

ФЕДЕРАЛЬНОЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПО УГСН 01.00.00 «Математика и механика»

Примерная основная образовательная программа

Направление подготовки
01.03.04 Прикладная математика

Уровень высшего образования
бакалавриат

Зарегистрировано в государственном реестре ПООП под номером _____

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- 1.1. Назначение примерной основной образовательной программы
- 1.2. Нормативные документы
- 1.3. Перечень сокращений

Раздел 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ

- 2.1. Общее описание профессиональной деятельности выпускников
- 2.2. Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с ФГОС
- 2.3. Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников
(по типам)

Раздел 3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТИ)

- 3.1. Направленности (профили) образовательных программ в рамках
направления подготовки (специальности)
- 3.2. Квалификация, присваиваемая выпускникам образовательных программ
- 3.3. Объем программы
- 3.4. Формы обучения
- 3.5. Срок получения образования

Раздел 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

- 4.1. Требования к планируемым результатам освоения образовательной
программы, обеспечиваемым дисциплинами (модулями) и практиками
обязательной части
 - 4.1.1. Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения
 - 4.1.2. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их
достижения
- 4.2. Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и
индикаторы их достижения

Раздел 5. ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ОПОП

- 5.1. Рекомендуемый объем обязательной части образовательной программы
- 5.2. Рекомендуемые типы практики
- 5.3. Примерный учебный план и примерный календарный учебный график
- 5.4. Примерные программы дисциплин (модулей) и практик
- 5.5. Рекомендации по разработке фондов оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) или практике
- 5.6. Рекомендации по разработке программы государственной итоговой аттестации

Раздел 6. ПРИМЕРНЫЕ УСЛОВИЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОПОП

- 6.1. Рекомендации по разработке ОПОП в части кадровых условий
- 6.2. Рекомендации по разработке раздела «Учебно-методическое обеспечение образовательной программы»
- 6.3. Рекомендации по разработке раздела «Материально-техническое обеспечение образовательной программы»
- 6.4. Рекомендации по разработке раздела «Примерные расчеты нормативных затрат оказания государственных услуг по реализации образовательной программы»

Раздел 7. СПИСОК РАЗРАБОТЧИКОВ ПООП

Приложение 1

Приложение 2

Раздел 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Назначение примерной основной образовательной программы по направлению подготовки (специальности) 01.03.04 Прикладная математика и уровню высшего образования бакалавриат (далее – ПООП, примерная программа).

Примерная основная образовательная программа бакалавриата по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика в соответствии с ФЗ № 273 от 29.12.2012 «Об образовании в Российской Федерации» представляет собой комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты), организационно-педагогических условий и форм аттестации, который представлен в виде примерного учебного плана, примерного календарного учебного графика, примеров рабочих программ учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных компонентов, а также оценочных и методических материалов.

Примерная программа, прошедшая в установленном порядке экспертизу и одобренная ФУМО по УГСН, размещается в Реестре ПООП, являющемся государственным информационным ресурсом. Согласно законодательной норме ПООП должна быть учтена при разработке образовательных программ организациями, реализующими ОПОП на основе ФГОС ВО.

1.2. Нормативные документы.

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Порядок разработки примерных основных образовательных программ, проведения их экспертизы и ведения реестра примерных основных образовательных программ, утвержденный приказом Минобрнауки РФ 28 мая 2014 года № 594;
- Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки *01.03.04 Прикладная математика* и уровню высшего образования *бакалавриат*, утвержденный приказом Минобрнауки РФ от 10.01.2018 № 11, с изменениями и дополнениями от 26.11.2020 и 08.02.2021 (далее – ФГОС ВО);

- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам магистратуры, программам специалитета, утвержденный приказом Минобрнауки России от 13 декабря 2013 года №1367 (далее – Порядок организации образовательной деятельности);
- Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 29 июня 2015 г. № 636;
- Положение о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования, утвержденное приказом Минобрнауки России от 27 ноября 2015 г. № 1383;

1.3. Перечень сокращений, используемых в тексте ПООП

ПООП – примерная основная образовательная программа;

ОПОП – основная профессиональная образовательная программа;

ФГОС ВО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования;

УК – универсальные компетенции;

ОПК – общепрофессиональные компетенции;

ПД – профессиональная деятельность;

ПК – профессиональные компетенции;

ПС – профессиональный стандарт;

ОТФ – обобщенная трудовая функция;

ТФ – трудовая функция;

ТД — трудовые действия;

ОС — оценочные средства;

СПО — среднее профессиональное образование;

ДПП — дополнительные профессиональные программы;

ГИА – государственная итоговая аттестация.

Раздел 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ

2.1. Общее описание профессиональной деятельности выпускников

Профессиональная деятельность бакалавров предполагает применение, разработку и исследование математических методов и моделей объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа и подготовки решений в области естественных наук, технике и инженерной практике на основе современного программного обеспечения; преподавание (в установленном порядке) цикла математических дисциплин, информатики и программирования.

Области профессиональной деятельности выпускников¹:

Профессиональная деятельность выпускников, освоивших программу бакалавриата, может осуществляться в следующих областях, входящих в утвержденный Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации Реестр профессиональных стандартов:

«01. Образование» (в сфере среднего профессионального образования и дополнительного профессионального образования);

«06. Связь, информационные и коммуникационные технологии» (в сфере проектирования и разработки программного обеспечения; проектирования, создания и поддержки информационно-коммуникационных систем, создания информационных ресурсов в сети Интернет);

«25. Ракетно-космическая промышленность», (в сфере проектирования, создания и поддержки систем автоматического управления и информационно-коммуникационных систем, а также математического моделирования);

«40. Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок)»

Деятельность выпускников может осуществляться также в сфере научных исследований, связанных с применением и разработкой математических методов и

¹В соответствии с приказом Минтруда РФ от 29.09.2014 г. № 667н «О реестре профессиональных стандартов (перечне видов профессиональной деятельности)» (зарегистрировано в Минюсте РФ 19.11.2014 г., рег. № 34779)

алгоритмов, решением различных задач с использованием математического моделирования процессов/объектов и программного обеспечения.

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность и в других областях и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

Типы задач профессиональной деятельности выпускников: *научно-исследовательский, проектный, педагогический, производственно-технологический.* Организация самостоятельно определяет набор задач профессиональной деятельности.

Перечень основных объектов профессиональной деятельности выпускников: *математические модели, методы и наукоемкое программное обеспечение, предназначенное для проведения анализа и синтеза решений в конкретных предметных областях.*

2.2. Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки.

Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки, приведен в Приложении 1.

2.3. Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам):

Таблица 2.1

Область (сфера) профессиональной деятельности	Тип задач профессиональной деятельности	Задачи ПД
Научная и производственная сфера деятельности РАН	научно-исследовательский	Применение фундаментальных знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук
Научная и производственная сфера деятельности РАН	научно-исследовательский	Создание, анализ и реализация новых математических моделей в современном естествознании, технике, экономике и управлении

«01. Образование»	педагогический	Организация учебной деятельности обучающихся, педагогический контроль и оценка освоения образовательной программы, преподавание и разработка программно-методического обеспечения учебных предметов, дисциплин (модулей) программ профессионального обучения, СПО и ДПП
«06. Связь, информационные и коммуникационные технологии 40 «Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности»	производственно-технологический	Сбор и анализ исходных данных, разработка алгоритмов и использование математических методов для создания и верификации наукоемкого программного обеспечения
«06. Связь, информационные и коммуникационные технологии	производственно-технологический	Анализ и синтез архитектуры информационных систем,
«25. Ракетно-космическая промышленность»	производственно-технологический	Анализ технических требований к ПО, проектирование и разработка ПО
«06. Связь, информационные и коммуникационные технологии	Проектный	Организация работы коллектива в ИТ проектах и/или организациях, принятие управленческих решений
«06. Связь, информационные и коммуникационные технологии	проектный	Управление процессами проектирования и разработки наукоемкого программного обеспечения

**Раздел 3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ,
РЕАЛИЗУЕМЫХ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ
01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА
НА УРОВНЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАКАЛАВРИАТ»**

3.1. Направленности (профили) образовательных программ в рамках направления подготовки:

Примеры направленностей (профилей) образовательных программ в рамках направления подготовки:

- *Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач;*
- *Математическое моделирование в экономике и технике;*
- *Математическое и программное обеспечение систем обработки информации и управления;*
- *Комплексный анализ статистических данных;*
- *Математические и компьютерные методы для современных технологий;*
- *Прикладные методы стохастического анализа;*
- *Прикладные методы современного математического анализа.*

Примеры профилей подготовки бакалавров можно найти на сайтах

МГУ (<https://cs.msu.ru/node/1782>)

СПбГУ (<http://math.spbu.ru/rus/study/plans.html>)

НГУ (<http://mmf.nsu.ru/bachelor-programs#amathi-bac>)

НИУ ВШЭ (<https://www.hse.ru/ba/ami/spec>)

и других университетов России.

Образовательная организация вправе самостоятельно устанавливать и другие направленности (профили) или реализовывать эту программу без деления на профили.

3.2. Квалификация, присваиваемая выпускникам образовательных программ

бакалавр

3.3. Объем программы

240 зачетных единиц (далее – з.е.).

3.4. Формы обучения

при получении первого образования – очная,
при получении второго и т.д. образований – очная или очно-заочная.

3.5. Срок получения образования

при очной форме обучения 4 года,
при очно-заочной форме обучения 5 лет.

Раздел 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

4.1. Требования к планируемым результатам освоения образовательной программы, обеспечиваемым дисциплинами (модулями) и практиками обязательной части²

Формирование компетенций выпускника, которое осуществляется комплексно, является целью реализации образовательной программы. Часть компетенций формируется путем освоения нескольких элементов образовательной программы (это, как правило, относится к универсальным и общепрофессиональным компетенциям). Часть компетенций формируется в рамках одного, но специально сконструированного элемента образовательной программы – образовательного модуля (это относится, в первую очередь, к профессиональным компетенциям). Часть компетенций, имеющих «сквозной» характер, формируется на протяжении всей образовательной программы при помощи специальных образовательных технологий и видов учебной деятельности. Это относится, в первую очередь, к общекультурным (универсальным) компетенциям, например, компетенции аналитического мышления, способности к самообразованию и т.п.

Планирование процесса формирования требуемых компетенций у обучающегося осуществляется преподавателями с учетом запланированных разработчиками ПООП или ОПОП ожиданий того, что обучающийся будет знать и уметь делать, какими навыками будет владеть, какой опыт деятельности он получит, какие трудовые (учебные) действия он сможет выполнять после успешного освоения отдельных элементов (дисциплин (модулей), практик) образовательной программы.

Результаты обучения определяются разработчиками каждой образовательной программы на основе компетенций выпускника, а также на основе требований, определяемых соответствующими трудовыми функциями.

² Являются обязательными для учета Организацией при разработке и реализации ОПОП в соответствии с ФГОС ВО

Результаты обучения должны быть сформулированы на языке, понятном всем участникам образовательного процесса, и быть измеряемыми с помощью средств оценивания, доступных в образовательном процессе. Совокупность запланированных результатов обучения по отдельным элементам образовательной программы должна обеспечивать выпускнику возможность достижения всех общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, включенных в набор требуемых результатов освоения образовательной программы.

4.1.1. Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Таблица 4.1

Категория универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов.
Разработка и реализация проектов	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знает необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы. Умеет определять круг задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, планировать собственную деятельность исходя из имеющихся ресурсов; соотносить главное и второстепенное, решать поставленные задачи в рамках избранных видов профессиональной деятельности. Имеет практический опыт применения нормативной базы и решения задач в области избранных видов профессиональной деятельности.
Командная работа и лидерство	УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	Знает различные приемы и способы социализации личности и социального взаимодействия. Умеет строить отношения с окружающими людьми, с коллегами. Имеет практический опыт участия в

		командной работе, в социальных проектах, распределения ролей в условиях командного взаимодействия.
Коммуникация	УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном и иностранном(ых) языке	Знает литературную форму государственного языка, основы устной и письменной коммуникации на иностранном языке, функциональные стили родного языка, требования к деловой коммуникации. Умеет выражать свои мысли на государственном, родном и иностранном языке в ситуации деловой коммуникации. Имеет практический опыт составления текстов на государственном и родном языках, опыт перевода текстов с иностранного языка на родной, опыт говорения на государственном и иностранном языках.
Межкультурное взаимодействие	УК-5 Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	Знает основные категории философии, законы исторического развития, основы межкультурной коммуникации. Умеет вести коммуникацию с представителями иных национальностей и конфессий с соблюдением этических и межкультурных норм. Имеет практический опыт анализа философских и исторических фактов, опыт оценки явлений культуры.
Самоорганизация и саморазвитие (в т.ч. здоровьесбережение)	УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования	Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, профессионального и личностного развития, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда. Умеет планировать свое рабочее время и время для саморазвития. формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, индивидуально-личностных особенностей. Имеет практический опыт получения дополнительного образования, изучения дополнительных образовательных программ.
	УК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Знает основы здорового образа жизни, здоровьесберегающих технологий, физической культуры. Умеет выполнять комплекс физкультурных упражнений. Имеет практический опыт занятий физической культурой.
Безопасность жизнедеятельности	УК-8 Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении	Знает основы безопасности жизнедеятельности, телефоны служб спасения.

	чрезвычайных ситуаций	Умеет оказать первую помощь в чрезвычайных ситуациях, создавать безопасные условия реализации профессиональной деятельности. Имеет практический опыт поддержания безопасных условий жизнедеятельности.
--	-----------------------	---

4.1.2. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Таблица 4.2

Категория компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1. Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике	Обладает фундаментальными знаниями в области математических и естественных наук, Умеет решать профессиональные задачи на основе знания фундаментальной и прикладной математики Имеет навыки применения теоретических знаний к решению задач профессиональной деятельности
	ОПК-2. Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты математического моделирования профессиональных задач	Знает основные принципы проверки адекватности математических моделей Умеет строить математические модели практических задач Имеет навыки анализа математических моделей
	ОПК-3. Способен использовать и развивать методы математического моделирования и применять современные программные комплексы для решения прикладных задач	Знает основные методы математического моделирования Умеет применять пакеты прикладных программ Имеет навыки анализа результатов математического моделирования
	ОПК-4. Способен использовать и разрабатывать современные методы и программные средства инфо-коммуникационных технологий	Знает современные методы и средства ИКТ Умеет разрабатывать новые программные системы для решения задач профессиональной деятельности Имеет навыки использования современных коммуникационных программных средств

4.2 Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения³

Таблица 4.3

Задача ПД	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ опыта ⁴)
-----------	---	---	--

³ При наличии сопряженных ПС заполнение раздела является обязательным (минимум, по одной компетенции, учитывающей требования соответствующего ПС)

Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский			
Формализация и описание на математическом языке различных естественно-научных и технических процессов	ПК-1 Способен сформулировать задачу профессиональной деятельности, формализовав ее на основе знаний математического аппарата и естественно-научных дисциплин	Обладает знаниями математических и естественнонаучных дисциплин, необходимыми для постановки и решения профессиональных задач. Умеет формализовать практические задачи профессиональной деятельности на основе методов прикладной математики. Имеет навыки использования математического аппарата и законов естественных наук для формализации практических задач	Анализ отечественного и зарубежного опыта
Моделирование процессов при решении профессиональных задач	ПК-2 Способен проводить аналитические и имитационные исследования	Знает методы аналитического и компьютерного моделирования. Умеет проводить аналитические и имитационные исследования с использованием современных программных комплексов. Умеет обосновать выбор применяемых математических методов и средств компьютерного моделирования. Имеет навыки работы со сложными аппаратными средствами для решения прикладных задач.	Анализ отечественного и зарубежного опыта
Оформление результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.	ПК-3 Способен составить научный обзор, реферат и отчет по тематике проводимых исследований	Знает возможности глобальных информационных поисковых систем. Умеет составлять научные обзоры, рефераты и отчеты по тематике проводимых исследований. Имеет навыки составления и оформления научной документации	Анализ отечественного и зарубежного опыта ПС Специалист по автоматизированным системам управления производством
Тип задач профессиональной деятельности: проектный			
Руководство процессами разработки программного обеспечения и управление ИТ-ресурсами	ПК-4. Способен анализировать разрабатываемые решения, оценивать их эффективность и целесообразность	Знает критерии и методику оценки профессиональных решений. Умеет оценивать эффективность и целесообразность принимаемых решений. Имеет навыки выработки решений профессиональных задач	ПС: 06.017; Руководитель разработки программного обеспечения ПС: 06.014; Менеджер по информационным технологиям
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический			
Разработка требований и проектирование программного обеспечения	ПК-5. Способен проектировать и разрабатывать компоненты программного обеспечения на основе современных	Знает современные технологии проектирования и разработки программных систем. Умеет проектировать и разрабатывать программные средства и элементы программных	ПС: 06.001 Программист ПС: 06.003 Архитектор программного обеспечения ПС: 25.030 Специалист по проектированию и разработке наземных АСУ КА

⁴ Под анализом опыта понимается анализ отечественного и зарубежного опыта, международных норм и стандартов, форсайт-сессии, фокус-группы и пр.

	парадигм, технологий и языков программирования	комплексов. Имеет навыки работы с современными средами программирования	
Концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности на основе анализа требований заинтересованных лиц.	ПК-6. Способен обрабатывать, анализировать данные и делать выводы, используя соответствующий математический аппарат и современные прикладные программные средства	Знает методы и средства анализа данных. Умеет использовать математический аппарат для анализа полученной информации. Имеет навыки обработки данных при помощи современных программных средств	ПС: 06.022 Системный аналитик ПС: 40.057 Специалист по автоматизированным системам управления
Тип задач профессиональной деятельности: педагогический			
Преподавание по программам среднего, среднего профессионального образования и дополнительным профессиональным программам	ПК-7. Способен преподавать математику и информатику в средней школе, специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения	Знает методику преподавания математики и информатики для учащихся школ и специальных учебных заведений. Умеет учитывать уровень подготовки и психологию аудитории.	ПС 01.001 «Педагог» ПС 01.003 «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», ПС 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования».

Раздел 5. ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ОПОП

5.1. Рекомендуемый объем обязательной части образовательной программы.

Согласно положениям Федерального закона №273-ФЗ образовательная программа включает обязательную часть (базовую) и часть, формируемую участниками образовательных отношений (вариативную). Это обеспечивает возможность разработки и реализации в рамках одного направления подготовки ОПОП, ориентированных на разный набор задач профессиональной деятельности и (или) имеющих различные направленности (профили).

Рекомендуемый объем обязательной части, без учета объема государственной итоговой аттестации, 60 процентов общего объема программы бакалавриата.

5.2. Рекомендуемые типы практики

учебная, производственная

5.3. Примерный учебный план и примерный календарный учебный график.

Примеры учебных планов можно также найти на сайтах

МГУ (<https://cs.msu.ru/node/1782>)

СПбГУ (<http://math.spbu.ru/rus/study/plans.html>)

НГУ (<http://mmf.nsu.ru/bachelor-programs#amathi-bac>)

НИУ ВШЭ (<https://www.hse.ru/ba/ami/spec>)

и других университетов России.

**Примерный базовый учебный план
для образовательных программ бакалавриата
по направлению 01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА**

Срок обучения в соответствии с ФГОС – 4 года

Наименование элемента программы		Общая трудоемк ость	Распределение по периодам обучения								Коды компетенций
			1	2	3	4	5	6	7	8	
БЛОК 1	Дисциплины (модули)	204-222									
	БАЗОВАЯ ЧАСТЬ)*	120-160									
	Философия	6-8							+		УК-1 УК-5 УК-6
	История		+								
	Иностранный язык	12-16	+	+	+	+					УК-4
	Безопасность жизнедеятельности	2		+							УК-8
	Физическая культура	2	+	+	+	+	+	+			УК-7
	Модуль «Анализ» (например, математический анализ, теория функций комплексного переменного, функциональный анализ)	20-28	+	+	+	+	+				ОПК-1 УК-1, ПК-1
	Модуль Алгебра и Геометрия, (например, алгебра, линейная алгебра и геометрия)	10-14	+	+	+						ОПК-1 УК-1, ПК-1
	Модуль Дифференциальные уравнения (например, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики)	10-15			+		+	+			УК-1, ОПК-1 ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Модуль (например, информатика, программирование, алгоритмизация, базы данных, операционные системы)	18-27	+	+	+	+	+	+			ОПК-3, ОПК-4 ПК-5
	Модуль Стохастический анализ (например, теория вероятностей, математическая статистика, случайные процессы)	8-12				+	+	+			ОПК-1 ОПК-2 ПК-6
	Модуль Дискретная математика (например, комбинаторика, математическая логика, дискретная математика)	6-9		+	+						ОПК-1 ОПК-2
	Модуль Оптимизация	8-12					+	+	+		УК-1, ОПК-1, ОПК-2

	(например, <i>методы оптимизации/ исследование операций, теория управления/оптимальное управление</i>)										ПК-2, ПК-4,
	Модуль Вычислительная математика (например, <i>численные методы, компьютерный практикум</i>)	12-18	+	+	+	+	+	+			ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4 ПК-5
	Модуль естественно-научных дисциплин (например, <i>механика, физика</i>)	8-14		+	+	+					ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 ПК-1 ПК-2
	ВАРИАТИВНАЯ ЧАСТЬ)**	56-96									
	В том числе, дисциплины (модули) по выбору студента										
	Модуль подготовки по основному виду профессиональной деятельности – научно-исследовательской деятельности в соответствии с направленностью (профилем) программы)** (<i>Специальные курсы, специальные семинары, курсовые работы; научно-исследовательский семинар; дисциплины, углубляющие знания в определяемой профилем области математики, физики</i>)				+	+	+	+	+		ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4 ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-4, УК-2, УК-3, УК-4
	Модуль подготовки по основному виду профессиональной деятельности – производственно-технологической деятельности и проектной в соответствии с направленностью (профилем) программы)** (<i>Управление проектами, Проектный семинар, Специальные курсы, специальные семинары, спецпрактикумы, курсовые работы</i>)						+	+	+	+	
	Модуль подготовки по основному виду профессиональной деятельности – педагогической деятельности)*** (<i>Психология и педагогика, Компьютерные технологии в науке и образовании, Методика обучения математике и информатике</i>)						+	+	+	+	
	Модуль дополнительного профиля)** (<i>Биоинформатика/Астрофизика/Квантовая физика/Логистика/Финансовая математика</i>)						+	+	+	+	
БЛОК 2	ПРАКТИКИ (учебная практика, производственная практика, преддипломная практика/НИР (включая выполнение ВКР), учебный проект, исследовательский проект, научно-исследовательская работа студента (включая выполнение ВКР))	12-38		+	+	+	+	+	+	+	ПК1-ПК-7 ОПК-1-ОПК-4

БЛОК 3	ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ	9									
	Государственный экзамен (при наличии)	3								+	ОПК-1-ОПК-4
	Подготовка к защите и Защита выпускной квалификационной работы	6								+	ПК-1-ПК-4
ВСЕГО		240									

)* Дисциплины (модули), относящиеся к базовой части программы бакалавриата, являются обязательными для освоения обучающимся вне зависимости от направленности (профиля) программы бакалавриата, которую он осваивает. Набор дисциплин (модулей), относящихся к базовой части программы бакалавриата, организация определяет самостоятельно в объеме, установленном ФГОС ВО, с учетом примерной основной образовательной программы.

)** Дисциплины (модули), относящиеся к вариативной части программы бакалавриата и практики, определяют направленность (профиль) программы бакалавриата. Набор дисциплин (модулей), относящихся к вариативной части программы бакалавриата и практик, организация определяет самостоятельно в объеме, установленном ФГОС ВО.

)**) Модуль может быть предложен студентам, которые выбрали соответствующий тип задач профессиональной деятельности.

Другие примеры учебных планов можно найти на сайтах МГТУ им. Баумана (http://www.bmstu.ru/content/plans-2013/study_programs/bachelors/fn.pdf), ВГУ (<http://www.education.vsu.ru/ru/faculty/mathematical>), ЮУрГУ (<http://www.susu.ru/ru/plan/010304-2015-40-prikladnaya-matematika-19721-0>), НИУ ВШЭ (<https://www.hse.ru/standards/plans/59662700/>)

Примерный календарный учебный график

Курсы	Теоретическое обучение	Экзаменационная сессия	Учебная практика/учебный проект	Производственная практика	Преддипломная практика/исследовательский проект/НИР	Итоговая государственная аттестация		Каникулы	Всего
						Защита ВКР	Госэкзамен		
I	34	6	2	-		-	-	10	52
II	34	6	2	-		-	-	10	52
III	34	6	2	3		-	-	7	52
IV	26	4	-	-	6	4	2	10	52
Итого:	130	22	6	3	4	2	2	37	208

5.4. Примерные программы дисциплин (модулей) и практик⁵

Ниже приводятся примеры структурного оформления рабочих программ учебных дисциплин. Другие примеры программ учебных дисциплин можно найти на сайтах

МГУ (<https://cs.msu.ru/node/1782>)

СПбГУ (<http://math.spbu.ru/rus/study/plans.html>)

НГУ (<http://mmf.nsu.ru/bachelor-programs#amathi-bac>)

НИУ ВШЭ (<https://www.hse.ru/ba/ami/спеc>)

и других университетов России.

⁵ Учебные практики могут входить в состав крупных образовательных модулей

Дисциплина Математический анализ

(автор программы – д.ф.-м.н., доцент ДПМ МИЭМ НИУ ВШЭ Лебедев В.В., приводится в сокращенном виде, полная программа доступна по ссылке https://www.hse.ru/data/2016/09/22/1117080460/program-1505863695-_m7ktRza6n.pdf)

1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов направления 01.03.04 «Прикладная математика» подготовки бакалавра, изучающих дисциплину «Математический анализ».

Программа разработана в соответствии с:

1. ОС НИУ ВШЭ для направления 01.03.04 «Прикладная математика» подготовки бакалавра.
2. Образовательной программой «Прикладная математика» для направления 01.03.04 «Прикладная математика» подготовки бакалавра.
3. Объединенным учебным планом университета по образовательной программе «Прикладная математика» подготовки бакалавра, утвержденным в 2016 г.

2. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Математический анализ являются:

- приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, содействие фундаментализации образования, формирование естественнонаучного мировоззрения и развитие системного мышления;
- ознакомление студентов с основными понятиями и методами теории пределов, дифференциального и интегрального исчисления функций одного и нескольких действительных переменных.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

- Знать основные положения теории пределов и непрерывных функций, теории числовых и функциональных рядов, теории интегралов, зависящих от параметра, теории неявных функций и её приложений к задачам на условный экстремум, теории поля; основные теоремы дифференциального и интегрального исчисления функций одного и нескольких переменных.
- Уметь определять возможности применения теоретических положений и методов математического анализа для постановки и решения конкретных прикладных задач; решать основные задачи на вычисление пределов функций, их дифференцирование и интегрирование, на вычисление интегралов, на разложение функций в ряды.
- Иметь навыки (приобрести опыт) использования стандартных методов и моделей математического анализа и их применения к решению прикладных задач.

В результате освоения дисциплины студент приобретает компетенции:

Компетенция	Код по ОС ВШЭ	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции	Форма контроля уровня сформированности компетенции
Способен вести исследовательскую деятельность, включая анализ проблем, постановку целей и задач, выделение объекта и предмета исследования, выбор способа и методов исследования, а также оценку его качества	УК-6 СК-Б7	Формируется на протяжении всего учебного процесса	Текущий контроль в течение каждого модуля. Промежуточные и итоговый экзамены.
Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при разработке математических моделей и методов для объектов, процессов и систем в инженерной практике	ПК-10 ИК-10	Формируется на протяжении всего учебного процесса	Текущий контроль в течение каждого модуля. Промежуточные и итоговый экзамены.
Способен интерпретировать и анализировать результаты научных экспериментов	ПК-14 ИК-14	Формируется в процессе выполнения самостоятельных работ и в процессе аудиторной работы	Текущий контроль в течение каждого модуля. Промежуточные и итоговый экзамены.
Способен работать с различными источниками информации, способен фильтровать и сужать массив знаний под задачу	ПК-16 ИК-16	Формируется в процессе самостоятельной работы с текстами лекций и учебниками	Текущий контроль в течение каждого модуля. Промежуточные и итоговый экзамены.

4. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к циклу математических и естественнонаучных дисциплин и блоку дисциплин, обеспечивающих базовую подготовку.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях и умениях приобретённых в рамках школьной программы по математике.

Для освоения учебной дисциплины от студентов не требуется знаний и умений, выходящих за рамки школьной программы.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

«Дифференциальные уравнения»; «Теория функций комплексного переменного»; «Функциональный анализ»; «Теория вероятностей, математическая статистика и теория случайных процессов»; «Уравнения математической физики»; «Методы оптимизации»; «Исследование операций»; «Физика»; «Математическое моделирование»; «Численные методы»; «Теория управления»; «Случайные процессы и теория массового обслуживания».

5. Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы		Самостоятельная работа
			Лекции	Семинары	
	Первый курс				
1	Множества и их отображения. Действительные числа (структура вещественной прямой). Последовательности и их пределы.	39	7	7	25
2	Пределы и непрерывность функций	72	16	16	40
3	Производная, основные теоремы и методы дифференциального исчисления. Элементарные асимптотические формулы. Исследование функций	89	20	20	49

	при помощи производных.				
4	Неопределённый интеграл	46	8	8	30
5	Определённый интеграл	46	8	8	30
6	Несобственные интегралы	52	9	9	34
7	Числовые ряды	58	14	14	30
8	Функции нескольких переменных. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.	138	38	38	62
9	Функциональные последовательности и ряды	37	9	11	17
10	Степенные ряды. Ряды Тейлора.	31	7	9	15
	Итого:	608	136	140	332
Второй курс					
11	Ряды Фурье				
12	Интегралы, зависящие от параметра				
13	Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы. Элементы теории поля.				
	Итого:	152			

6. Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	1 год				2 год		Параметры
		1	2	3	4	1		
Текущий	Контрольная работа	*	*	*	*			письменная работа 80 минут
	Коллоквиум	*	*			*		устный коллоквиум 80 минут
	Домашнее задание				*	*		письменная работа
Промежуто- чный	Экзамен		*		*			устный экзамен 240 минут
Итоговый	Экзамен					*		устный экзамен 240 минут

7. Критерии оценки знаний, навыков

Контрольная работа состоит в решении стандартных задач по материалам курса, требующих технических навыков. Ошибки технического характера (в умеренном количестве) не влекут значительного снижения оценки. Наличие правильного подхода к решению задачи (даже при отсутствии его технической реализации) учитывается в пользу студента.

Домашнее задание подразумевает решение стандартных задач по материалам курса (на основе знания теории), требующих продолжительного времени для их решения.

На коллоквиуме проверяется: 1) умение студента формулировать основные определения курса; 2) умение формулировать основные утверждения курса без доказательств. Оценка выставляется с учётом двух этих аспектов. Выставляемая оценка за контрольную работу, домашнее задание, или коллоквиум равна среднему арифметическому полученных студентом оценок (по 10-ти балльной шкале) за отдельные задачи (вопросы на коллоквиуме).

На экзамене проверяется умение студента: 1) формулировать и доказывать теоремы курса (демонстрируя при этом знание соответствующих определений); 2) решать стандартные задачи курса. При доказательстве теорем допустимо пользоваться соображениями и понятиями, выходящими за рамки курса. При этом, однако, студент должен продемонстрировать знание соответствующих определений и методов.

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

8. Содержание дисциплины

Изложение строится по разделам. Для освоения каждого из 13 разделов предусмотрено обсуждение фундаментальных понятий дисциплины, их взаимосвязей, решение теоретических и вычислительных задач.

1 год обучения

Раздел 1. Множества и их отображения. Действительные числа (структура вещественной прямой). Последовательности и их пределы.

Понятие множества. Понятие отображения. Знаки включения, объединения и пересечения. Кванторы $\exists$ и $\forall$. Необходимые, достаточные и равносильные условия. Знаки импликации $\Rightarrow$, $\Leftarrow$ и $\Leftrightarrow$. Действительные числа и числовая прямая. Модуль действительного числа и его свойства. Метод математической индукции. Определение и запись последовательности. Ограниченные и неограниченные множества на прямой. Понятие функции. График функции. Ограниченные функции, ограниченные последовательности. Окрестности точек и окрестности $\pm\infty$ и ∞ . Предел последовательности. Верхняя и нижняя грань множества. Предел монотонной последовательности. Бесконечно малые последовательности. Бесконечно большие последовательности; их связь с бесконечно малыми. Арифметические действия над сходящимися последовательностями. Переход к пределу в неравенствах. Число e .

Литература: [1, глава 1], [2, отдел 1, §§1-4].

Раздел 2. Пределы и непрерывность функций.

Проколотые окрестности и полуокрестности. Пределы функций (в том числе односторонние). Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Арифметические действия с пределами. Предельный переход в неравенствах. Теорема о замене переменной в пределах. Еще раз число e . Символ o . Эквивалентные функции. Символ O . Непрерывность в точке (в том числе односторонняя). Классификация точек разрыва. Непрерывность основных элементарных функций. Простейшие асимптотические формулы. Теорема Коши о промежуточном значении. Арифметические действия с непрерывными функциями. Непрерывность суперпозиции. Непрерывность обратной функции. Теорема о непрерывности элементарных функций. Лемма о вложенных отрезках. Подпоследовательность. Теорема Больцано–Вейерштрасса (о выделении сходящейся подпоследовательности). Верхняя (нижняя) грань функции. Теорема Вейерштрасса о наибольшем (наименьшем) значении. Равномерная непрерывность Теорема Кантора.

Литература: [1: глава 2; глава 1, §§ 3-4], [2, отдел 1, §§5-9].

Раздел 3. Производная, основные теоремы дифференциального исчисления. Элементарные асимптотические методы. Исследование функций при помощи производных.

Определение производной (в том числе односторонней). Производные основных элементарных функций. Геометрический и механический смысл производной. Касательная и нормаль к графику функции. Формула линеаризации. Связь дифференцируемости и непрерывности. Линейность операции дифференцирования. Производные произведения и отношения двух функций. Производная суперпозиции. Производная обратной функции. Производные обратных тригонометрических функций. Производные высших порядков. Точки экстремума. Теорема Ферма. Задача о максимуме и минимуме функции на замкнутом интервале (отрезке). Теорема Ролля. Теорема Лагранжа. Условия постоянства и монотонности функции. Теорема Коши. Правила Лопиталя. Многочлен Тейлора. Формулы Тейлора с остаточным членом в форме Пеано и в форме Лагранжа. Формулы Тейлора для некоторых элементарных функций. Использование формулы Тейлора–Лагранжа в приближенных вычислениях. Использование формул Тейлора–Пеано для асимптотического исследования функций. Выпуклость, вогнутость, точки перегиба графика функции. Исследование функций при помощи 2-й производной и производных высших порядков. Асимптоты графика функции.

Литература: [1, главы 3-4], [2, отдел 2, §§1-13].

Раздел 4. Неопределенный интеграл.

Первообразная и неопределенный интеграл. Таблица основных интегралов. Линейность неопределенных интегралов. Замена переменного. Дифференциал. Внесение под знак

дифференциала. Интегрирование по частям. Интегрирование рациональных функций. Интегралы, сводящиеся к интегралам от рациональных функций. Эйлерова подстановка.

Литература: [1, глава 8], [2, отдел 3].

Раздел 5. Определенный интеграл.

Определенный интеграл, его геометрический смысл. Функции, интегрируемые на отрезке. Линейность и аддитивность определенного интеграла. Ограниченность интегрируемой функции. Критерий интегрируемости. Интегрируемость непрерывных и кусочно непрерывных функций. Интегрируемость модуля интегрируемой функции и соответствующее неравенство. Интегрирование неравенств. Интегральная теорема о среднем. Производная интеграла с переменным верхним пределом. Формула Ньютона–Лейбница. Замена переменной в определенном интеграле, интегрирование по частям. Геометрические и механические приложения определенных интегралов. Приближенное вычисление определенных интегралов.

Литература: [1, главы 9-10], [2, отдел 4, §§1-3,5-11].

Раздел 6. Несобственные интегралы.

Несобственные интегралы 1-го рода. Несобственные интегралы 2-го рода. Теоремы сравнения для несобственных интегралов от неотрицательных функций. Абсолютная сходимость несобственных интегралов.

Литература: [1, глава 13], [2, отдел 4, §§4]

Раздел 7. Числовые ряды.

Числовые ряды. Свойства сходящихся рядов. Ряды с неотрицательными членами. Теоремы сравнения. Признак Даламбера и радикальный признак Коши. Интегральный признак сходимости. Абсолютная сходимость рядов. Перестановки членов в абсолютно сходящемся ряде. Признак Лейбница сходимости знакочередующихся рядов.

Литература: [1, глава 11], [2, отдел 5, §§1-3].

Раздел 8. Функции нескольких переменных. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.

Пространство R^n . Расстояние и шар в R^n . Окрестность и проколота окрестность точки в R^n . Предел последовательности точек в R^n . Ограниченные, открытые, замкнутые множества в R^n . Граница множества, связное множество. Область. Теорема Больцано–Вейерштрасса. Функции нескольких переменных. График. Множество уровня. Предел. Непрерывность. Теорема Коши о промежуточном значении непрерывных функций. Теорема Вейерштрасса о наибольшем и наименьшем значении. Частные производные 1-го и высших порядков. Теорема Шварца о смешанных производных. Дифференцируемые функции. Связь дифференцируемости и непрерывности. Достаточное условие дифференцируемости в терминах частных производных. Градиент. Производная по направлению. Формула линеаризации. Касательная плоскость. Матрица Якоби и дифференцирование суперпозиции. Формула Тейлора с остаточным членом Лагранжа второго порядка. Экстремумы функции нескольких переменных. Задача об условном экстремуме. Теорема о неявной функции, ее геометрический смысл. Дифференцирование неявной функции. Правило множителей Лагранжа. Задача о максимуме и минимуме функции в замкнутой области.

Литература: [1, главы 5-6], [2, отдел 6].

Раздел 9. Функциональные последовательности и ряды.

Поточечная сходимость функциональной последовательности и ее предел. Множество сходимости функциональной последовательности. Поточечная сходимость функционального

ряда и его сумма. Множество сходимости функционального ряда. Равномерно сходящиеся функциональные последовательности и ряды, их свойства. Критерий равномерной сходимости. Необходимое условие равномерной сходимости. Условие Вейерштрасса, достаточное для равномерной сходимости. Интегрирование и дифференцирование предельной функции. Интегрирование и дифференцирование функциональных рядов.

Литература: [1, глава 12], [2, отдел 5, §4].

Раздел 10. Степенные ряды. Ряды Тейлора.

Множество сходимости степенного ряда. Радиус сходимости. Дифференцирование и интегрирование степенных рядов. Теорема единственности для степенных рядов. Функции, являющиеся суммами степенных рядов. Ряд Тейлора; достаточное условие его сходимости к исходной функции. Ряды Тейлора основных элементарных функций. Использование рядов Тейлора для приближенного вычисления интегралов.

Литература: [1, глава 12], [2, отдел 5, §5].

2 год обучения

Раздел 11. Ряды Фурье.

Метрические, линейные нормированные и евклидовы пространства. Неравенство Коши–Буняковского. Ортогональность. Линейная оболочка. Ортогональная проекция. Задача о наилучшем приближении в евклидовом пространстве. Процедура ортогонализации. Всюду плотные множества в метрическом пространстве. Полнота системы векторов в евклидовом пространстве. Теорема о разложении в ряд Фурье по полной ортонормированной системе. Равенство Парсеваля. Пространство $C_2([-\pi, \pi])$. Среднеквадратичная сходимость. Связь поточечной, равномерной и среднеквадратичной сходимости. Пространство $C([-\pi, \pi])$. Теоремы Вейерштрасса об аппроксимации алгебраическими и тригонометрическими полиномами. Ортонормированность и полнота тригонометрической системы в $C_2([-\pi, \pi])$. Ряд Фурье по тригонометрической системе. Теорема о среднеквадратичной сходимости. Ряды по синусам и по косинусам. Теоремы о равномерной и поточечной сходимости тригонометрических рядов Фурье. Ряд Фурье в комплексной форме. Ряды Фурье на отрезке $[-l, l]$.

Литература: [1, глава 19-20], [2, отдел 5, §6].

Раздел 12. Интегралы, зависящие от параметра.

Непрерывность и дифференцируемость функции, определенной с помощью интеграла, зависящего от параметра. Несобственные интегралы, зависящие от параметра.

Литература: [1, глава 14], [2, отдел 7].

Раздел 13. Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы. Элементы теории поля.

Двойной интеграл. Определение, свойства. Сведение к повторному. Якобиан и замена переменных в двойном интеграле. Полярные координаты. Механические приложения. Интеграл от скалярной функции по плоской кривой. Интеграл плоского векторного поля по плоской кривой. Скалярный и векторный дифференциалы длины; их применения к вычислению интегралов по кривым. Формула Грина. Плоские потенциальные поля. Восстановление потенциала. Тройной интеграл. Сведение к повторному. Якобиан и замена переменных в тройном интеграле. Сферические и цилиндрические координаты. Геометрические и механические приложения тройных интегралов. Интеграл от скалярной функции по кривой в R^3 . Интеграл от векторного поля по кривой в R^3 . Скалярный и векторный дифференциалы длины; их применения к вычислению интегралов по кривым. Интеграл от скалярной функции по поверхности. Поток векторного поля через поверхность. Векторный и скалярный дифференциалы площади; их применение к вычислению интегралов по поверхностям. Формула

Остроградского–Гаусса. Дивергенция. Условие равенства нулю потока через любую замкнутую поверхность. Формула Стокса. Потенциальные поля в R^3 . Восстановление потенциала.

Литература: [1, главы 15-18], [2, отдел 8].

9. Образовательные технологии

Образовательные технологии не предусмотрены.

10. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

Оценочные средства для оценки качества освоения дисциплины в ходе текущего контроля

Типовые варианты контрольных работ и домашних заданий. Примерные вопросы к коллоквиумам.

1 год обучения

Контрольная работа. Пределы функций.

Раздел 2. Модуль 1.

Найти пределы: $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt[3]{a+x} - \sqrt[3]{a-x}}{x}$; $\lim_{x \rightarrow \pi/4} \frac{\sqrt{2} \cos x - 1}{1 - \operatorname{tg}^2 x}$; $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln \cos x}{3x^2 - 1}$;
 $\lim_{x \rightarrow +\infty} \left(\sqrt[3]{x^3 + 9x^2} - \sqrt[5]{x^5 - 4x^3} \right)$; $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{2 \cos 2x + \sin 3x^2 - 2}{x^2}$; $\lim_{x \rightarrow \pi/4} (\operatorname{tg} x)^{\operatorname{tg} 2x}$.

Коллоквиум. Пределы функций. Непрерывность функций.

Раздел 2. Модуль 1.

1. Сформулируйте лемму о предельном переходе в неравенствах.
2. Сформулируйте лемму о вложенных отрезках.
3. Дайте определение функции равномерно непрерывной на промежутке.

Контрольная работа. Производные.

Раздел 3. Модуль 2.

1. Вычислить производные функций: $y = \frac{e^{x^2}}{\sqrt[3]{\operatorname{ctg} 3x}}$; $y = \ln \cos e^{-2x}$;
 $y = \ln \ln \sin x$; $y = (\arcsin 2x)\sqrt{\sin 3x}$; $y = x^{x^2}$.
2. Провести линеаризацию функции $f(x) = \sqrt[3]{6 + \sqrt{x}}$ в точке $x_0 = 4$. Написать уравнение касательной к графику этой функции в точке с абсциссой x_0 .

Коллоквиум. Неопределённый и определённый интеграл.

Разделы 4, 5. Модуль 2.

1. Запишите формулу интегрирования по частям для неопределённого интеграла. Вычислите

$$\int \frac{\ln x}{x} dx.$$

- Сформулируйте теорему о производной интеграла с переменным верхним пределом и выведите формулу Ньютона-Лейбница.
- Изложите метод (центральных) прямоугольников для приближённого вычисления определённого интеграла. Запишите оценку для ошибки.

Контрольная работа. Числовые ряды.

Раздел 7. Модуль 3.

- Исследовать на сходимость ряды:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3n^2 + 2n + \ln n}{n^5 + ne^n + 3n}, \quad \sum_{n=1}^{\infty} \sqrt{n} \left(1 - \cos \frac{1}{n}\right), \quad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2}{(3 + 1/n)^n}, \quad \sum_{n=1}^{\infty} \left(\cos \frac{1}{n^2}\right)^{-n^5}.$$

- Исследовать на сходимость и абсолютную сходимость ряды:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2 + \ln n}, \quad \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{n+1}{10n}, \quad \sum_{n=1}^{\infty} \left(\sqrt[13]{1 + \frac{(-1)^{n+1}}{n}} - 1 \right).$$

Домашнее задание. Функции нескольких переменных.

Раздел 8. Модуль 4.

- Дана функция $f(x, y) = 1/\sqrt{4x^2 - y^2}$. На плоскости XOY изобразите множество, где функция f определена. Является ли это множество открытым, замкнутым, областью. Изобразите множества $f(x, y) > 0$, $f(x, y) < 0$, а также линии уровня $f(x, y) = 1$, $f(x, y) = 2$, $f(x, y) = 3$.

- Дана функция $f(x, y) = y^2 + \arctg(x/y) - \ln(x^2 + y^2)$. Найдите все производные первого и второго порядка этой функции и вычислите их значения в точке $(x_0, y_0) = (0, 1)$.

- Для функции $f(x, y) = e^{x \sin y}$. Запишите для этой функции формулу линеаризации в точке $(x_0, y_0) = (0, 0)$. Запишите уравнение касательной плоскости к графику этой функции в соответствующей точке.

- Функция $y = y(x)$ задана неявно условиями

$$4x^5 + x^3y^3 - 5y^2, \quad y(1) = 1.$$

Запишите для этой функции формулу Тейлора-Пеано второго порядка в точке $x_0 = 1$.

- Исследуйте на экстремум функцию $z = 2x^2y + 3xy^2 - 18xy$.
- Найдите наибольшее и наименьшее значение функции $w = x + 2y^3 - z^3$ в шаре $x^2 + y^2 + z^2 \leq 1$.

Контрольная работа. Функциональные последовательности и ряды.

Разделы 9–10. Модуль 4.

- Исследуйте на поточечную и равномерную сходимость заданную последовательность функций на указанном множестве:

$$\text{а) } f_n(x) = \ln \left(x + \frac{1}{n} \right), \quad x > 1; \quad \text{б) } f_n(x) = \sin \frac{x}{n}, \quad |x| \leq 1.$$

- Исследуйте на поточечную и равномерную сходимость заданный функциональный ряд на указанном множестве:

$$\text{а) } \sum_{n=1}^{\infty} x^4 e^{-nx}, \quad x > 0; \quad \text{б) } \sum_{n=1}^{\infty} \sin \left(\frac{x + \sqrt{n}}{n^2 + n} \right), \quad x \in \mathbb{R}.$$

3. Найдите множество сходимости данного степенного ряда:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n}{\sqrt{n^2+1}} (x+2)^2.$$

4. При помощи разложения по степеням x вычислите данный интеграл с точностью 10^{-2} :

$$\int_0^1 x \sin x^3 dx.$$

Обоснуйте возможность почленного интегрирования.

2 год обучения

Коллоквиум. Кратные интегралы и теория поля.

Раздел 13. Модуль 1.

1. Определите якобиан отображения $\varphi: D \rightarrow \mathbb{R}^2$ плоской области D и объясните его геометрический смысл. Запишите формулу замены переменной в двойном интеграле.

2. Дайте определение интеграла от функции f по кривой l в $\mathbb{R}^3$. Поясните его физический смысл. Чему равен $\int_l 1 dl$?

3. Запишите формулу Остроградского–Гаусса.

Домашнее задание. Кратные интегралы и теория поля.

Раздел 13. Модуль 1.

1. Найдите массу и центр тяжести эллипсоида $\rho = x^2 + 4y^2 + 9z^2 \leq 16$, если плотность задана следующим образом: $\rho = |z|$.

2. Покажите, что векторное поле

$$\vec{F} = \left(\frac{1}{\sin^2 x} - \frac{\cos 3y}{x} \right) \vec{i} + \left(3 \sin 3y \ln x + \frac{1}{2y+5} \right) \vec{j}$$

является потенциальным. Найдите потенциал и вычислите работу этого поля на пути от $A(1,2)$ до $B(2,3)$.

3. Вычислите площадь поверхности, являющейся графиком функции

$$z = \sqrt{x^2 + y^2 - 8x + 2y + 17},$$

заданной в области, ограниченной кривыми $y = x^2$, $y = -x$, $y = -3x$.

4. Пользуясь формулой Остроградского–Гаусса, найдите поток векторного поля $\vec{F} = 7x\vec{i} + 9\pi y\vec{j} + \vec{k}$ через поверхность тетраэдра, ограниченного плоскостями

$$x + \frac{1}{3}y + z = 1, \quad x = 0, \quad y = 0, \quad z = 0.$$

Вычислите этот же поток непосредственно и убедитесь в совпадении результатов.

5. Найдите дивергенцию и ротор поля $\vec{F} = c \times \nabla u$, где $c = 2\vec{i} + \vec{k}$, $u = xy + yz$.

Примеры заданий промежуточной и итоговой аттестации

Примерный перечень вопросов к экзаменам по всему курсу.

1 год обучения. Модули 1-2.

1. Расскажите о числах: натуральных, целых, рациональных и иррациональных. Расскажите о числовой прямой $\mathbf{R}$ и отождествлении её точек с числами. Расскажите о модуле числа и о том, как измеряется расстояние между точками на прямой. Докажите, что число $\sqrt{2}$ иррациональное.

2. Докажите, что как рациональные так и иррациональные числа расположены на

прямой всюду плотно, т.е. докажите, что любой интервал содержит и те и другие числа.

3. Расскажите о методе индукции. Докажите, что $5 \cdot 2^{3n-2} + 3^{3n-1}$ делится на 19 при любом натуральном n .

4. Докажите неравенство между средним арифметическим и средним геометрическим.

5. Расскажите о понятии множества и отображения. Что такое суперпозиция отображений? Что такое обратное отображение?

6. В каком случае мы говорим, что множество на прямой является ограниченным сверху (снизу)? Дайте определение ограниченного множества. Докажите, что конечное объединение ограниченных множеств является ограниченным множеством.

7. Расскажите о понятии функции, заданной на подмножестве прямой. Дайте определения функции ограниченной сверху (снизу), ограниченной функции, монотонной функции, суперпозиции функций и обратной функции. Дайте определение графика функции. Приведите примеры.

8. Дайте определение последовательности. Что такое монотонная последовательность? Что такое ограниченная сверху (снизу) последовательность? Что такое ограниченная последовательность?

9. Дайте определение окрестности $O(a)$ точки $a \in \mathbb{R}$. Дайте определение окрестностей $O(+\infty)$, $O(-\infty)$, $O(\infty)$. Дайте определения соответствующих δ -окрестностей.

10. Дайте определение пределов $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = a$, $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = +\infty, -\infty, \infty$. Докажите теорему о единственности предела последовательности. Что такое сходящаяся последовательность?

11. ...

1 год обучения. Модули 3-4.

1. Дайте определение несобственного интеграла 1-го рода (по бесконечному промежутку). Вычислите по определению

$$\int_0^{\infty} x e^{-x} dx.$$

2. Дайте определение несобственного интеграла 2-го рода (от неограниченной функции по конечному промежутку). Вычислите по определению

$$\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{x}}.$$

3. Расскажите о вычислении несобственных интегралов при помощи замены переменной, внесения под знак дифференциала, интегрировании по частям. Вычислите интегралы

$$\int_0^{\infty} x e^{-x} dx, \quad \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{x}}.$$

4. Расскажите с обоснованием о поведении несобственных интегралов

$$\int_1^{\infty} \frac{dx}{x^{\alpha}}, \quad \int_0^1 \frac{dx}{x^{\alpha}}, \quad \int_a^b \frac{dx}{(x-a)^{\alpha}}, \quad \int_a^b \frac{dx}{(b-x)^{\alpha}}.$$

5. Выведите признак сравнения для несобственных интегралов от неотрицательных функций. Выведите предельный признак сравнения (интегралы от эквивалентных функций сходятся или расходятся одновременно).

6. Дайте определение абсолютной сходимости несобственных интегралов и докажите теорему об абсолютной сходимости. Покажите, что несобственные интегралы

$$\int_1^{\infty} \frac{\sin x}{x^{\alpha}} dx, \quad \int_1^{\infty} \frac{\cos x}{x^{\alpha}} dx$$

сходятся абсолютно при $\alpha > 1$.

7. Покажите, что несобственные интегралы

$$\int_1^{\infty} \frac{\sin x}{x^{\alpha}} dx, \quad \int_1^{\infty} \frac{\cos x}{x^{\alpha}} dx$$

сходятся при $0 < \alpha \leq 1$, но абсолютной сходимости нет.

8. Дайте определение частичной суммы числового ряда. Дайте определение сходящегося числового ряда и его суммы. Сформулируйте основные свойства числовых рядов. Покажите, что если ряд сходится, то его члены стремятся к 0. Укажите пример, показывающий, что обратное не верно.

9. Докажите, что ряд Дирихле $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^{\alpha}}$ сходится при $\alpha > 1$ и расходится при $\alpha \leq 1$.

10. Выведите признак сравнения для числовых рядов с неотрицательными членами. Выведите предельный признак сравнения (ряды с эквивалентными членами сходятся или расходятся одновременно).

11. ...

2 год обучения. Модули 1-2.

1. Дайте определение метрического пространства. Приведите примеры. Дайте определение сходящейся последовательности в метрическом пространстве и ее предела. Докажите, что предел (если он существует) – единственен.

2. Дайте определение линейного нормированного пространства. Приведите примеры. Покажите, что соотношение $\rho(x, y) = \|x - y\|$ определяет расстояние (метрику). Дайте определение сходящегося ряда в линейном нормированном пространстве и его суммы.

3. Дайте определение евклидова пространства (можно ограничиться вещественным случаем). Приведите примеры.

4. Выведите неравенство Коши–Буняковского. Покажите, что в евклидовом пространстве соотношение $\|x\| = \sqrt{(x, x)}$ определяет норму.

5. Когда говорят, что два вектора евклидова пространства ортогональны? Дайте определение ортонормированной системы векторов. Дайте определение линейной оболочки системы векторов.

6. Дайте определение ортогональной проекции вектора на подпространство. Докажите единственность ортогональной проекции и выведите формулу для ортогональной проекции вектора на подпространство $\Pi = \langle e_1, e_2, \dots, e_N \rangle$, являющееся линейной оболочкой конечной системы векторов $e_1, e_2, \dots, e_N$, образующих ортонормированную систему.

7. Сформулируйте задачу о наилучшем приближении заданного вектора евклидова пространства при помощи вектора из заданного подпространства Π . Сформулируйте и докажите теорему о связи ортогональной проекции и вектора наилучшего приближения в случае, когда $\Pi = \langle e_1, e_2, \dots, e_N \rangle$, где векторы $e_1, e_2, \dots, e_N$ образуют ортонормированную систему.

8. Изложите процедуру ортогонализации.

9. Дайте определение всюду плотного множества в метрическом пространстве. Дайте определение полной системы векторов в линейном нормированном пространстве. Приведите примеры.

10. Докажите теорему о разложении в ряд Фурье по полной ортонормированной системе в евклидовом пространстве.

11. ...

11. Порядок формирования оценок по дисциплине

В модуле 1-2 первого года проводится две контрольная работа и два коллоквиума:

$$O_{\text{накопл } 1,2} = \frac{1}{4}(O_{\text{кр}1} + O_{\text{кр}2} + O_{\text{кол}1} + O_{\text{кол}2});$$

В конце второго модуля проводится промежуточный экзамен.

$$O_{рез1,2} = \frac{1}{2}(O_{накопл1,2} + O_{экзамен}).$$

В модуле 3-4 первого года проводится две контрольные работы и один коллоквиум, даётся одно домашнее задание:

$$O_{накопл3,4} = \frac{1}{3}(O_{кр1} + O_{кр2} + O_{дз});$$

В конце четвёртого модуля проводится промежуточный экзамен:

$$O_{рез3,4} = \frac{1}{2}(O_{накопл3,4} + O_{экзамен}).$$

В модуле 1 второго года проводится один коллоквиум и даётся одно домашнее задание:

$$O_{накопл5} = \frac{1}{2}(O_{колл} + O_{дз}).$$

Накопленная итоговая оценка рассчитывается следующим образом:

$$O_{накопл/итоговая} = \frac{1}{5}(2 \cdot O_{рез1,2} + 2 \cdot O_{рез3,4} + O_{накопл5}).$$

В конце первого модуля проводится итоговый экзамен (по всему курсу).

Результирующая (идущая в диплом) оценка по учебной дисциплине формируется следующим образом:

$$O_{рез} = \frac{1}{2}(O_{накопл/итоговая} + O_{итоговый\ экзамен}).$$

Способ округления оценок на всех этапах контроля: в пользу студента.

Студент, получивший неудовлетворительную оценку (меньше 4 баллов по десятибалльной шкале) за контрольную работу или за коллоквиум может исправить свой результат, переписав (один раз) контрольную работу или пересдав (один раз) коллоквиум. Результат переписывания контрольной работы или пересдачи коллоквиума умножается на коэффициент 0.7, но первоначальная оценка не может ухудшиться.

При накопленной оценке выше 7 баллов и активной самостоятельной и аудиторной работе студент может (по его согласию!) быть освобождён преподавателем от сдачи промежуточного экзамена; в этом случае результирующая оценка совпадает с накопленной.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Базовый учебник

[1] Фихтенгольц Г. М. *Курс дифференциального и интегрального исчисления (в 3 томах)*,

8-е изд., М.: Физматлит, 2006. [Доступна электронная версия]

12.2. Основная литература

[2] Демидович Б. П. *Сборник задач и упражнений по математическому анализу (учебное пособие для вузов)*, М.: АСТ: Астрель, 2007. [Доступна электронная версия]

12.3. Дополнительная литература

[3] Курант Р., Роббинс Г. *Что такое математика?* М.: МЦНМО, 2001. [Доступна электронная версия]

12.4. Справочники, словари, энциклопедии

[4] *Математическая энциклопедия (в 5 томах)*, М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1977–1985. [Доступна электронная версия]

12.5. Программные средства

Программные средства не предусмотрены.

12.6. Дистанционная поддержка дисциплины

Дистанционная поддержка дисциплины не предусмотрена.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины
Материально-техническое обеспечение дисциплины не предусмотрено.

Примерная программа преддипломной практики

(автор – к.ф.-м.н., доцент Новикова Е.М., программа доступна по ссылке <https://www.hse.ru/ba/am/prac>)

1 Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, осуществляющих руководство практикой, учебных ассистентов и студентов направления подготовки 01.03.04 Прикладная математика.

Программа разработана в соответствии с:

- Образовательным стандартом по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика (квалификация бакалавр);
- Рабочим учебным планом университета по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика.

2 Цели проведения преддипломной практики

Целями проведения преддипломной практики являются:

- Закрепление знаний и умений, полученных студентами в течение всего времени обучения.
- Приобретение практического опыта, необходимого для профессиональной деятельности. Проверка возможностей самостоятельной работы будущего специалиста.
- Приобретение навыков самостоятельной научно-исследовательской работы.
- Сбор, систематизация, обобщение материалов для подготовки выпускной квалификационной работы.
- Разработка программы исследования по теме выпускной квалификационной работы. Разработка методов исследования и анализа результатов.
- Изучение специальной литературы по теме ВКР.

После прохождения преддипломной практики студент, вместе с руководителем ВКР, должен составить отчет о прохождении преддипломной практики.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Основные задачи преддипломной практики:

изучить:

- опыт работы в организации по математическим моделям, математическим методам, информационным системам и технологиям, накопленный штатными специалистами в конкретной предметной области;
- действующие стандарты, технические условия, положения и инструкции по эксплуатации аппаратных и программных средств вычислительной техники, оформлению технической документации;

- методы определения экономической эффективности исследований и разработок;
- специальную литературу по теме ВКР;

приобрести навыки:

- самостоятельной научно-исследовательской работы;
- использования программных продуктов;
- разработки программного обеспечения в соответствии с существующими стандартами;
- оформления результатов работы в соответствии с существующими стандартами.

В результате прохождения преддипломной практики студент осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС/НИУ	Дескрипторы – основные признаки (показатели результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
-------------	-----------------	---	---

Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Способен работать с информацией: находить, оценивать и использовать информацию из различных источников, необходимую для решения научных и профессиональных задач (в том числе на основе системного подхода)	СК-Б6	Способен разбираться в литературе, в том числе зарубежных научных статьях	самостоятельная работа
Способен вести исследовательскую деятельность, включая анализ проблем, постановку целей и задач, выделение объекта и предмета исследования, выбор способа и методов исследования, а также оценку его качества	СК-Б7	Способен выбирать соответствующие методы (в том числе численного моделирования) решения поставленной задачи	самостоятельная работа
Способен критически оценивать и переосмысливать накопленный опыт (собственный и чужой), рефлексировать профессиональную и социальную деятельность	СК-Б10	Демонстрирует владение основными математическими методами для решения поставленной задачи. Оценивает корректность применения различных методов	самостоятельная работа
Способен проектировать и разрабатывать компоненты программного обеспечения на основе современных парадигм, технологий и языков программирования	ПК-4	Владеет навыками разработки компонент программного обеспечения, демонстрирует владение соответствующим языком программирования	самостоятельная работа
Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при разработке математических моделей и методов для объектов, процессов и систем в инженерной практике	ПК-10	Демонстрирует знание дисциплин базовой части математического и естественнонаучного цикла при разработке решения поставленной задачи	самостоятельная работа
Способен использовать и развивать методы математического моделирования и применять аналитические и научные пакеты прикладных программ	ПК-11	Способен строить и анализировать модели для решения конкретных задач	самостоятельная работа
Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательской задачи математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализ и интерпретацию результатов, а также оценивать надежность и качество функционирования систем.	ПК-12	Способен анализировать полученные данные в ходе решения поставленной задачи	самостоятельная работа
Способен работать с различными источниками информации, способен фильтровать и сужать массив знаний под задачу	ПК-16	Способен искать и фильтровать информацию по поставленной задаче	самостоятельная работа

4 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Преддипломная практика входит в блок Б5 «Практика и/или научно-исследовательская работа». Практика проводится на 4-ом курсе, в начале 4-ого модуля. Продолжительность практики составляет 3 недели, трудоемкость – 3 з.е.

5 Организация и содержание преддипломной практики

Преддипломная практика студентов проводится

- либо в подразделениях НИУ ВШЭ,
- либо на предприятиях, в учреждениях и организациях.

В первом случае за студентом закрепляется научный руководитель практики - сотрудник НИУ ВШЭ (руководитель ВКР). Во втором случае работой студента руководят двое: научный руководитель практики и представитель предприятия, учреждения или организации. Место прохождения практики обязательно согласуется с академическим руководителем программы.

После согласования места прохождения практики студент должен заполнить задание на практику (в 2 экземплярах) совместно с представителем предприятия/ научным руководителем практики (руководитель ВКР). (Шаблон задания в Приложении 1). Один экземпляр задания остается у студента, второй – сдается в установленную дату руководителю практики от МИЭМ НИУ ВШЭ. В ходе преддипломной практики студент на своем рабочем месте выполняет обязанности в соответствии с заданием на практику. Выполняемые студентом обязанности должны соответствовать его уровню подготовки и квалификации.

За время прохождения практики студент обязан выполнить полученное задание по сбору, систематизации, обобщению материалов для подготовки выпускной квалификационной работы; разработать программу исследования по теме выпускной квалификационной работы; разработать методы исследования и анализа результатов работы; изучить специальную литературу по теме ВКР; ознакомиться с тенденциями развития соответствующего раздела прикладной математики.

6 Отчетность по результатам практики и сроки представления отчетности

Не позднее последней недели 3 модуля (дата назначается руководителем практики от МИЭМ) студент сдает задание на практику руководителю практики от МИЭМ НИУ ВШЭ. На последней неделе практики ответственный за практику от МИЭМ НИУ ВШЭ осуществляет приём работ и выставляет оценки за практику. Оценка учитывает качество представленного студентом отчета о практике, подписанного руководителем практики от организации/научным руководителем практики (руководителем ВКР), результат устной беседы по отчету, а также отзыв от предприятия (Приложение 2), на котором студент проходил практику, или отзыв научного руководителя практики (руководителя ВКР) (если практика в НИУ ВШЭ) (Приложение 3).

а. Рекомендуемые разделы отчета о прохождении преддипломной практики:

1. Цели и задачи практики.
 2. Постановка задачи.
 3. Актуальность темы.
 4. Обзор существующих методов решения поставленной задачи, а также трудностей, возникающих при решении задачи этими методами.
 5. Выбор методов решения. Обоснование выбора.
 6. План решения поставленной задачи.
 7. Полученные результаты (математическая модель, текст программы, результат компьютерного моделирования и т. п.).
 8. Выводы.
 9. Список изученной литературы.
 10. Приложения.
- #### **7 Критерии оценки знаний, навыков**

Оценки «10 – 8» - выставляется студенту, если он в полном объеме выполнил полученное задание на практику и в установленные сроки представил руководителю практики отчет, оформленный в соответствии с перечисленными выше требованиями.

Оценки «7, 6» - выставляется студенту, если он выполнил основную часть полученного задания, получив незначительные замечания, и в установленные сроки представил отчет о прохождении практики.

Оценки «5, 4» - если он выполнил часть полученного задания, получив существенные замечания, и в установленные сроки представил отчет о прохождении практики;

Оценки «3 - 1» - выставляется студенту в случае, если он не выполнил программу практики, однако в установленные сроки представил часть отчета о прохождении практики;

Оценка «0» - выставляется студенту в случае, если он не выполнил программу практики и не представил отчет по практике.

5.5. Рекомендации по разработке фондов оценочных средств для промежуточной аттестации.

При формировании фондов оценочных средств (ФОС) по дисциплине (модулю) или практике разрабатываются задания, обязательные для выполнения студентом, позволяющие ему приобрести теоретические знания и практические навыки, а также решать профессиональные задачи, соотношенные с обобщенными трудовыми функциями утвержденных профессиональных стандартов. Разрабатываются основные требования к выполнению заданий, методические рекомендации к их выполнению и критерии оценивания.

Типы заданий для текущего контроля могут быть как традиционными (доклад, реферат, контрольная работа, тесты, задания для практических занятий), так и инновационными.

Примерный перечень оценочных средств:

Наименование ОС	Краткая характеристика ОС	Представление ОС в фонде
Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам/разделам дисциплины
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Реферат	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно- исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на неё	Темы рефератов
Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление с презентацией полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской и научной темы	Темы докладов, сообщений
Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная база преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
Творческое задание	Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, владения интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы групповых и/или индивидуальных творческих заданий
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
Эссе	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме	Тематика эссе

5.6. Рекомендации по разработке программы государственной итоговой аттестации.

Итоговая государственная аттестация бакалавра включает защиту выпускной квалификационной работы. По решению Ученого совета образовательной организации в государственную итоговую аттестацию может быть включен государственный экзамен.

Итоговые аттестационные испытания предназначены для определения общепрофессиональных и профессиональных компетенций бакалавра прикладной математики, определяющих его подготовленность к решению профессиональных задач, установленных федеральным государственным образовательным стандартом, способствующих его устойчивости на рынке труда и продолжению образования в магистратуре.

Аттестационные испытания, входящие в состав итоговой государственной аттестации выпускника, должны полностью соответствовать основной образовательной программе высшего профессионального образования, которую он освоил за время обучения.

В результате подготовки, защиты выпускной квалификационной работы (и сдачи государственного экзамена) студент должен:

знать, понимать и решать профессиональные задачи в области деятельности в соответствии с профилем подготовки;

уметь использовать современные методы исследований для решения профессиональных задач; самостоятельно обрабатывать, интерпретировать и представлять результаты деятельности по установленным формам;

иметь практический опыт осмысления информации для решения задач в сфере профессиональной деятельности.

Выпускная квалификационная работа бакалавра по направлению 01.03.04. Прикладная математика представляет собой работу научно-прикладной направленности, выполняемую студентом (группой студентов) под руководством научного руководителя на завершающей стадии обучения по образовательной программе подготовки бакалавра.

ВКР должна содержать совокупность научно-прикладных положений и результатов, выдвигаемых автором (авторами) для защиты, иметь внутреннее единство, свидетельствовать о способности автора (авторов) видеть профессиональные проблемы, уметь формулировать задачи исследования и методы их решения, самостоятельно вести научный поиск, используя теоретические знания и практические навыки. Содержание работы может составлять решение задач прикладного характера, разработка новых подходов к решению научно-прикладных задач, результаты теоретических исследований, близких к направлениям деятельности руководителя ВКР.

ВКР должна содержать оригинальные результаты, полученные автором (авторами) самостоятельно. Основными целями выполнения и защиты ВКР являются:

1. Углубление, систематизация и интеграция теоретических знаний и практических навыков, полученных в период обучения, развитие умения критически оценивать и обобщать теоретические положения;
2. Овладение современными методами научного исследования, стимулирование навыков самостоятельной аналитической работы;
3. Приобретение опыта работы в реальном проекте, применение полученных знаний при решении прикладных задач по направлению подготовки;
4. Стимулирование навыков достижения результатов и их оценки при решении поставленных задач;
5. Получение навыков написания и публикации научных статей и выступлений на научных конференциях;
6. Приобретение навыков публичной дискуссии и защиты научных идей, предложений и рекомендаций.

Работа должна содержать титульный лист, введение с указанием актуальности темы, целей и задач, характеристикой основных источников и научной литературы, определением методик и материала, использованных в ВКР; основную часть (которая может разделяться на

параграфы и главы), заключение, содержащее выводы и определяющее дальнейшие перспективы работы, библиографический список. Оформление ВКР должно соответствовать требованиям, устанавливаемым ГОСТ.

Выпускная работа защищается в Государственной экзаменационной комиссии. Требования к содержанию, структуре и процедуре защиты ВКР бакалавра математики определяются вузом на основании Положения об итоговой государственной аттестации выпускников вузов, утвержденного Минобрнауки России, Федерального государственного образовательного стандарта по направлению 01.03.04 Прикладная математика, ФУМО соответствующего направления.

Раздел 6. ПРИМЕРНЫЕ УСЛОВИЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОПОП

6.1. Рекомендации по разработке ОПОП в части кадровых условий

Реализация программы бакалавриата обеспечивается руководящими и научно-педагогическими работниками организации, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы бакалавриата на условиях гражданско-правового договора.

Квалификация научно-педагогических работников организации должна отвечать квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках, и (или) профессиональным стандартам.

Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), ведущих научную, методическую и (или) практическую деятельность, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модуля), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих Блок 1 «Дисциплины (модули)» программы бакалавриата, должна составлять не менее 70 %.

Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу бакалавриата, должна быть не менее 50 %.

Доля работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с направленностью (профилем) реализуемой программы бакалавриата (имеющих стаж работы в данной профессиональной области не менее 3 лет), в общем числе работников, реализующих программу бакалавриата, должна быть не менее 5 % для образовательных программ научно-исследовательской направленности или прикладной направленности.

6.2. Рекомендации по разработке раздела «Учебно-методическое обеспечение образовательной программы»

При использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 25 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, на 100 обучающихся.

Основная образовательная программа должна обеспечиваться учебно-методической документацией и материалами по всем учебным курсам, дисциплинам (модулям) образовательной программы. Содержание каждой из таких учебных дисциплин (курсов, модулей) должно быть представлено в сети Интернет или локальной сети образовательного учреждения.

Каждому обучающемуся должен быть обеспечен доступ к комплектам библиотечного фонда или электронным базам периодических изданий, включая не менее чем из 5 наименований отечественных журналов и не менее 3 наименований ведущих зарубежных журналов, соответствующих профессиональному циклу.

Обучающимся должен быть обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит ежегодному обновлению.

Рекомендации по применению образовательных технологий

Реализация современного подхода к обучению должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (семинаров в диалоговом режиме, дискуссий, компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций, работы студенческих исследовательских групп) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Одной из основных активных форм обучения профессиональным компетенциям может являться научно-исследовательский семинар (спецсеминар), продолжающийся на регулярной основе, к работе которого привлекаются ведущие исследователи и специалисты-практики, и являющийся основой корректировки индивидуальных образовательных траекторий бакалавров. Научно-исследовательский семинар – вид деятельности, цель которой выработка у студентов навыков исследовательской работы; является формой учебной деятельности, обеспечивающей научно-исследовательскую работу студентов.

Основные задачи научно-исследовательского семинара:

- Проведение профориентационной работы среди студентов.
- Обучение студентов навыкам подготовки и проведения исследований, написание научных работ.
- Выработка у студентов навыков научной дискуссии и презентации исследовательских результатов.

Профориентационный семинар может являться частью научно-исследовательского семинара и проводиться на младших курсах. В рамках семинара могут обсуждаться особенности дисциплин профессионального цикла, тематика проектной и научно-исследовательской работы и выпускных квалификационных работ.

В рамках учебных дисциплин могут быть предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

В образовательной организации должно быть предусмотрено применение инновационных технологий обучения, развивающих навыки командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерские качества, а также ответственность за принятые решения.

Рекомендации по организации практик обучающихся

1. Практика является обязательным разделом основной образовательной программы бакалавриата. Она представляет собой вид учебных занятий,

непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся.

2. При реализации образовательной программы по данному направлению подготовки рекомендуются следующие виды практик: учебная, производственная.

3. Конкретные виды практик определяются направленностью (профилем) образовательной программы. Цели и задачи, программы и формы отчетности определяются по каждому виду практики.

4. Практики могут проводиться в сторонних организациях (образовательных, на предприятиях, научно-исследовательских организациях, органах государственной власти и др.) или на кафедрах и в лабораториях образовательной организации высшего образования, обладающих необходимым кадровым и научно-техническим потенциалом.

Использование дистанционных образовательных технологий и электронного обучения:

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения должен быть обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к одной или нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам) и к электронной информационно-образовательной среде организации. Электронно-библиотечная система (электронная библиотека) и электронная информационно-образовательная среда должны обеспечивать возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети Интернет (далее – сеть Интернет), и отвечать техническим требованиям образовательной организации как на территории организации, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда организации должна обеспечивать:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах;

- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения основной образовательной программы;
- сведения о проведении всех видов занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение выпускных квалификационных работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы со стороны любых участников образовательного процесса;
- функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование электронной информационно-образовательной среды должно соответствовать законодательству Российской Федерации.

В случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, допускается замена специально оборудованных помещений их виртуальными аналогами, позволяющими обучающимся осваивать умения и навыки, предусмотренные профессиональной деятельностью.

Обучающимся должен быть обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит ежегодному обновлению.

Организация должна быть обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит ежегодному обновлению).

В случае реализации программы бакалавриата в сетевой форме требования к реализации программы бакалавриата должны обеспечиваться совокупностью ресурсов материально-технического и учебно-методического обеспечения, предоставляемого организациями, участвующими в реализации программы бакалавриата в сетевой форме.

В случае реализации программы бакалавриата на созданных в установленном порядке в иных организациях кафедрах или иных структурных подразделениях организации требования к реализации программы бакалавриата должны обеспечиваться совокупностью ресурсов указанных организаций.

Особенности организации образовательного процесса по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья должны быть обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья. Для лиц с ограниченными возможностями здоровья выбор мест прохождения практик должен учитывать состояние здоровья и требования по доступности для данных обучающихся

6.3. Рекомендации по разработке раздела «Материально-техническое обеспечение образовательной программы»

Организация должна располагать материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Специальные помещения должны представлять собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Специальные помещения должны быть укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин (модулей), рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы бакалавриата, включает в себя лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности.

6.4. Рекомендации по разработке раздела «Примерные расчеты нормативных затрат оказания государственных услуг по реализации образовательной программы»

Финансовое обеспечение реализации программы бакалавриата должно осуществляться в объеме не ниже установленных Министерством образования и науки Российской Федерации базовых нормативных затрат на оказание государственной услуги в сфере образования для данного уровня образования и направления подготовки с учетом корректирующих коэффициентов, учитывающих специфику образовательных программ в соответствии с Методикой определения нормативных затрат на оказание государственных услуг по реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ высшего образования по специальностям и направлениям подготовки, утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации.

РАЗДЕЛ 7. СПИСОК РАЗРАБОТЧИКОВ И ЭКСПЕРТОВ ПООП

№ п.п.	ФИО	Должность	Подпись
1.	Белов А.В.	Руководитель департамента Прикладной математики МИЭМ НИУ ВШЭ, к.т.н., доцент	
2.	Кузьмина Л.И.	Доцент департамента Прикладной математики МИЭМ НИУ ВШЭ, к.ф.м.-н., доцент	
3.	Манита Л.А.	Доцент департамента Прикладной математики МИЭМ НИУ ВШЭ, к.ф.м.-н., доцент	

Перечень профессиональных стандартов (далее – ПС),
соответствующих профессиональной деятельности выпускников
программ бакалавриата по направлению подготовки
01.03.04 Прикладная математика

№ п/п	Код профессионального стандарта	Наименование профессионального стандарта
01 Образование и наука		
1.	01.001	«Педагог», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 6 декабря 2013 г., регистрационный № 30550), с изменениями, внесенными приказами Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 25 декабря 2014 г. № 1115н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 19 февраля 2015 г., регистрационный № 36091) и от 5 августа 2016 г. № 422н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23 августа 2016 г., регистрационный № 43326)
2.	01.003	«Педагог дополнительного образования детей и взрослых», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. № 613н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2015 г., регистрационный № 38994)
3.	01.004	«Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015г. № 608н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2015г., регистрационный № 38993)
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии		
4.	06.001	«Программист», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18.11.2013 г. № 679н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 18.12.2013, регистрационный № 30635)
5.	06.003	Архитектор программного обеспечения, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.04.2014 г. № 228н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 02.06.2014, регистрационный № 32534)
6	06.016	Руководитель проектов в области информационных технологий, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18.11.2014 г. № 893н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 09.12.2014, регистрационный

		№ 35117)
7	06.022	Системный аналитик, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28.10.2014 г. № 809н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24.11.2014, регистрационный № 34882)
8	06.011	Администратор баз данных, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 17.09.2014 г. № 8647н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24.11.2014, регистрационный № 34846)
9	06.015	Специалист по информационным системам, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18.11.2014 г. № 896н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24.12.2014, регистрационный № 35361)
25. Ракетно-космическая промышленность		
10	25.030	Специалист по проектированию и разработке наземных автоматизированных систем управления космическими аппаратами, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.12.2015 г. № 972н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 31.12.2015, регистрационный № 40454)
40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности		
11	40.057	Специалист по автоматизированным системам управления производством, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 13.10.2014 г. № 713н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24.11.2014, регистрационный № 34857)
Научная и производственная сфера деятельности РАН		
12		Научный работник («Профессиональные стандарты, соответствующие профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата по направлению 01.03.04 Прикладная математика, отсутствуют в реестре профессиональных стандартов, размещённом в программно-аппаратном комплексе «Профессиональные стандарты» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации (profstandart.rosmintrud.ru)») и находятся в производстве.

Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника программ бакалавриата по направлению подготовки 01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Наименование ПК	Сопряжённый ПС	Выбранная ОТФ	ТФ, на подготовку выполнения которых направлена ПК	Конкретные ТД, на подготовку к выполнению которых направлена ПК
ПК-1 Способен сформулировать задачу профессиональной деятельности, формализовав ее на основе знаний математического аппарата и естественно-научных дисциплин	Для ПК-1 сопряжённый ПС пока отсутствует, в производстве находится Профессиональный Стандарт «Научный работник»	Научно-исследовательская деятельность в области математики, прикладной математики и информатики	Общенаучная функция	Формализация и описание на математическом языке различных естественно-научных и технических процессов
ПК-2 Способен проводить аналитические и имитационные исследования	Для ПК-2 сопряжённый ПС пока отсутствует, в производстве находится Профессиональный Стандарт «Научный работник»	Научно-исследовательская деятельность в области математики, прикладной математики и информатики	Общенаучная функция	Аналитическое сравнение множества вариантов проектируемой системы при заданных ограничениях. Использование виртуального испытательного стенда, как специализированного набора программных продуктов для решения задач моделирования
ПК-3 Способен составить научный обзор, реферат и отчет по тематике проводимых исследований	Для ПК-3 сопряжённый ПС пока отсутствует, в производстве находится Профессиональный Стандарт «Научный работник» 40 «Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности» ПС 40.011: Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам	Научно-исследовательская деятельность в области математики, прикладной математики и информатики Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по отдельным разделам тематики проводимых исследований	Общенаучная функция	Изучение научных, справочно-статистических материалов, специальных периодических изданий, необходимых для описания проводимых исследований. Подбор и анализ исходных материалов. Подготовка устных и письменных научных текстов, научных обзоров. Сбор, обработка, анализ и обобщение передового отечественного и мирового опыта, а также результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний. Оформление результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.
ПК-4. Способен анализировать разрабатываемые решения, оценивать их эффективность и целесообразность	«06. Связь, информационные и коммуникационные технологии» (в сфере разработки информационных ресурсов и информационных технологий) ПС: 06.017; Руководитель разработки программного обеспечения ПС: 06.014;	Непосредственное руководство процессами разработки программного обеспечения и управление ИТ-ресурсами	Организационно-управленческая функция	Руководство проектированием ПО. Управление процессом разработки программного обеспечения. Управление рисками разработки ПО. Управление ИТ-инфраструктурой, расходами на ИТ, а также информационной безопасностью ресурсов ИТ

	Менеджер по информационным технологиям			
ПК-5. Способен проектировать и разрабатывать компоненты программного обеспечения на основе современных парадигм, технологий и языков программирования	«06. Связь, информационные и коммуникационные технологии» (в сфере разработки информационных ресурсов и информационных технологий) ПС: 06.001 Программист ПС: 06.004; Специалист по тестированию в области информационных технологий ПС: 06.003 Архитектор программного обеспечения «25. Ракетно-космическая промышленность» ПС: 25.030 Специалист по проектированию и разработке наземных АСУ КА	Разработка требований, проектирование, разработка и тестирование ПО в области информационных технологий, создание новых электронных информационных ресурсов. Создание ПО составных частей НКУ в составе АСУ КА	Проектно-технологическая функция	Определение целей архитектуры программного средства. Техническое исследование возможных вариантов архитектуры компонентов. Разработка технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодействие. Проектирование программного обеспечения. Разработка стратегии тестирования и управление процессом тестирования, а также разработка документов для тестирования и анализ качества покрытия. Проектирование методов и алгоритмов функционирования ПО составных частей НКУ в составе АСУ КА. Проектирование объектно-ориентированной модели ПО и реляционной модели для построения баз данных ПО составных частей НКУ в составе АСУ КА.
ПК-6. Способен обрабатывать, анализировать данные и делать выводы, используя соответствующий математический аппарат и современные прикладные программные средства	«06. Связь, информационные и коммуникационные технологии» (в сфере разработки информационных ресурсов и информационных технологий) ПС: 06.022; Системный аналитик	Концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности на основе анализа требований заинтересованных лиц	Проектно-технологическая функция	Анализ проблемной ситуации заинтересованных лиц. Постановка целей создания системы. Разработка концепции и технического задания на систему. Постановка задачи на разработку требований к подсистемам и контроль их качества.
ПК-7. Способен преподавать математику и информатику в средней школе, специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения	«01. Образование» (среднего профессионального образования и дополнительного профессионального образования, при наличии документа, подтверждающего профессиональную пригодность в образовательном процессе)	Преподавание по программам профессионального обучения, среднего профессионального образования (СПО) и дополнительным профессиональным программам (ДПП), ориентированным на соответствующий уровень квалификации	Преподавательская функция	Организация учебной деятельности обучающихся, педагогический контроль и оценка освоения образовательной программы, преподавание и разработка программно-методического обеспечения учебных предметов, дисциплин (модулей) программ профессионального обучения.