


Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 01.05.2026 09:11:47 Уникальный программный ключ: 891934b8c2c17b8350cbe51cdda5098e877a1f3	 МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Выполнение и защита выпускной квалификационной работы" по направлению подготовки (специальности) 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" направленности (профиль) Методы математического моделирования в ракетно-космической технике ФГБОУ ВО «ЧелГУ»
---	---	--

стр. 1

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Направление подготовки (специальность)

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

Методы математического моделирования в ракетно-космической технике

Присваиваемая квалификация (степень)

магистр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Миасс 2026 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью защиты выпускной квалификационной работы является установление уровня подготовки выпускника, его готовности к решению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению магистратуры «Прикладная математика и информатика», профилю "Методы математического моделирования в РКТ".

Результаты выполнения и защиты выпускной квалификационной работы направлены на достижение следующих индикаторов:

УК-1.1. Выполняет поиск информации, определяет критерии системного анализа поставленных задач.

УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения поставленных задач.

УК-2.1. Демонстрирует знание теоретических основ принятия решений в сфере управления проектами.

УК-2.2. Выявляет и анализирует различные способы решения задач в рамках цели проекта и аргументирует их выбор.

УК-2.3. Демонстрирует способность проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.

УК-3.1. Демонстрирует понимание типологии и факторов формирования команд, лидерства и способов социального взаимодействия.

УК-3.2. Осуществляет взаимодействие с другими членами команды, в т.ч. участвует в обмене информацией, знаниями и опытом.

УК-3.3. Имеет опыт участия в командной работе.

УК-4.1 Имеет представление о правилах и принципах деловой устной и письменной коммуникации на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).

УК-4.2 Демонстрирует умение осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах, использовать методы и навыки делового общения.

УК-4.3 Имеет навыки делового общения на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).

УК-5.1 Обладает базовыми знаниями об основных закономерностях социально-исторического развития общества и его культурном многообразии.

УК-5.2 Демонстрирует умение понимать и толерантно воспринимать культурное многообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.

УК-5.3 Ориентируется в культурном разнообразии общества и соблюдает этические нормы поведения.

УК-6.1. Демонстрирует понимание основных принципов самообразования, профессионального и личностного развития.

УК-6.2. Определяет свои личные ресурсы и возможности для достижения поставленной цели.

УК-6.3. Демонстрирует умение рационального распределения временных и/или иных ресурсов.

ОПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук.

ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках математических и (или) естественных наук.

ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, теорем, законов математики и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности.

ОПК-2.1. Имеет представление о существующих базовых математических методах и системах программирования, применяемых для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.

ОПК-2.2. Демонстрирует умение применять математические методы и системы программирования для решения прикладных задач.

ОПК-2.3. Имеет навыки разработки и применения алгоритмических и программных решений.

ОПК-3.1. Имеет представление об известных математических моделях, применяемых для решения задач в области профессиональной деятельности.

ОПК-3.2. Демонстрирует умения применять и модифицировать математические модели для решения прикладных задач.



ОПК-3.3. Имеет практический опыт применения и выполнения модификаций математических моделей для решения прикладных задач.

ОПК-4.1. Имеет представление об основных существующих информационно-коммуникационных технологиях и основных требованиях информационной безопасности.

ОПК-4.2. Демонстрирует умения использовать существующие информационно-коммуникационные технологии, а также умение учитывать основные требования информационной безопасности при решении прикладных задач.

ОПК-4.3. Имеет практический опыт использования существующих информационно-коммуникационных технологий и учета основных требований информационной безопасности при решении прикладных задач.

ПК-1.1. Имеет представление о методах проведения расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций, включая метод конечных элементов, основные разделы механики деформируемых тел.

ПК-1.2. Демонстрирует умение применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе: пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа; пакеты программ для создания геометрических моделей, пакеты прикладных программ для обработки экспериментальных данных.

ПК-1.3. Имеет практический опыт математического моделирования и применения пакетов прикладных программ для решения задач прочности в области РКТ.

ПК-2.1. Знает методы математического моделирования тепловых процессов, основы теории теплопередачи,

ПК-2.2. Демонстрирует умение производить необходимые расчеты и обоснования, принятые при разработке технических решений по определению теплового режима.

ПК-2.3. Имеет практический опыт применения специального программного обеспечения при проведении тепловых расчетов.

ПК-3.1. Знает основы теории движения космических аппаратов, математические методы разработки алгоритмов и моделирования полетов космических аппаратов.

ПК-3.2. Демонстрирует умение разрабатывать модели динамики движения, аэродинамики, баллистики и управления полетом космических аппаратов.

ПК-3.3. Имеет навыки разработки алгоритмов решения задач аэрогазодинамики, гидродинамики, баллистики и управления полетом космических аппаратов.

ПК-4.1 Знает методологические и теоретические основы консультирования по вопросам развития цифровой грамотности гражданина; направления и перспективы развития информационно-коммуникационных технологий

ПК-4.2 Умеет находить и оценивать информационные ресурсы по вопросам развития цифровой грамотности, применения цифровых технологий и сервисов; использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности

ПК-4.3 Демонстрирует навыки формирования и ведения базы образовательных, просветительских программ, информационных ресурсов и навыки консультирования в области развития цифровой грамотности гражданина

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б3.01

### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для подготовки и защиты выпускной квалификационной работы студент должен обладать знаниями и компетенциями, полученными при изучении дисциплин и прохождении практик всей образовательной программы данного направления.

Научно-исследовательская работа

Преддипломная практика

Производственная практика

Статистические методы обработки данных

Теория меры в задачах управления

Вероятностные модели

Иностранный язык

Дискретные модели

Коммуникация и межкультурное взаимодействие

Математические модели динамики движения ракет и отделяемых элементов

Математическое моделирование обратных и некорректно поставленных задач



Непрерывные математические модели
Разработка и реализация проектов
Современные компьютерные технологии
Технологическая (проектно-технологическая) практика
Учебная практика
Математическое моделирование процессов теплового переноса
Аэрогазодинамика и теплозащита ракет
Аэрогазодинамический эксперимент
Математическое моделирование в аэрогазодинамике
Математическое моделирование в гидродинамике
Математическое моделирование механики деформируемых тел, конструкций и сооружений
Научный семинар
Нечеткие модели и их приложения
Системное и критическое мышление
Современные проблемы прикладной математики и информатики
Этика деловых отношений
Деловые коммуникации в межкультурном взаимодействии
История и методология прикладной математики и информатики
Самоменеджмент
Современная философия и методология науки
Современные технологии поиска и обработки информации
Теория моделирования физических процессов
Функциональный анализ и интегральные уравнения
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий**

**Знать:**

- методы критического анализа, систематизации и обобщения информации для решения проблемной ситуации.

**Уметь:**

- осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.

**Владеть:**

- навыками критического анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработки стратегии действий.

#### **УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла**

**Знать:**

- этапы жизненного цикла проекта, основы управления проектами на всех этапах его жизненного цикла.

**Уметь:**

- управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

**Владеть:**

- навыками управления проектами на всех этапах его жизненного цикла.

**УК-3: Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели**



**Знать:**

- основы организации и руководства командной работой.

**Уметь:**

- организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.

**Владеть:**

- навыками организации и руководства работой команды, выработки командной стратегии для достижения поставленной цели.

**УК-4: Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия**

**Знать:**

- правила и закономерности деловой устной и письменной коммуникации, этические нормы деловых отношений, основы делового общения, принципы и методы организации деловых коммуникаций.

**Уметь:**

- применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия.

**Владеть:**

- навыками использования современных коммуникативных технологий, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия.

**УК-5: Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия**

**Знать:**

- особенности разнообразных культур и основные принципы межкультурного взаимодействия.

**Уметь:**

- анализировать и использовать в профессиональной деятельности культурные и этические особенности среды.

**Владеть:**

- навыки межкультурного взаимодействия при выполнении профессиональных задач.

**УК-6: Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки**

**Знать:**

- рефлексивные методы в процессе оценки разнообразных ресурсов, используемых для решения задач самоорганизации и саморазвития.

**Уметь:**

- определять цели и приоритеты собственной деятельности и способы их достижения.

**Владеть:**

- навыками планирования собственной деятельности и способов её совершенствования на основе самооценки.

**ОПК-1: Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики**

**Знать:**

- основные подходы к решению актуальных задач фундаментальной и прикладной математики.

**Уметь:**

- применять математический аппарат для решения задач фундаментальной и прикладной математики.

**Владеть:**

- навыками выбора и применения подходящих методов решения задач фундаментальной и прикладной математики.

**ОПК-2: Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач**

**Знать:**

- существующие математические методы, применяемые для решения прикладных задач.



**Уметь:**

- использовать математический язык, строить цепочки рассуждений, формулировать математические утверждения для решения прикладных задач.

**Владеть:**

- практическим опытом совершенствования и реализации различных математических методов решения прикладных задач.

**ОПК-3: Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности**

**Знать:**

- основные теоретические положения в области математического моделирования.

**Уметь:**

- разрабатывать математические модели и давать содержательную интерпретацию полученных результатов при проведении анализа математических моделей.

**Владеть:**

- практический опыт разработки и проведения анализа математических моделей при решении задач в области профессиональной деятельности.

**ОПК-4: Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности**

**Знать:**

- существующие информационно-коммуникационные технологии и основные требования информационной безопасности.

**Уметь:**

- комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии, с учетом требований информационной безопасности при решении прикладных задач.

**Владеть:**

- навыками комбинирования и адаптации существующих информационно-коммуникационных технологий и учета основных требований информационной безопасности при решении прикладных задач.

**ПК-1: Способен к проведению расчетов на прочность конструкции изделий РКТ с применением современных САПР**

**Знать:**

- методы проведения расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций, включая метод конечных элементов, основные разделы механики деформируемых тел.

**Уметь:**

- применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе: пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа; пакеты программ для создания геометрических моделей, пакеты прикладных программ для обработки экспериментальных данных.

**Владеть:**

- навыками математического моделирования и применения пакетов прикладных программ для решения задач прочности в области РКТ.

**ПК-2: Способен к расчету тепловых режимов изделий РКТ**

**Знать:**

- методы математического моделирования тепловых процессов, основы теории теплопередачи.

**Уметь:**

- производить необходимые расчеты и обоснования, принятые при разработке технических решений по определению теплового режима.

**Владеть:**

- практический опыт применения специального программного обеспечения при проведении тепловых расчетов.



**ПК-3: Способен к разработке алгоритмов решения задач динамики, баллистики и управления полетом космических аппаратов**

**Знать:**

- основы теории движения космических аппаратов, математические методы разработки алгоритмов и моделирования полетов космических аппаратов.

**Уметь:**

- разрабатывать модели динамики движения, аэродинамики, баллистики и управления полетом космических аппаратов.

**Владеть:**

- навыками разработки алгоритмов решения задач аэрогазодинамики, гидродинамики, баллистики и управления полетом космических аппаратов.

**ПК-4: Способен осуществлять деятельность по предоставлению консультационных услуг в области развития цифровой грамотности**

**Знать:**

- методологические и теоретические основы консультирования по вопросам развития цифровой грамотности гражданина; направления и перспективы развития информационно-коммуникационных технологий

**Уметь:**

- находить и оценивать информационные ресурсы по вопросам развития цифровой грамотности, применения цифровых технологий и сервисов; использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

**Владеть:**

- навыками формирования и ведения базы образовательных, просветительских программ, информационных ресурсов и навыки консультирования в области развития цифровой грамотности гражданина

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

3.1	Знать:
3.1.1	- методы критического анализа, систематизации и обобщения информации для решения проблемной ситуации.
3.1.2	- этапы жизненного цикла проекта, основы управления проектами на всех этапах его жизненного цикла.
3.1.3	- основы организации и руководства командной работой.
3.1.4	- правила и закономерности деловой устной и письменной коммуникации, этические нормы деловых отношений, основы делового общения, принципы и методы организации деловых коммуникаций.
3.1.5	- особенности разнообразных культур и основные принципы межкультурного взаимодействия.
3.1.6	- рефлексивные методы в процессе оценки разнообразных ресурсов, используемых для решения задач самоорганизации и саморазвития.
3.1.7	
3.1.8	- основные подходы к решению актуальных задач фундаментальной и прикладной математики.
3.1.9	- существующие математические методы, применяемые для решения прикладных задач.
3.1.10	- основные теоретические положения в области математического моделирования.
3.1.11	- существующие информационно-коммуникационные технологии и основные требования информационной безопасности.
3.1.12	
3.1.13	- методы проведения расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций, включая метод конечных элементов, основные разделы механики деформируемых тел.
3.1.14	- методы математического моделирования тепловых процессов, основы теории теплопередачи.
3.1.15	- основы теории движения космических аппаратов, математические методы разработки алгоритмов и моделирования полетов космических аппаратов.
3.1.16	- методологические и теоретические основы консультирования по вопросам развития цифровой грамотности гражданина; направления и перспективы развития информационно-коммуникационных технологий



**3.2 Уметь:**

- 3.2.1 - осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.
- 3.2.2 - управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.
- 3.2.3 - организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.
- 3.2.4 - применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия.
- 3.2.5 - анализировать и использовать в профессиональной деятельности культурные и этические особенности среды.
- 3.2.6 - определять цели и приоритеты собственной деятельности и способы их достижения.
- 3.2.7
- 3.2.8 - применять математический аппарат для решения задач фундаментальной и прикладной математики.
- 3.2.9 - использовать математический язык, строить цепочки рассуждений, формулировать математические утверждения для решения прикладных задач.
- 3.2.10 - разрабатывать математические модели и давать содержательную интерпретацию полученных результатов при проведении анализа математических моделей.
- 3.2.11 - комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии, с учетом требований информационной безопасности при решении прикладных задач.
- 3.2.12
- 3.2.13 - применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе: пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа; пакеты программ для создания геометрических моделей, пакеты прикладных программ для обработки экспериментальных данных.
- 3.2.14 - производить необходимые расчеты и обоснования, принятые при разработке технических решений по определению теплового режима.
- 3.2.15 - разрабатывать модели динамики движения, аэродинамики, баллистики и управления полетом космических аппаратов.
- 3.2.16 - находить и оценивать информационные ресурсы по вопросам развития цифровой грамотности, применения цифровых технологий и сервисов; использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

**3.3 Владеть:**

- 3.3.1 - навыками критического анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывания стратегии действий.
- 3.3.2 - навыками управления проектами на всех этапах его жизненного цикла.
- 3.3.3 - навыками организации и руководства работой команды, выработки командной стратегии для достижения поставленной цели.
- 3.3.4 - навыками использования современные коммуникативных технологий, в том числе на иностранном (ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия.
- 3.3.5 - навыки межкультурного взаимодействия при выполнении профессиональных задач.
- 3.3.6 - навыками планирования собственной деятельности и способов её совершенствования на основе самооценки.
- 3.3.7 - навыками выбора и применения подходящих методов решения задач фундаментальной и прикладной математики.
- 3.3.8 - практическим опытом совершенствования и реализации различных математических методов решения прикладных задач.
- 3.3.9 - практический опыт разработки и проведения анализа математических моделей при решении задач в области профессиональной деятельности.
- 3.3.10 - навыками комбинирования и адаптации существующих информационно-коммуникационных технологий и учета основных требований информационной безопасности при решении прикладных задач.



3.3.11	- навыками математического моделирования и применения пакетов прикладных программ для решения задач прочности в области РКТ.
3.3.12	- практический опыт применения специального программного обеспечения при проведении тепловых расчетов.
3.3.13	- навыками разработки алгоритмов решения задач аэрогазодинамики, гидродинамики, баллистики и управления полетом космических аппаратов.
3.3.14	- навыками формирования и ведения базы образовательных, просветительских программ, информационных ресурсов и навыки консультирования в области развития цифровой грамотности гражданина

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	9 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 324	Виды контроля в семестрах: экзамены 4
в том числе :	
аудиторные занятия : 0	
самостоятельная работа : 298,5	
контактная работа: 25,5 ИКР: 25,5	

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Подготовка к защите выпускной квалификационной работы</b>			
1.1	Подготовка к защите выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) /Ср/	4	298,5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3
1.2	Консультации научного руководителя по теме ВРК, обсуждение полученных результатов /ИКР/ /ИКР/	4	25	
1.3	Процедура защиты выпускной квалификационной работы /ИКР/ /ИКР/	4	0,5	

#### 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

##### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Содержание ВКР  
Доклад и презентация по теме ВКР  
Отзыв научного руководителя  
Рецензия  
Ответы на вопросы членов государственной экзаменационной комиссии

##### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Отзыв научного руководителя (шаблон приведен в приложении)  
В отзыве научный руководитель характеризует качество работы, отмечает ее положительные и отрицательные стороны, определяет степень самостоятельности и творческого подхода, проявленные студентом в период написания ВКР, степень соответствия требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам соответствующего уровня, оценивает ее и рекомендует выпускную квалификационную работу к защите.

Рецензия (шаблон приведен в приложении)

В рецензии должен быть дан анализ содержания и основных положений рецензируемой работы, оценка актуальности избранной темы, умения пользоваться современными методами сбора и обработки информации, степени обоснованности выводов и рекомендаций, достоверности полученных результатов, их новизны и практической значимости. Наряду с положительными сторонами работы отмечаются недостатки работы. В заключение рецензент должен составлять от одной до трех страниц машинописного текста.

##### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации



Примерные темы выпускных квалификационных работ (магистерских диссертаций), рекомендованные кафедрами прикладной механики и прикладной математики:

1. Численное моделирование течения в донной области многоразовой одноступенчатой ракеты-носителя в полете с учетом работающего маршевого двигателя внешнего расширения с центральным теплом.
2. Исследование и разработка алгоритмов компьютерной 3D графики. Реализация программной библиотеки графического конвейера для АРМ ВК тип 2.
3. Разработка базы данных для оценок надёжности изделий и их составных частей для системы электронного моделирования справочно-методических и расчётно-аналитических процессов инженерной деятельности.
4. Применение суперпозиционно-аппроксимационного метода для восстановления теплофизических характеристик материалов по результатам тепловых испытаний.
5. Разработка автоматизированных средств расчета радиосвязи систем телеметрических измерений, работающих с наземными (корабельными) ИПами и внешне-траекторных измерений, работающих по сигналам глобальной системы навигационной спутниковой сети ГЛОНАСС/GPS.
6. Проект структуры библиотеки интегрированной системы разработки сложных изделий. Разработка справочной подсистемы и программного модуля по автоматизации подбора параметров трубопровода с возможностью интеграции в САПР.
7. Исследование особенностей процесса разработки специализированной программы для комплектации, учета и контроля составных частей изделия и ее реализация.
8. Анализ единой системы управления научно-исследовательскими, опытно-конструкторскими работами с целью автоматизации функции подготовки данных в подразделениях предприятия.
9. Описание назначения устройства преобразования и разработка специализированной программы проверки для анализа сопротивления постоянному току.
10. Исследование улучшающих методов решения задачи коммивояжера при помощи целевой функции, учитывающей изменения масс на переходах.
11. Разработка и исследование алгоритмов расчёта свободного движения летательного аппарата.
12. Разработка программно-аппаратного комплекса для электронного моделирования справочно-методических и расчётно-аналитических процессов инженерной деятельности.
13. Разработка алгоритма решения задачи Ламберта для построения траекторий перехвата космического объекта.
14. Определение методов и способов моделирования систем противоракетной обороны орбитального базирования.
15. Система отображения, регистрации и анализа процесса испытаний на комплексном моделирующем стенде.

#### 6.4. Критерии оценивания

Критерии оценивания текста ВКР

Отлично

- 1) содержание работы соответствует требованиям;
- 2) работа актуальна, выполнена самостоятельно, имеет творческий характер, отличается определенной новизной;
- 3) дан обстоятельный анализ степени теоретического исследования проблемы, различных подходов к ее решению;
- 4) показано знание математического аппарата, учтены последние разработки в области информационных технологий по данной проблеме;
- 5) проблема раскрыта глубоко и всесторонне, материал изложен логично;
- 7) в работе широко используются материалы исследования, проведенного автором;
- 8) в работе проведен количественный анализ проблемы, который подкрепляет теорию и иллюстрирует результаты исследования, приведены таблицы сравнений, графики, диаграммы, формулы, показывающие умение автора формализовать результаты исследования;
- 9) широко представлен список использованных источников по теме работы;
- 10) результаты исследования обоснованы;
- 11) предложены новые методы решения проблем;
- 12) выпускная квалификационная работа имеет положительную рецензию и положительный отзыв научного руководителя (без принципиальных замечаний);
- 13) наличие публикаций, согласующихся с темой ВКР, участие в конференциях, награды за участие в конкурсах;
- 14) высокий процент оригинальности работы.

Хорошо

- 1) содержание и оформление работы соответствует требованиям;
- 2) содержание работы в целом соответствует заявленной теме;
- 3) работа актуальна, написана самостоятельно;
- 4) основные положения работы раскрыты на хорошем или достаточном теоретическом и методологическом уровне;
- 5) теоретические положения сопряжены с практикой;



- 6) представлены количественные показатели, характеризующие результаты исследования;
- 7) результаты исследования обоснованы;
- 8) составлен список использованных источников по теме работы;
- 9) выпускная квалификационная работа имеет положительную рецензию и положительный отзыв научного руководителя (без принципиальных замечаний);
- 10) достаточный процент оригинальности работы.

#### Удовлетворительно

- 1) содержание и оформление работы соответствует требованиям;
- 2) имеет место определенное несоответствие содержания работы заявленной теме;
- 3) исследуемая проблема в основном раскрыта, но не отличается новизной, теоретической глубиной и аргументированностью, имеются не точные или не полностью правильные ответы;
- 4) нарушена логика изложения материала, задачи раскрыты не полностью;
- 5) в работе не полностью использованы необходимые для раскрытия темы научная литература, а также материалы исследований;
- 6) теоретические положения слабо увязаны с практикой, результаты исследования носят формальный бездоказательный характер;
- 7) в отзыве научного руководителя или в рецензии имеются некоторые принципиальные замечания по содержанию работы;
- 8) невысокий процент оригинальности работы.

#### Неудовлетворительно

- 1) содержание и оформление работы не соответствует требованиям;
- 2) содержание работы не соответствует ее теме;
- 3) работа содержит существенные теоретико-методологические ошибки и поверхностную аргументацию основных положений;
- 4) предложения автора четко не сформулированы;
- 5) в отзыве научного руководителя или рецензента имеются существенные замечания по содержанию работы;
- 6) высокий процент заимствований в работе. 1) содержание и оформление работы не соответствует требованиям;
- 2) содержание работы не соответствует ее теме;
- 3) работа содержит существенные теоретико-методологические ошибки и поверхностное обоснование результатов;
- 4) результаты автора четко не сформулированы;
- 5) в отзыве научного руководителя или рецензента имеются существенные замечания по содержанию работы;
- 6) высокий процент заимствований в работе.

#### Критерии оценивания ответа на вопросы на защите ВКР

##### Отлично

Студент дает правильные и обоснованные ответы на вопросы, свободно ориентируется в тексте работы, убедительно защищает свою точку зрения.

##### Хорошо

Студент дает правильные ответы на большинство вопросов, свободно ориентируется в тексте работы, достаточно обоснованно защищает свою точку зрения.

##### Удовлетворительно

При ответе на вопросы студент отвечает неуверенно или допускает ошибки, не может убедительно защитить свою точку зрения.

##### Неудовлетворительно

Студент не ориентируется в тексте работы, на защите допускает грубые фактические ошибки при ответе на вопросы или вовсе не отвечает на них.

#### Критерии оценивания презентации и доклада на защите ВКР

##### Отлично

Доклад построен логично и последовательно, четко отражает результаты исследования. Презентация является качественной, информативной, представленный материал хорошо структурирован.

##### Хорошо

Доклад построен достаточно логично и последовательно, отражает результаты исследования. Презентация является качественной, информативной, представленный материал хорошо структурирован.

##### Удовлетворительно

Доклад построен не вполне последовательно, с нарушением логики, недостаточно четко отражает результаты исследования. Представленная презентация не достаточно информативна и наглядна.



Неудовлетворительно

В докладе студента отсутствует логика и последовательность, не приведены результаты исследования, презентация не информативна или отсутствует.

Критерии оценивания оформления ВКР

Отлично

Оформление работы соответствует требованиям; результат исследования наглядно иллюстрируется таблицами, графиками, рисунками, формулами.

Хорошо

Оформление работы соответствует требованиям; результат исследования в целом иллюстрируется таблицами, графиками, рисунками, формулами.

Удовлетворительно

Оформление работы соответствует требованиям; результат исследования частично иллюстрируется таблицами, графиками, рисунками, формулами.

Неудовлетворительно

Оформление работы не соответствует требованиям; результат исследования наглядно не иллюстрируется.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
ЛП.1	Лаврухин Г. Н., Иванькин М. А., Тальзин В. А.	Аэрогазодинамика реактивных сопел: научная литература ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485261">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485261</a> )	Москва : Физматлит, 2017	ЭБС
ЛП.2	Сихарулидзе Ю. Г.	Баллистика и наведение летательных аппаратов: научная литература ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=713126">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=713126</a> )	Москва : Лаборатория знаний, 2024	ЭБС
ЛП.3	Сихарулидзе Ю. Г.	Баллистика и наведение летательных аппаратов ( <a href="https://e.lanbook.com/book/400181">https://e.lanbook.com/book/400181</a> )	Москва : Лаборатория знаний, 2024	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
ЛП.1	Дегтярь В. Г., Сытый Г. Г., Телицын Ю. С.	Ракетно-космическая техника: научно-технический сборник	[Б. м. : б. и.], 1999	
ЛП.2	Дегтярь В. Г.	Ракетно-космическая техника: научно-технический сборник: XI Макеевские чтения	Миасс, 2005	
ЛП.3	Дегтярь В. Г., Пегов В. И.	Гидродинамика баллистических ракет подводных лодок: монография	Миасс, 2004	
ЛП.4	Дегтярь В. Г., Данилкин В. А., Сытый Г. Г., Телицын Ю. С., Каргин В. Е., Клейман В. Л.	Ракетно-космическая техника: научно-технический сборник	[Б. м. : б. и.], 2001	

#### 7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
ЛЗ.1	Гуцу Е. Г., Маясова Т. В., Вараева Н. В., Логинова М. В., Романова Э. Н.	Как написать магистерскую диссертацию ( <a href="https://e.lanbook.com/book/232526">https://e.lanbook.com/book/232526</a> )	Москва : ФЛИНТА, 2022	ЭБС

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"



Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> e.lanbook.com
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> biblioclub.ru
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: <a href="https://biblio-online.ru">https://biblio-online.ru</a> biblio-online.ru

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader
Dev C++
Maxima
MikTex
Octave
Python
Qt
Visual Studio
WinDjView
C++ Builder Community Edition
LibreOffice
NX Nastran (Лицензия Миасского филиала)
Teamcenter (Лицензия Миасского филиала)
Solid Edge (Лицензия Миасского филиала)
Simcenter Amesim Academic Bundle (Лицензия Миасского филиала)
Smath studio
Python 3.7
Open Project
OpenOffice
PostgreSQL
MySQL

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992.
2. Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> .
3. Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> .
4. Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: <a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a> .
5. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека [научной периодики на русском языке]. — Москва, [1999-]. - Доступ к полным текстам после регистрации из сети ЧелГУ. – URL: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Учебная аудитория для самостоятельной работы по выполнению выпускной квалификационной работы: аудитория № 311.
Основное оборудование: учебные столы, совмещенные со скамейками на 56 посадочных мест, стол преподавателя, стул преподавателя, доска 3 створчатая ученическая обычная настенная, стационарное мультимедийное интерактивное оборудование: аудио колонки microlab, проектор Epson, экран настенный Draper, ноутбук Lenovo, компьютер планшетный Lenovo, телевизор TOSHIBA, плеер DVD.
Программное обеспечение:



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Выполнение и защита выпускной квалификационной работы" по направлению подготовки (специальности) 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" направленности (профилю) Методы математического моделирования в ракетно-космической технике ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 15

Операционная система Windows 10 Акт приема-передачи 20 от 24.10.2014; операционная система Windows 10 Акт приема-передачи 0000-000418 от 04.04.2019 (15 шт.).

Пакет офисных программ Adobe Reader свободное программное обеспечение; OpenOffice свободное программное обеспечение; MPC-NC свободное программное обеспечение; Google Chrome свободное программное обеспечение.

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security 11 на основе лицензионного договора № кб-1692 от 11.09.2019.

2. Учебная аудитория для проведения для проведения групповых консультаций, индивидуальных консультаций: аудитория № 301.

Основное оборудование: учебные столы, совмещенные со скамейками на 56 посадочных мест, стол преподавателя, стул преподавателя, доска 3 створчатая ученическая обычная настенная, стационарное мультимедийное интерактивное оборудование:

аудио колонки microlab, проектор Epson, экран настенный, компьютер Gigabyte, монитор Philips.

Учебно-наглядные пособия: презентация по подготовке к защите ВКР.

Программное обеспечение:

Операционная система Windows 10 Акт приема-передачи 437/к 19.09.2012.

Пакет офисных программ Adobe Reader свободное программное обеспечение; OpenOffice свободное программное обеспечение; MPC-NC свободное программное обеспечение; Google Chrome свободное программное обеспечение.

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security 11 на основе лицензионного договора № кб-1692 от 11.09.2019.

3. Помещение для самостоятельной работы: 456313, Челябинская обл., г. Миасс, ул. Керченская, д. 1, Читальный зал, аудитория 312.

Основное оборудование: Количество посадочных мест - 42, 1 персональный компьютер с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД, Wi-Fi, библиотечный фонд.

Программное обеспечение: Операционная система Windows 10 Акт приема-передачи 528/о от 15.09.2014; Операционная система Windows 10 Акт приема-передачи 437/к от 19.09.2012; Пакет офисных программ Adobe Reader свободное программное обеспечение; OpenOffice свободное программное обеспечение; MPC-NC свободное программное обеспечение; Google Chrome свободное программное обеспечение. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security 11 на основе лицензионного договора № кб-1692 от 11.09.2019.

4. Помещение для самостоятельной работы: 456313, Челябинская обл., г. Миасс, ул. Керченская, д. 1, аудитория № 311.

Основное оборудование: учебные столы, совмещенные со скамейками на 56 посадочных мест, стол преподавателя, стул преподавателя, доска 3 створчатая ученическая обычная настенная, стационарное мультимедийное интерактивное оборудование: аудио колонки microlab, проектор Epson, экран настенный Draper, ноутбук Lenovo, компьютер планшетный Lenovo, телевизор TOSHIBA, плеер DVD.

Программное обеспечение: Операционная система Windows 10 Акт приема-передачи 20 от 24.10.2014; операционная система Windows 10 Акт приема-передачи 0000-000418 от 04.04.2019 (15 шт.). Пакет офисных программ Adobe Reader свободное программное обеспечение; OpenOffice свободное программное обеспечение; MPC-NC свободное программное обеспечение; Google Chrome свободное программное обеспечение. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security 11 на основе лицензионного договора № кб-1692 от 11.09.2019.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Законченная и оформленная в соответствии с "Требованиями к выполнению ВКР" выпускная квалификационная работа, подписанная студентом и научным руководителем, вместе с отзывом научного руководителя представляется на кафедру для просмотра и нормоконтроля не позднее чем за неделю до ее защиты в ГЭК. В случае если студент не представил выпускную квалификационную работу с отзывом научного руководителя к указанному сроку, защита данной работы проводится в соответствии с Положением об итоговой государственной аттестации выпускников вместе с работами, получившими на защите оценку «неудовлетворительно».

Решение о допуске выпускной квалификационной работы к защите в ГЭК принимает заведующий кафедрой на основании рассмотрения проекта, отзыва научного руководителя и отметки и прохождения нормоконтроля.

Полностью завершенная работа не позднее чем за 3 дня до защиты направляется на рассмотрение рецензенту. Рецензенты подбираются научным руководителем работы совместно с кафедрой из числа ведущих специалистов подразделений ГРЦ или других представителей работодателя по профилю математическое моделирование.



Рецензент детально знакомится с выпускной квалификационной работой, беседует со студентом по существу выполненной работы, на основании чего составляет рецензию. Рецензия должна быть написана и передана студенту для ознакомления не позднее чем за 1 день до защиты выпускной квалификационной работы.

Расписание заседаний ГЭК и сроки защиты выпускной квалификационной работы устанавливаются кафедрой по согласованию с председателем ГЭК и руководством ГРЦ. В целях обеспечения проведения защиты выпускных квалификационных работ кадровая служба ГРЦ выпускает приказ по предприятию.

Допущенная к защите и соответствующим образом оформленная выпускная квалификационная работа вместе с отзывом и рецензией представляется в ГЭК в день защиты. Рекомендуется представить и другие документы, характеризующие выпускную квалификационную работу (при их наличии):

- патенты;
- публикации студента по теме выпускной квалификационной работы;
- макеты, опытные образцы;
- акты, выписки из решений АТС, НТС подразделений ГРЦ о внедрении и т. д.

Все эти материалы учитываются ГЭК при оценке выпускной квалификационной работы.

На заседании ГЭК рекомендуется приглашать научного руководителя выпускной квалификационной работы, консультантов, рецензента, ведущих специалистов ГРЦ по рассматриваемой в работе теме.

Студенту при подготовке к защите следует особо тщательно и все-сторонне изучить и учесть вопросы и критические замечания, высказанные рецензентом, а также на предварительной защите.

Защита выпускной квалификационной работы продолжается начинается с доклада, продолжительность которого не должна превышать 10 минут (оптимально 7 минут), после чего студент отвечает на вопросы членов ГЭК и других присутствующих.

Успех доклада в определенной степени зависит от качества и порядка вспомогательного к докладу материала (презентации). Выпускнику следует заранее ознакомиться с помещением для защиты. При правильном расположении относительно экрана студент всегда имеет возможность докладывать, стоя лицом или вполоборота к комиссии. При использовании видеоматериалов (презентации) с их проецированием на экран с использованием компьютера, необходимо организовать ассистентскую помощь и провести в помещении для защиты на установленном в нем оборудовании предварительную техническую апробацию материалов и взаимодействия с ассистентом.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции в TeamOffice365) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, электронная почта, социальные сети, мессенджеры).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей, Office365. Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

## **10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств;



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Выполнение и защита выпускной квалификационной работы" по направлению подготовки (специальности) 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" направленности (профилю) Методы математического моделирования в ракетно-космической технике ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 17

доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

**01.04.02 Прикладная математика и информатика, Методы математического моделирования в ракетно-космической технике, Выполнение и защита выпускной квалификационной работы, 2026, очная**

**Рабочая программа дисциплины (модуля) одобрена и рекомендована:**

Проректор по учебной работе      утверждено 27.02.26      А.А. Саламатов

Ученым советом Миасского филиала ФГБОУ ВО "ЧелГУ"

Протокол заседания № 8 от 24.02.2026

Председатель Ученого совета  
Миасского филиала ФГБОУ ВО  
"ЧелГУ"

согласовано

Т.В. Малькова

**Заседанием кафедры прикладной математики**

Протокол заседания № 6 от 30.01.2026

Заведующий кафедрой

согласовано

Е.В. Дутикова

Автор (составитель)

Г.Ф. Костин

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**