

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий базовой кафедрой
математического моделирования
и процессов управления



В.К.Андреев

«27» марта 2019 г.

Институт математики и
фундаментальной информатики

Программа государственной итоговой аттестации

Направление подготовки/специальность
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)/специализация
01.03.02.31 Математическое моделирование и вычислительная математика

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Красноярск 2019

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 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

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

УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
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
УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)
УК-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
ОПК - 1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и

	использовать их в профессиональной деятельности
ОПК - 2	Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач
ОПК -3	Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности
ОПК - 4	Способен решать задачи профессиональной деятельности с использованием существующих информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ПК-1	Способен применять базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий при проведении исследования в конкретной области профессиональной деятельности
ПК- 2	Способен проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности
ПК-3	Способен создавать и исследовать математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники
ПК- 4	Способен использовать современные методы разработки и реализации алгоритмов на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования

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 (93Е),

государственный экзамен – 108 (33Е),

защиты ВКР – 216 (63Е).

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. Общее время проведения экзамена – 4 академических часа (180 минут).

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)
<i>Алгебра и аналитическая геометрия</i>	1. Корни и канонические разложения многочленов над полями вещественных и комплексных чисел. Неприводимые многочлены над полями R и C . 2. Теоремы об умножении определителей и о ранге матрицы. 3. Правило Крамера, теорема Кронекера-Капелли и теоремы об однородных уравнениях. 4. Скалярное, векторное и смешанное произведения векторов. Линейные и унитарные пространства, базы, размерность, подпространства. 5. Линейное преобразование, его матрицы, характеристические корни, собственные значения и собственные векторы. Жорданова форма матрицы. 6. Уравнения прямых и плоскостей в пространстве. Канонические уравнения кривых и поверхностей 2-го порядка.	УК-1, УК-2, УК-4, УК-6, ОПК-1
<i>Математический анализ</i>	1. Предел последовательности и предел функции в точке. 2. Теорема о функциональной полноте исчисления высказываний. 3. Непрерывность функции в точке и на отрезке, точки разрыва 1-го и 2-го	УК-1, УК-2, УК-4, УК-6, ОПК-1

	рода. 4. Дифференцируемость и дифференциалы функций одной и многих переменных. Инвариантность формы 1-го дифференциала. 5. Формула Лагранжа конечных приращений. 6. Формула Тейлора с остаточным членом в формах Пеано и Лагранжа. 7. Схема исследования функции и построения ее графика. 8. Числовые и функциональные последовательности и ряды. Равномерная сходимость. 9. Теорема о неявной функции, дифференцирование неявной функции. 10. Градиент, касательная плоскость и нормаль в точке поверхности. Уравнения касательной и нормали к кривой. 11. Первообразная функции, определенный интеграл, его геометрический и механический смысл, теорема о среднем значении. Интегрируемые функции. Формула Ньютона-Лейбница. 12. Дифференцирование интегралов с параметром. 13. Кратные интегралы. Теорема Фубини. Поверхностные и криволинейные интегралы. Формулы Грина, Остроградского, СтУКса. 14. Разложение функции по ортогональной системе функций, ряд Фурье, условие замкнутости ортогональной системы (равенство Парсеваля-Стеклова).	
Функциональный анализ	1. Метрика, метрическое пространство. Открытые и замкнутые множества. Фундаментальная последовательность, полное пространство.	УК-1, УК-2, УК-4, УК-6, ОПК-1

	2. Принцип сжимающих отображений. Компактное пространство и множество. Критерий компактности в R^n. 3. Норма, нормированное пространство. 4. Линейный оператор в нормированном пространстве. 5. Линейный функционал в нормированном пространстве. 6. Три принципа функционального анализа: теоремы о продолжении линейных непрерывных функционалов, об открытом отображении и равномерной сходимости.	
<i>Комплексный анализ</i>	1. Определение голоморфной функции, уравнения Коши-Римана. 2. Интегральная теорема Коши, интегральная формула Коши. 3. Разложение в ряд Тейлора голоморфной функции, формулы выражения коэффициентов через производную и интеграл. Теорема единственности. 4. Классификация изолированных особых точек. Теорема о вычетах. Ряд Лорана.	УК-1, УК-2, УК-4, УК-6, ОПК-1
<i>Дифференциальные уравнения</i>	1. Дифференциальные уравнения (ДУ) простейших типов и их интегрирование. 2. Теорема Коши-Пикара существования и единственности решения ДУ 1-го порядка. 3. Линейные ДУ n-го порядка с постоянными коэффициентами. 4. Устойчивость решений линейных систем ДУ 2-го порядка. Классификация особых точек (узел, седло, фУКус, центр и др.). 5. Методы нахождения решений обыкновенных дифференциальных	УК-1, УК-2, УК-4, УК-6, ОПК-1

	уравнений.	
<i>Уравнения математической физики</i>	1. Классификация ДУ в частных производных 2-го порядка. 2. Постановка краевых задач для ДУ в частных производных 2-го порядка. Определение классического и обобщенного решения краевых задач. 3. Метод разделения переменных для нахождения решений краевых задач.	УК-1, УК-2, УК-4, УК-6, ОПК-1
<i>Численные методы</i>	1. Точные методы решения систем линейных алгебраических уравнений: метод исключения Гаусса, метод исключения с выбором главного элемента. Сравнение методов. 2. Метод простой итерации решения систем линейных алгебраических уравнений. Условия сходимости. 3. Метод простой итерации вычисления корня нелинейного уравнения. Условие сходимости. Метод Ньютона: формула, геометрическая интерпретация, условия сходимости. 4. Схема построения разностного решения дифференциальных задач. 5. Явная схема краевой задачи для уравнения теплопроводности. Аппроксимация. Гармонический анализ. 6. Понятие корректности, устойчивости и сходимости разностной задачи. Теорема эквивалентности.	ОПК-2, ОПК -3, ОПК -4, ПК-4
<i>Программирование</i>	1. Классификация интерфейсов вычислительных систем. 2. Основные функции операционной системы. 3. Структуры данных: массивы, записи, множества, списки (стеки, очереди, деки). Деревья (бинарные, В-деревья).	ОПК-2, ОПК -3, ОПК -4, ПК-4

	4. Алгоритмы сортировок (элементарные методы сортировки, быстрая сортировка Хоара, сортировка слиянием), поиска, рекурсий. 5. Основы объектно-ориентированного программирования (инкапсуляция, наследование, полиморфизм). Списки объектов. Коллекции. 6. Симплекс-метод. Постановка задачи. Способы решения. 7. Матричные игры. Решение игры в смешанных стратегиях. 8. Основные требования к организации баз данных как хранилищ корпоративно используемых данных. Способы и средства достижения этих требований. 9. Технология проектирования баз данных: этапы проектирования, модели представления предметной области, синтаксические модели данных.	
Теория вероятностей	1. Классическое определение вероятности. Условная вероятность, независимые события, теоремы сложения и умножения. 2. Дискретные и непрерывные случайные величины, определения и свойства функции и плотности распределения. 3. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины. Моменты. 4. Сходимость по вероятности, неравенство Чебышева, закон больших чисел в формах Чебышева и Бернулли.	УК-1, УК-2, УК-4, УК-6, ОПК-1

Образец экзаменационного билета

Вариант 1

1. Решить матричное уравнение $AX + B = C$, где

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} -2 & -1 \\ 1 & 8 \end{pmatrix}, C = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 6 & 17 \end{pmatrix}.$$

(2 балла)

2. Найти основание перпендикуляра, опущенного из точки (9,6,4) на прямую

$$\frac{x-1}{4} = \frac{y-2}{0} = \frac{z-3}{3}$$

(система координат прямоугольная).

(1 балл)

3. Исследовать и построить график функции $y = \frac{(x+1)^3}{(x-1)^2}$ (2 балла)

4. Разложив рациональную дробь в сумму простейших, вычислить интеграл

$$\int \frac{x dx}{x^3 + 1}$$

(2 балла)

5. Решить дифференциальное уравнение $y'' - y' + 3y = \cos 2x$ (1 балл)

6. Решить смешанную задачу

$$2u_{tt} = a^2 u_{xx}, \quad 0 < x < l, \quad t > 0,$$

$$u(0, t) = u(l, t) = 0, \quad u(x, 0) = 0, \quad u_t(x, 0) = \sin \frac{2\pi x}{l}.$$

(2 балла)

7. Только один из ключей подходит к данной двери. Найти вероятность того, что для открывания двери придется опробовать ровно k , ($k \leq n$) ключей.

(2 балла)

8. Для уравнения $\frac{du}{dt} = f(t, u)$ построить схему вида

$$\frac{by_{n+1} + ay_n - y_{n-1}}{2\tau} = cf_{n-1} + \frac{2}{3}f_n + df_{n+1} \text{ наиболее высокого порядка}$$

аппроксимации.

(2 балла)

9. Написать программу нахождения пары пространственных (трехмерных) точек с максимальным расстоянием между ними. Множество задается вводом координат точек с клавиатуры. (1 балл)

10.

- а) Запишите формулу конечных приращений.

б) Запишите интерполяционный многочлен Лагранжа.

в) Запишите неравенство Чебышева.

г) Запишите уравнение касательной плоскости к поверхности.

д) Дайте определение смешанного произведения векторов.

е) Дайте определение собственного вектора

(3 балла)

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 балльной 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. Беклемишев, Д. В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры / Д.В. Беклемишев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. -303с.
2. Мальцев, А. И. Основы линейной алгебры / А.И. Мальцев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 1970 – 400с.
3. Кытманов, А.М. и др. Математический анализ: учебное пособие для бакалавров/ А.М. Кытманов, Е.К. Лейнартас, В.Н. Лукин, О.В. Ходос, О.Н. Черепанова, Т.Н. Шипина. –М.: Юрайт, 2012- 607с.
4. Шабат, Б. В. Введение в комплексный анализ. Часть 1 .Функции одного аргумента / Б.В. Шабат. – Санкт-Петербург: Ленанд, 2004 - 464с.
5. Колмогоров, А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа/ А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. – М.: ФИЗМАТЛИТ- 2004 – 570с.
6. А.А. Шлапунов, В.В. Работин, Садыков Т.М. Функциональный анализ. Конспект лекций, Эл. Данные (1,4 Мб). Издательство СФУ,

- Красноярск, 2011, № гос. Регистрации 0321103111. ISBN 978-5-7638-2439-1.
7. Боровков, А.А. Теория вероятностей / А.А. Боровков. – М.:ФИЗМАТЛИТ- 1986 – 432 с.
 8. Зализняк, В.Е. Численные методы. Основы научных вычислений учеб. пособие для бакалавров / В. Е. Зализняк - Москва : Юрайт, 2012.
 9. Численное решение задач для обыкновенных дифференциальных уравнений [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие для студентов напр. 010100.62 «Математика», 010200.62 «Математика и компьютерные науки», 010400.62 «Прикладная математика и информатика» / Сиб. федерал. ун-т ; сост.: В. Е. Распопов, М. М. Клунникова. - Электрон. текстовые дан. (PDF, 987 Кб). - Красноярск : СФУ, 2012. - 88 с.
 10. Петровский, И. Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений / И.Г. Петровский. – М.: МГУ – 1984 - 296 с.
 11. Владимиров, В.С. Уравнения математической физики/ В.С. Владимиров, В.В. Жариков. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004 – 399с.
 12. Информатика и программирование: учеб.-метод. пособие / сост. И.В. Баранова, С.Н. Баранов, И.В. Баженова, С.Г. Толкач. – Красноярск: СФУ, 2012.

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 не может быть выполнена на иностранном языке.

2.2.1 Требования к выпускной квалификационной работе

2.2.1 Выпускная квалификационная работа выполняется в виде бакалаврской работы

2.2.2 Перечень тем.

- Об одном классе трехмерных конвективных движений вблизи точек экстремумов теплового поля
- Математическое моделирование ударных течений
- Математическое моделирование магнитосферного магнитного поля для построения сопряженных точек в ионосфере Земли
- Математическое моделирование движения вязкой жидкости
- Распространение упругих волн в тонком плоском слое"
- Плоские упругие волны в тонком призматическом стержне
- Расчёт коэффициентов переноса в смесях газов
- Численное решение краевой задачи для уравнения Грэда-Шафранова
- Математическое моделирование замкнутых микроэкосистем
- Модели размещения экологических объектов на плоскости с прямоугольными запрещенными зонами
- Групповая классификация одного дифференциального уравнения
- Разработка алгоритмов снижения размерности контекстов на основе FRiS-функций
- Расстояния и подобности в анализе данных
- О разрешимости некоторых интегродифференциальных уравнений
- Отображение Виета для систем алгебраических уравнений
- Разрешимость обратной задачи для полулинейного параболического уравнения
- Некоторые примеры производящих функций в задачах о решеточных путях
- Задача определения двух коэффициентов в полулинейном параболическом уравнении
- Задача определения неизвестного коэффициента в параболическом уравнении
- Об одном интегральном представлении Бине
- Исследование корректности одной обратной задачи

2.2.3 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 бакалаврской работы;
- положительная оценка по результатам прохождения госэкзамена;
- презентация результатов ВКР на выпускающей кафедре;
- наличие отзыва научного руководителя.

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

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

При оценивании выпускной квалификационной работы во время защиты ее на заседание ГЭК 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,

Лист оценивания защиты выпускной квалификационной работы

№	Критерии	Показатели, составляющие критерий	Максимальный балл	Минимальный балл	Количество 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	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 требованиям,	2	0	

		предъявляемым к оформлению ВКР 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.

Шкала перевода результатов защиты в академическую оценку:

количество набранных баллов	Итоговая оценка
21-24	удовлетворительно
25-28	хорошо
29-32	отлично

3 Описание материально-технической базы

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

Составители:

Андреев В.К., д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой



Зализняк В.Е., PhD, доцент



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



Программа принята на заседании базовой кафедры математического моделирования и процессов управления от «27» марта 2019 года, протокол № 6