для достижения цели квалификационной работы, дается обоснование выбора, методов и средств их реализации.

Содержание остальных разделов основной части должно демонстрировать решение поставленных в работе задач. Каждый раздел должен содержать подразделы, в которых тематически разделяется, например, вводная часть, теоретическое введение, детали эксперимента (описание экспериментальной установки), результаты и их обсуждение и др. Структура, тематика и число разбиений на подразделы определяются автором работы и согласуются с научным руководителем.

В основной части должны быть приведены:

- описание фундаментальных основ построения моделей, теоретическое обоснование расчетов и аппроксимаций (большой объем промежуточных теоретических выкладок может и должен быть вынесен в приложение с соответствующей ссылкой в тексте);

- описание методики и хода эксперимента (схема или блок-схема экспериментальной установки, режимы измерений, основные функциональные параметры оборудования (например, длина волны излучения лазера), необходимые для расчетов и/или интерпретации результатов, описание методики и последовательности проведенных измерений с демонстрацией полученных экспериментальных данных, результатов расчетов и моделирования);

- анализ и объяснение значения полученных результатов (описание моделей, в рамках которых производится анализ, и их применение, сравнение с аналогичными результатами, полученными другими исследователями, сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований и др.),

- проверка достоверности полученных результатов, оценка возможных источников ошибок;

- рекомендации по внедрению (практическому использованию) полученных результатов;

- оценка коммерческого потенциала полученного результата или возможности проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике исследования.

- Организационно-экономический раздел. Структура, тематика и число разбиений на подразделы определяются автором работы и согласуются с консультантом по организационно-экономической части.

- Заключение должно содержать: перечень результатов и выводы по результатам выполненной работы; обоснованную оценку достаточности и полноты решений поставленных задач для достижения цели работы; оценку технико-экономической, экономической, научной или иной эффективности внедрения результатов, полученных в работе. В заключении указывается при необходимости информация об использовании при выполнении работы оборудования центров коллективного пользования (научно-образовательных центров), приводятся ссылки на гранты, в рамках которых выполнялась работа.

- Список использованных источников. В тексте ВКР автор обязан приводить ссылки на все цитируемые и заимствованные материалы (например, табличные величины, справочные материалы, ГОСТы и др.), результаты исследований и разработок, идеи, гипотезы, суждения и прочие результаты, полученные другими исследователями. Источниками информации могут служить любые публикации в периодической печати, учебники, монографии, Интернет-издания, сайты производителей оборудования, патенты и др.

- Приложения.

В приложения могут и должны быть вынесены:

- промежуточные теоретические выкладки и преобразования большого объема, приведение которого в основной части нецелесообразно;

- протоколы испытаний (измерений);

- описание методик (инструкций, лабораторных регламентов) разработанных в ходе выполнения работы;

- описание параметров аппаратуры и приборов, применяемых при поведении исследований, описание режимов работы приборов и устройств;

- компьютерные программы;

- чертежи, конструкторская и технологическая документация;

- акты внедрения результатов, копии договоров, другие исходные документы, относящиеся к выполнению работы;

- дополнительная информация или данные, полученные в ходе выполнения работы, но выходящие за рамки ее целей и задач, в том числе информация о наградах, которыми удостоена работа или объект разработки (например, диплом выставки), сведения об Интернет-ресурсах, подготовленных по результатам диссертации и проч.

В качестве приложения приводится также библиографический список публикаций по результатам работы.

Все материалы по ВКР (в формате .doc и .pdf) сдаются руководителю работы не позднее, чем за неделю до защиты для размещения их в электронной библиотеке ВУЗа. Не позднее чем за 3 дня до защиты все материалы сдаются для проверки через систему антиплагиат на объем заимствований.

Окончательный контроль законченной ВКР проводит заведующий кафедрой при наличии всех материалов работы, положительного результата проверки через систему антиплагиат на объем заимствований и положительного отзыва руководителя на работу. Цель контроля – допуск к итоговой государственной аттестации. Срок – не позже, чем за 3 дня до итоговой государственной аттестации. На окончательный контроль заведующему кафедрой представляется полностью оформленная ВКР, подписанная руководителем работы и консультантами (при наличии). Обязательно также наличие отзыва руководителя работы на ВКР. Заведующий кафедрой выносит окончательное решение о допуске студента к защите.

На защиту ВКР студент представляет следующие материалы:

- переплетенную расчетно-пояснительную записку с приложениями;

- заверенный руководителем распечатанный документ о проверки текста на заимствования;

- оригинал отзыва научного руководителя;

- CD-диск или другой электронный носитель с записанными на нем:

• электронной версии ВКР;

• электронной версии презентации;

• отсканированным заданием на выполнение выпускной квалификационной работы с подписями – pdf формат;

• отсканированным отзывом научного руководителя – pdf формат;

• отсканированными данными о проверке текста на заимствования – pdf формат;

- электронная версия презентации на флеш-накопителе;

- распечатанную версию презентации (по числу членов ГЭК).

На доклад по выполненной ВКР студенту отводится 7-10 минут. В течение отведенного времени, придерживаясь последовательности, принятой в расчетно-пояснительной записке, студент должен кратко осветить содержание выполненной им работы с обоснованием принятых решений, узловые разработки работы, оригинальные и наиболее интересные инженерные решения. Необходимо четко выделить все новое, что предложено и разработано самим студентом, и обосновать техническую и экономическую целесообразность этих предложений. Необходимо подробно осветить лишь наиболее важные и интересные предложения и разработки, отличающие предложенный вариант от базового или типового.

Доклад необходимо иллюстрировать слайдами презентации. В процессе доклада можно использовать заранее написанные краткие тезисы или план. Полностью зачитывать доклад по бумаге не допускается.

**3. Критерии оценки результатов защиты выпускных квалификационных работ**

Общую оценку за выпускную квалификационную работу выводят члены государственной экзаменационной комиссии на коллегиальной основе с учетом следующих основных критериев:

1. Новизна работы. Оценивается оригинальность и новизна полученных результатов, научно-исследовательских или производственно-технологических решений.
2. Степень комплексности работы, применение в ней знаний общепрофессиональных и специальных дисциплин.
3. Оформление работы. Качество оформления расчетно-пояснительной записки, иллюстраций, соответствие требованиям стандартов.
4. Степень использования информационных технологий. Оценивается общий объем использования в работе современного программного обеспечения, средств автоматизации проектирования. Таким образом студент показывает свое умение использовать современные средства в своей практической детальности.
5. Уровень доклада и ответов. Студент демонстрирует ясность, четкость, последовательность и обоснованность изложения, аргументирует принятые решения и выводы по работе и уверенно отвечает на большую часть вопросов, владеет научно-технической терминологией по направлению подготовки.
6. Отзыв руководителя ВКР;
7. Средний балл за время обучения студента в университете.

Помимо основных учитываются следующие дополнительные критерии:

1. Наличие у студента исследовательского (специального) раздела;
2. Наличие у студента научных трудов (статей, патентов) по теме ВКР.

Оценка «отлично» ставится, если:

* работа носит самостоятельный исследовательский характер, в работе представлены оригинальные научно-исследовательские или производственно-технологические решения;
* работа отвечает всем требованиям по оформлению, предъявляемым к выпускным работам;
* в работе широко использовано современное программное обеспечение, средства автоматизации проектирования;
* доклад четко структурирован, логичен, полностью отражает суть работы, студент демонстрирует ясность, четкость, последовательность и обоснованность изложения, аргументирует принятые решения и выводы по работе;
* даны исчерпывающие ответы на все вопросы, студент владеет научно-технической терминологией по направлению подготовки;
* руководитель работы оценивает ВКР на отлично или хорошо;
* средний бал за время обучения студента в университете выше 3,8.

Оценка «хорошо» ставится, если:

* работа носит самостоятельный характер, в работе представлены оригинальные производственно-технологические решения;
* работа отвечает большинству требований по оформлению, предъявляемым к выпускным работам;
* в работе достаточно широко использовано современное программное обеспечение, средства автоматизации проектирования;
* доклад относительно структурирован, логичен, полностью отражает суть работы, студент демонстрирует уверенность в изложении;
* даны правильные ответы на большинство вопросов, студент в достаточной степени владеет научно-технической терминологией по направлению подготовки;
* средний бал за время обучения студента в университете выше 3,4.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если:

* работа носит самостоятельный характер, в работе представлены типовые производственно-технологические решения;
* работа частично отвечает требованиям по оформлению, предъявляемым к выпускным работам;
* в работе недостаточно широко использовано современное программное обеспечение, средства автоматизации проектирования;
* доклад отражает суть работы, но имеет погрешности в структуре, студент демонстрирует неуверенность в изложении;
* даны частично правильные или неправильные ответы на большинство вопросов, студент частично владеет научно-технической терминологией по направлению подготовки.
* Оценка «неудовлетворительно» ставится, если:
* работа не носит самостоятельный характер;
* работа не отвечает требованиям по оформлению, предъявляемым к выпускным работам;
* доклад не отражает суть работы, имеет погрешности в структуре, студент демонстрирует неуверенность в изложении;
* студент не может ответить на вопросы, не владеет научно-технической терминологией по направлению подготовки.

При оценивании работы могут быть учтены дополнительные критерии:

при наличии у студента в ВКР исследовательского (специального) раздела или научных трудов (статей, патентов) по теме ВКР, оценка может быть увеличена на 1 балл по усмотрению государственной экзаменационной комиссии.

Программа итоговой (государственной итоговой) аттестации составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии».