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

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

**ПРОГРАММА**

**ИТОГОВОЙ (ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ) АТТЕСТАЦИИ**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | |
| Направление подготовки | | | | | | **15.03.01 Машиностроение** |
|  | | | | | | *(код и наименование)* |
| Профиль | **Цифровые и аддитивные технологии в машиностроении** | | | | | |
|  | *(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 | | **Цифровых и аддитивных технологий** | | | | |
|  | | *(краткое и полное наименование кафедры, разработавшей РП дисциплины (модуля) и реализующей ее (его))* | | | | |

Москва 2021

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

|  |  |
| --- | --- |
| Программа ГИА рассмотрена и принята на заседании кафедры | |
|  | цифровых и аддитивных технологий |
|  | *(название кафедры)* |

Протокол заседания кафедры от «26» августа 2021 г. № 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Заведующий кафедрой |  | Пирогов В.В. |
|  | *(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 15.03.01 «Машиностроение (уровень бакалавриата)», утвержденного приказом Минобрнауки России от 3 сентября 2015 года № 957;

учебным планом и календарным учебным графиком по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение и профилю Цифровые и аддитивные технологии в машиностроении.

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 15.03.01 «Машиностроение» 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. Разработка технологического процесса и исследование механических характеристик изделий, полученных методом послойного наплавления пластиковой нити.
2. Разработка технологического процесса изготовления корпусной детали коробчатой формы методом послойного наплавления пластиковой нити из пластика PLA.
3. Разработка технологического процесса изготовления детали типа крыльчатка методом послойного наплавления пластиковой нити из пластика ABS.
4. Разработка технологического процесса изготовления детали типа шестерня методом послойного наплавления пластиковой нити.
5. Разработка технологического процесса изготовления детали типа лопатка методом трехмерной наплавки.
6. Разработка модели деформирующего инструмента для РКУ прессования методом 3D печати.
7. Использование аддитивных технологий при ремонтных работах автомобильной техники.
8. Оценка экономической эффективности и выработка рекомендаций по использованию аддитивных технологий в машиностроении.
9. Разработка технологии финишной обработки изделий, полученных посредством аддитивных технологий, на фрезерном станке с ЧПУ.
10. Разработка технологии доводки изделий, полученных посредством аддитивных технологий, на гидроабразивных установках.
11. Разработка технологии финишной химической обработки изделий, полученных посредством аддитивных технологий.
12. Анализ и подбор технологии и оборудования для финишной обработки изделий, полученных посредством аддитивных технологий.
13. Исследование и оптимизация режимов производства тонкой ленты с использованием цифровых технологий.
14. Разработка цифровой модели процесса получения ультрамелкозернистой структуры материала равноканальным угловым прессованием
15. Исследование и совершенствование технологического процесса производства крепежных изделий с использованием цифровых технологий.
16. Математическое моделирование технологического процесса горячего пластического формообразования изделий в программе QForm.
17. Математическое моделирование технологического процесса объемного пластического формообразования стержневых изделий в программе QForm.
18. Оцифровка, доводка и создание прототипа детали посредством 3D моделирования
19. Применение систем бесконтактной оцифровки для проверки соответствия готовых изделий техническому заданию.
20. Применение аддитивных технологий в машиностроительном производстве при изготовлении изделия на примере детали «Профиль длинный»
21. Применение аддитивных технологий в машиностроительном производстве при изготовлении изделия на примере детали «Лопасть»
22. Применение аддитивных технологий в машиностроительном производстве при изготовлении изделия на примере детали «Крышка»
23. Применение аддитивных технологий в машиностроительном производстве при изготовлении изделия на примере детали «Зубчатое колесо»
24. Разработка технологии получения отливки с использованием формы, изготовленной методами аддитивных производств
25. Изготовление изделий из композитных материалов методами аддитивных производств

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

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 технологической документации и приложения, и графического материала. Обе части взаимно дополняют друг друга и обеспечивают решение следующих задач: разработка эффективного и прогрессивного технологического процесса изготовления прототипа или детали в условиях цифрового или аддитивного производства, разработка оригинальных конструкций оснастки, разработка мероприятий по эффективной организации производства на проектируемом участке, разработка мероприятий, обеспечивающих безопасность труда, определение необходимых затрат, проведение необходимых исследований (при необходимости).

Расчетно-пояснительная записка (РПЗ) является основным документом ВКР, в котором приводится исчерпывающая информация о выполненных 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;

- Задание на ВКР;

- Аннотация (кратко отражается основное содержание ВКР и основные результаты разработок)

- 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);

- Исходные данные для проектирования (подробно описываются все материалы, предоставленные студенту для выполнения работы);

- Технологический раздел (основной раздел ВКР – содержит все этапы разработки технологического процесса изготовления изделия, включая выбор оборудования и материалов, описание последовательности операций, определение технологических параметров изготовления, разработку технологического плана размещения оборудования, вопросы обеспечения безопасности труда);

- Конструкторский раздел (приводятся проектные решения и расчеты по проектированию оснастки, оборудования, средств автоматизации и т. п.);

- Проектный (расчетный, исследовательский) раздел (включается в работу при необходимости по согласованию с руководителем, содержит результаты проведенных проектных работ, исследовательских изысканий или других проведённых в ВКР работ);

- Экономический раздел (содержит определение себестоимости и цены изделия, а также построение графика безубыточности);

- Заключение (приводятся общие выводы по работе, анализ предложенных технологических и конструкторских решений, рекомендации по применению элементов работы на практике);

- Список использованных источников (список использованных при выполнении работы литературных и других информационных источников);

- Приложения.

Приложения к расчетно-пояснительной записке могут содержать следующую информацию и документацию:

- комплект технологической документации (маршрутные и операционные карты технологического процесса, операционные эскизы, листинг программы для устройства ЧПУ и др.);

- спецификации на все сборочные чертежи, представленные в графической части ВКР;

- результаты сложных расчетов, проведенных при помощи программного обеспечения (QForm и др.);

- любая другая информация, не вошедшая по различным причинам в расчетно-пояснительную записку ВКР.

Графическая часть работы выполняется на листах формата А1. В отдельных случаях допускается выполнение чертежей на листах формата А2. Конкретный состав и объем графической части определяет руководитель ВКР при оформлении задания на ВКР.

Для студентов, выполняющих ВКР, имеющую отличительные особенности (проведение научных исследований, разработка программного обеспечения и др.) состав и объем графической части определяется руководителем ВКР индивидуально для каждого студента и может содержать чертежи и плакаты следующего содержания:

- результаты проведенных исследований в виде графиков, таблиц и т. п.;

- чертежи оригинальной оснастки, разработанной для реализации специальных методов обработки;

- плакаты, содержащие фотографии экспериментальной установки, демонстрирующие ход проведения экспериментальных исследований;

- математические модели, полученные в ходе проведения исследований;

- плакаты, демонстрирующие интерфейс разработанной программы и алгоритм ее действия;

- результаты, которые могут быть достигнуты в результате использования разработанного программного обеспечения.

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 нормоконтролером. 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:

- расчетно-пояснительную записку с приложениями;

- листы графической части, распечатанные на листах формата А4, которые должны быть подшиты к РПЗ после приложений;

- распечатку презентации к докладу.

Графическую часть работы необходимо представлять в теле презентации, которая иллюстрирует доклад. Для представления ВКР в виде презентации студент должен все представляемые материалы (графическую часть работы) заранее перевести в формат pdf.

На доклад по выполненной ВКР студенту отводится 10 минут. В течение отведенного времени, придерживаясь последовательности, принятой в расчетно-пояснительной записке и последовательности представленных листов графической части работы, 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, которая должна включать среди прочего листы графической части работы. 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. Чертежи графической части ВКР должны быть оформлены согласно ЕСКД и быть понятно и легко читаемыми.
4. Степень использования информационных технологий. Оценивается общий объем использования в работе современного программного обеспечения, средств автоматизации проектирования и технологической подготовки производства. Например, использование для создания чертежей CAD-систем, использование пакетов САПР ТП для создания и оформления технологической документации и т.д. 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 и технологической подготовки производства;
* 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 и технологической подготовки производства;
* 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 и технологической подготовки производства;
* 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 15.03.01 «Машиностроение».