

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
математического анализа и
дифференциальных уравнений
И.В.Фроленков



«12» января 2021 г.

Институт математики и
фундаментальной информатики

Программа государственной итоговой аттестации

Направление подготовки/специальность
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)/специализация
01.04.02.03 Математическая физика

Квалификация (степень) выпускника – магистр

Красноярск 2021

1 Общая характеристика государственной итоговой аттестации

1.1 Целью проведения государственной итоговой аттестации (далее ГИА) является определение соответствия результатов освоения обучающимися основной образовательной программы высшего образования соответствующим требованиям стандартов 01.04.02 Прикладная математика и информатика.

1.2 Основные задачи государственной итоговой аттестации направлены на формирование и проверку освоения следующих компетенций:

УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК-2,	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
ОПК - 1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики
ОПК - 2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач
ОПК -3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности
ОПК - 4	Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности
ПК-1	Способен разрабатывать и исследовать математические модели, методы и алгоритмы по тематике проводимых исследований
ПК- 2	Способен проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности
ПК-3	Способен использовать в педагогической деятельности

1.3 Формы проведения государственной итоговой аттестации ГИА проводится в форме:

- государственного экзамена;
- защиты ВКР.

1.4 Объем государственной итоговой аттестации в ЗЕ: Общий объем – 324 (9 ЗЕ), государственный экзамен – 108 (3 ЗЕ), защиты ВКР – 216 (6 ЗЕ).

1.5 Особенности проведения ГИА

ГИА проводится на русском языке, без применения ЭО и ДОТ. Для обучающихся из числа инвалидов ГИА проводится с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья. Для обучающихся из числа инвалидов проведения ГИА осуществляется в соответствии с пунктом 9 положения о государственной итоговой аттестации по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры (ПВД ПГИАВ-2018)

2 Структура и содержание государственной итоговой аттестации

2.1 Государственный экзамен

Государственный экзамен проводится по нескольким дисциплинам и является междисциплинарным

2.1.1 Государственный экзамен проводится в письменной форме.

Для обучающихся из числа инвалидов экзамен проводится с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья:

а) для слепых: задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту; при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и

бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

б) для слабовидящих: задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются увеличенным шрифтом; обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

в) для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи: государственные аттестационные испытания проводятся в письменной форме;

г) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей): письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; по их желанию государственные аттестационные испытания проводятся в устной форме.

2.1.2 Содержание государственного (междисциплинарного) экзамена:

Модуль (Дисциплина)	Перечень вопросов и заданий	Перечень компетенций проверяемых заданиям по модулю (дисциплине)
Нелинейный функциональный анализ и его приложения	1. Теоремы о неподвижных точках. Принцип сжимающих отображений. Устойчивость неподвижных точек. Теорема Каччополи. 2. Дифференцирование в нормированных пространствах. Сильная производная (Фреше) и ее свойства. Дифференциал Гато. Теорема о неявной функции. 1. Метод Ньютона для нелинейных операторов. Модифицированный метод Ньютона и его сходимость. 2. Принцип Шаудера. Вспомогательные утверждения: выпуклые множества, тела, оболочки, симплексы. Принцип Брауэра. Случай бесконечномерных	УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1

	<p>пространств.</p> <p>3. Теорема Какутани и ее приложения. Многозначные отображения. Полунепрерывные сверху отображения. Игра двух лиц с нулевой суммой. Теорема о минимаксе.</p> <p>4. Ветвление решений систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задач и вывод уравнения разветвления. Линеаризованная задача. Ветвление для уравнения 2-го порядка.</p> <p>5. Монотонные операторы в частично упорядоченных банаховых пространствах. Монотонные операторы в гильбертовом пространстве.</p> <p>6. Теория степени в конечномерном случае. Теорема Сарда и ее следствия. Предварительные соображения: примеры, степень, гомотопия, явное определение степени, случай двумерного пространства, угловая функция, вращение векторного поля, формула Пуанкаре. Построение степени в конечномерном случае.</p> <p>7. Степень Лерэ-Шаудера. Основное определение степени и ее свойства. Теорема Лерэ-Шаудера.</p>	
Теория и методы решения нелинейных дифференциальных уравнений	<p>1. Лемма об остром угле. Разрешимость операторного уравнения, метод Галеркина (ключевые моменты).</p> <p>2. Свойства стационарных операторов (линейность, ограниченность, непрерывность, монотонность, строгая монотонность, коэрцитивность, семинепрерывность, слабая компактность, условие</p>	УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1

	<p>полуограниченной вариации).</p> <p>3. Разрешимость уравнений с нелинейным монотонным оператором.</p> <p>4. Теоремы единственности для операторных уравнений с коэрцитивным, сла-бо компактным, монотонным оператором.</p> <p>5. Определение и свойства простых функции, функции класса $(S \rightarrow X)$.</p> <p>6. Понятие дифференцируемости функций класса $(S \rightarrow X)$, пространство $C_m(S, X)$, норма. Полнота указанного пространства.</p> <p>7. Аппроксимационная теорема Вейерштрасса.</p> <p>8. Понятие измеримости и интегрируемости по Бохнеру функций класса $(S \rightarrow X)$, пространство $L_p(S, X)$. Норма, скалярное произведение. Полнота указанного пространства.</p> <p>9. Понятие и свойства нестационарных/эволюционных операторных уравнений.</p> <p>10. Свойства нестационарных операторов (линейность, ограниченность, непрерывность, монотонность, строгая монотонность, коэрцитивность, семинепрерывность, слабая компактность, условие полуограниченной вариации).</p> <p>11. Примеры, приводящие к понятию метода слабой аппроксимации. Определение слабой аппроксимации (уметь доказывать, что последовательность слабо аппроксимирует заданную функцию на заданном интервале). Формулировка метода слабой аппроксимации.</p>	
--	--	--

		12. Понятие обратной задачи. Ключевые моменты исследования разрешимости задачи идентификации функции источника параболического уравнения с данными Коши (уметь приводить обратную задачу к прямой, уметь расщеплять и линеаризовать нелинейное/нагруженное уравнение в соответствии с методом слабой аппроксимации).	
Дискретные математические модели	и	<p>1. Разностные схемы для одномерного уравнения теплопроводности. Метод расщепления. Разностные схемы для многомерного уравнения теплопроводности.</p> <p>2. Прямые и итерационные методы решения сеточных уравнений.</p> <p>3. Применение быстрого преобразования Фурье, метод Конкуса и Голуба для решения эллиптических уравнений.</p> <p>4. Метод установления для решения эллиптических уравнений.</p> <p>5. Распространение линейных волн. Диссипация и дисперсия сеточного волнового решения. Схемы Лакса-Вендроффа и Годунова.</p> <p>6. Уравнения движения несжимаемой вязкой жидкости. Разностные схемы для двумерных уравнений в переменных функция тока-завихрённость.</p> <p>7. Уравнения движения сжимаемой жидкости. Схема Лакса-Вендроффа. Задача о распаде разрыва и схема Годунова.</p>	УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1
Современные компьютерные		1. Язык разметки гипертекста HTML. Структура HTML-	УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-

технологии	<p>документа. Метаданные. Особенности форматирования текста и создания гиперссылок.</p> <p>2. Таблицы и фреймы в HTML. Структура простейшей таблицы. Слияние ячеек. Использование таблиц для формирования дизайна HTML-документа. в HTML. Создание набора фреймов. Использование целевых фреймов.</p> <p>3. Каскадные таблицы стилей. Внешние и встроенные таблицы стилей. Порядок применения стилей. Создание CSS для различных устройств.</p> <p>4. Основы JavaScript. Работа с объектами, их свойствами и методами. Основы использования сценариев в HTML-документе. Помещение и исполнение сценария.</p>	3, ПК-1
------------	--	---------

ФОС оформляется как приложение к программе государственной итоговой аттестации и хранится на выпускающей кафедре.

2.1.3 Критерии оценивания

Результаты государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

Письменную работу проверяет комиссия. Работа оценивается по 20 бальной шкале. Каждое задание имеет свой оценочный балл в зависимости от уровня сложности. Критерии оценки за задание: «0»- задание не выполнялось или выполнено не верно; «50% от оценочного балла» -задание выполнено частично, в целом идея решения верна; «100% от оценочного балла» - задание выполнено полностью и правильно. Общая оценка за работу выставляется по сумме баллов всеми членами комиссии. Критерии общей оценки по сумме баллов (переводная шкала в классическую оценку) устанавливаются комиссией.

Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

2.1.4 Рекомендации для подготовки к государственному экзамену:

2.1.4.1 Рекомендуемая литература

1. Канторович Л. В., Акимов Г. П. Функциональный анализ. М.: Наука, 1984. -752с.
2. Теория ветвления и нелинейные задачи на собственные значения / Под редакцией Келлера Дж. Б. и Антмана С. М.: Мир, 1974. -254с.
3. Андреев В. К. Элементы нелинейного функционального анализа. Красноярск, КГУ, 2002. -127с.
4. Зализняк В. Е., Численные методы. Основы научных вычислений, М.: Издательство Юрайт, 2012. -356с.
5. Зализняк В. Е., Основы вычислительной физики. Часть. 1: Введение в конечно-разностные методы, Москва: Техносфера, 2008.
9. Белов Ю.Я. Методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Ю.Я. Белов, И.В. Фроленков, Т.Н. Шипина; Сиб. федерал. ун-т. - Версия 1.0. - Электрон. дан. (PDF ; 707 кб). - Красноярск : ИПК СФУ, 2007. - 140 online. - (Электронная библиотека СФУ. Учебно-методические комплексы дисциплин в авторской редакции ; УМКД 19-2007). - Загл. с титул. экрана. - Режим доступа: свободный. http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/19/u_posob.pdf
10. Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи.- Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2009. - 456 с.
11. Михлин С.Г. Курс математической физики. - СПб.: Лань, 2002. – 575 с.
12. Родионов А. А. Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс] : конспект лекций / А. А. Родионов, А. М. Франк ; Сиб. федерал. ун-т. - Версия 1.0. - Электрон. дан. (PDF ; 18356 кб). – Красноярск ИПК СФУ, 2007. - 137 on-line. - (Электронная библиотека СФУ. Учебно-методические комплексы дисциплин в авторской редакции; УМКД □ 14-2007). - Загл. с титул. экрана. - Режим доступа: открытый. http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/14/u_lectures.pdf
13. Белов Ю. Я. Уравнения с частными производными [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. Я. Белов ; Сиб. федерал. ун-т. Ин-т математики. - Электрон. дан. (PDF ; 591 Кб). - Красноярск : СФУ, 2008. - 118 с. - (Электронная библиотека СФУ. УМКД - 2008, Учебно-методические комплексы дисциплин в авторской редакции). - Загл. с титул. экрана. - Режим доступа: открытый. http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/Belov/u_course.pdf
14. Хоган Б. HTML5 и CSS3. Веб-разработка по стандартам нового поколения. 2-ое издание. – Санкт-Петербург: Питер, 2014 – 320 с.

2.1.4.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» Использование ресурсов сети «Интернет» не предусмотрено.

2.1.4.3 Дополнительные рекомендации

Место и время проведения экзамена - согласно расписанию ГЭК, которое составляется за месяц до начала работы ГЭК.

Студент приходит на экзамен не позднее, чем за 15 минут до его начала.

Во время экзамена допускается использование справочной литературы по согласованию с комиссией.

Использование средств связи на экзамене запрещено.

2.2 Выпускная квалификационная работа

ВКР представляет собой выполненную обучающимся (несколькими обучающимися совместно) работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности. ВКР.

2.2.1 Требования к выпускной квалификационной работе

2.2.1.1 Выпускная квалификационная работа выполняется в виде магистерской диссертации

2.2.1.2 Перечень тем.

- О скорости сходимости метода слабой аппроксимации
- О некоторых обратных задачах для эллиптических уравнений
- Методы поиска точных решений нелинейных уравнений с частными производными
- Решение переопределенных систем линейных уравнений с частными производными
- Некоторые обратные задачи с данными Коши
- Об исследовании скорости сходимости расщепленных задач
- Разрешимость уравнений Коши-Римана
- Обратные задачи для уравнения типа фильтрации
- О корректности одной обратной задачи для системы составного типа
- Гиперболическая аппроксимация задачи определения функции источника
- Групповая классификация уравнений модели конвекции при вращательной симметрии
- Задачи определения коэффициентов многомерных полулинейных параболических уравнений
- Некоторые примеры расщепления дифференциальных уравнений

Порядок выполнения выпускной квалификационной работы. Основные этапы:

Формулировка темы и определение актуальности работы.

Исследование предметной области и описание существующих решений исследуемой проблемы.

Проведение исследований по теме.

Написание выводов по работе и оформление библиографического списка.

Прохождение нормоконтроля и подготовка сопроводительной документации.

Получение отзыва от научного руководителя.

ВКР должны быть сданы выпускником научному руководителю для получения отзыва не позднее, чем за 17 календарных дней до начала защиты. На подготовку отзыва и рецензии отводится 5 календарных дней. Нарушение сроков представления обучающимся ВКР научному руководителю может служить основанием для отрицательного отзыва научного руководителя и(или) рецензии по формальному признаку.

Обучающимся не позднее, чем за два календарных дня до защиты ВКР секретарю ГЭК представляются выпускная квалификационная работа и отзыв научного руководителя.

Допуском к защите ВКР является обязательным выполнение следующих условий:

- наличие завершенной магистерской диссертации;
- положительная оценка по результатам прохождения госэкзамена;
- презентация результатов ВКР на выпускающей кафедре;
- наличие отзыва научного руководителя;
- наличие рецензии.

Обучающиеся, имеющие отрицательный отзыв научного руководителя или рецензию, допускаются до защиты ВКР или отчисляются из университета по личному заявлению.

2.2.1.3 Критерии выставления оценок (соответствия уровня подготовки выпускника требованиям стандарта) на основе выполнения и защиты ВКР.

При определении оценки принимается во внимание:

- уровень теоретической и практической подготовки обучающегося (средний балл за весь период обучения),
- качество работы и ее соответствие направлению подготовки,
- самостоятельность полученных результатов, научная новизна,
- оформление работы,
- ход ее защиты (доклад выпускника, правильность и глубина ответов на вопросы, умение аргументировать свою позицию),
- отзыв научного руководителя,
- оценка рецензента.

Лист оценивания защиты магистерской диссертации

	Критерии	Показатели,	Максим	Мини	Количест
--	----------	-------------	--------	------	----------

№		составляющие критерий	альный балл	мальный балл	во фактических баллов выпускника
1	уровень теоретической и практической подготовки обучающегося	средний балл за весь период обучения	5	3	
2	отзыв руководителя	оценка за выполнение работы	5	2	
3	внешняя рецензия на диссертацию	оценка рецензента	5	2	
4	публичная защита	четкая формулировка цели, задачи, предмета исследования	2	0	
		библиографический обзор по теме исследования	2	0	
		содержание работы соответствует направлению подготовки	2	0	
		уверенное владение излагаемым материалом, владение языком предметной области, соблюдение регламента	5	2	
		соответствие итоговых выводов полученным результатам	2	0	
		умение четко, аргументированно отвечать на вопросы членов ГЭК, вести научную дискуссию	5	2	
		качество выполнения презентации	2	0	
		соответствие оформления работы	2	0	

		требованиям, предъявляемым к оформлению магистерских диссертаций в СФУ			
--	--	--	--	--	--

В графе «количество фактических баллов выпускника» ГЭК выставляет цифру, соответствующую набранному баллу за тот или иной показатель. Максимальное количество баллов соответствует полному выполнению требования показателя, промежуточное количество баллов соответствует частичному выполнению требования показателя, 0 баллов выставляется при отсутствии указанного показателя.

Критерии перевода результатов защиты в академическую оценку:

количество набранных баллов	Итоговая оценка
23-26	удовлетворительно
27-32	хорошо
32-37	отлично

3 Описание материально-технической базы

При проведении ГИА (защита ВКР) используется ноутбук и проекционная установка.

Составители:

Шипина Т.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент



Сорокин Р.В., канд. физ.-мат. наук, доцент



Программа принята на заседании кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений от «12» января 2021 года, протокол № 4