**Приложение 2**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
| Институт информационных технологий, математики и механики |

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совет ННГУ

протокол от

«11» мая 2021 г. № 2

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ** |

*(наименование дисциплины (модуля))*

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **бакалавриат** |

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

|  |
| --- |
| **01.03.02 Прикладная математика и информатика** |

*(указывается код и наименование направления подготовки / специальности*)

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| **Системный анализ, исследование операций и управление** |

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

Форма обучения

|  |
| --- |
| **очно-заочная** |

*(очная / очно-заочная / заочная)*

Нижний Новгород

2021 год

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина Б1.О.15, Численные методы относится к обязательной части ООП направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Формируемые компетенции** (код, содержание компетенции) | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции** | | **Наименование оценочного средства** |
| **Индикатор достижения компетенции**\*  (код, содержание индикатора) | **Результаты обучения**  **по дисциплине\*\*** |
| **ОПК-1**:  Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | **ОПК-1.1**.:  Знает как применять  фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при решении практических задач | ***Знать***:  *Как применять* ***о****сновные*  *фундаментальные**понятия, модели, алгоритмы и теоретические положения курса «Численные методы анализа». Основные методы и принципы математического моделирования, численного анализа. определение погрешности вычислений и ее составные компоненты;*  *основные понятия и факты из теории приближения функций,*  *методы численного дифференцирования и интегрирования; способы отделения корней и методы приближенного решения нелинейных уравнений с одной переменной; методы решения задач линейной алгебры, условия сходимости итерационных процессов, основные численные методы решения практических и естественно-научных задач.* | *Собеседование, контрольная работа* |
| **ОПК-1.2**.:  Умеет использовать фундаментальные знания в профессиональной деятельности, осуществлять выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний | ***Уметь***:  *Использовать фундаментальные знания в профессиональной деятельности, осуществлять постановку задач и выполнять численные эксперименты по проверке корректности и эффективности разработанных алгоритмов численного решения*,  *эффективно использовать математические модели в научных исследованиях. Умеет решать конкретные математические задачи, разрабатывать методы решения поставленных задач, строить алгоритмы по используемым методам; анализировать погрешности вычисления,*  *исследовать сходимость получаемых приближений к точному решению поставленных задач; применять вычислительные методы к решению задач.* | *Собеседование, контрольная работа* |
| **ОПК-1.3**.:  Имеет практический опытприменения фундаментальных знаний, полученных в области математических и естественных наук в профессиональной деятельности | ***Владеть***:  *Основными методами научных исследований. Навыками проведения научного эксперимента.*  *методами алгоритмизации и реализации численных методов в профессиональной деятельности.* | *Собеседование, контрольная работа* |

**3. Структура и содержание дисциплины**

**3.1 Трудоемкость дисциплины**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Очно-заочная форма обучения** |
| **Общая трудоемкость** | **7 ЗЕТ** |
| **Часов по учебному плану** | **252 часов** |
| **в том числе** |  |
| **аудиторные занятия (контактная**  **работа):**  **- занятия лекционного типа**  **- занятия семинарского типа**  **- занятия лабораторного типа**  **-текущий контроль (КСР)** | **67**  **32 часов**  **32 часов**  **-**  **3 часа** |
| **самостоятельная работа** | **149 часов** |
| **Промежуточная аттестация экзамен/зачёт** | **36 часов** |

**5 семестр**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Очно-заочная форма обучения** |
| **Общая трудоемкость** | **3 ЗЕТ** |
| **Часов по учебному плану** | **108 часов** |
| **в том числе** |  |
| **аудиторные занятия (контактная**  **работа):**  **- занятия лекционного типа**  **- занятия семинарского типа**  **- занятия лабораторного типа**  **-текущий контроль (КСР)** | **33**  **16часов**  **16 часов**  **-**  **1 часа** |
| **самостоятельная работа** | **75 часов** |
| **Промежуточная аттестация зачёт** | **зачёт** |

**6 семестр**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Очно-заочная форма обучения** |
| **Общая трудоемкость** | **4 ЗЕТ** |
| **Часов по учебному плану** | **144 часов** |
| **в том числе** |  |
| **аудиторные занятия (контактная**  **работа):**  **- занятия лекционного типа**  **- занятия семинарского типа**  **- занятия лабораторного типа**  **-текущий контроль (КСР)** | **34**  **16 часов**  **16 часов**  **-**  **2 часа** |
| **самостоятельная работа** | **74 часов** |
| **Промежуточная аттестация экзамен** | **36 часов** |

3.2. Содержание дисциплин

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины** | **Всего**  **(часы)** | В том числе | | | | |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы.**  Из них | | | |  |
| **Занятия лекционного**  **типа** | **Занятия семинарского типа** | **Занятия лабораторного типа** | **Всего** | **Самостоятельная работа**  **обучающегося, часы** |
| **1. Введение**  Предмет дисциплины. Классификация задач вычислительной математики. Обзор основных разделов курса. Некоторые вопросы истории предмета и примеры. | 19 | 2 |  |  | 2 | 17 |
| **2. Основы теории погрешности**  Понятие абсолютной и относительной погрешностей действительного числа, правила округления приближённого числа.. Погрешность вычислений. Основные ее компоненты*.* | 23 | 2 | 4 |  | 6 | 17 |
| **3. Основы теории приближений** Общая постановка задачи приближения Задача интерполяции и экстраполяции Наилучшее среднеквадратичное приближение.. Интерполяция с неравноотстоящими узлами, Интерполяционный полином Лагранжа, погрешность интерполяции. Разделенные разности, определение, свойства, интерполяционный полином Ньютона (вперед, назад). Интерполяция с равноотстоящими узлами. Конечные разности. Определение. Основные свойства. Интерполяционные полиномы Лагранжа, Ньютона, Гаусса, Стирлинга, Бесселя.  Уменьшение погрешности интерполирования. Достаточные условия сходимости интерполяционного процесса. | 31 | 8 | 6 |  | 14 | 17 |
| **4. Сплайн-функция**. Определение. Свойства. Построение интерполяционного сплайна 3-го порядка. Погрешность приближения. Наилучшие среднеквадратичные приближения. Полиномы Чебышева. | 11 | 2 | 2 |  | 4 | 7 |
| **5. Методы дифференцирования и интегрирования функций.** Численное дифференцирование и её некорректность задачи численного дифференцирования. Численное интегрирование. Формулы Ньютона-Котеса. Квадратурные формулы Гаусса. Погрешность формул.  Интегрирование функций многих переменных | 23 | 2 | 4 |  | 6 | 17 |
| **Текущий контроль (КСР)** | 1 |  |  |  | 1 |  |
| **Промежуточная аттестация зачёт** |  |  |  |  |  |  |
| **Итого в 5 семестре** | **108** | **16** | **16** |  | **33** | **75** |
| **6. Решение нелинейных уравнений с одной переменной**.  Постановка задачи отыскания решения нелинейного уравнения с одной переменной. Отделение корней. Итерационные методы деление отрезка пополам, хорд и касательных, простой итерации. | 22 | 2 | 2 |  | 4 | 18 |
| **7. Численные методы линейной алгебры**  Решение линейных систем уравнений. Точные  методы. Методы Гаусса, квадратного корня Итерационные методы. Методы простой итерации, Зейделя. Сходимость. .Полная и частичная проблемы собственных значений и векторов. Степенной метод. QR-, QL-алгоритмы, метод вращений. | 32 | 6 | 6 |  | 12 | 20 |
| **8. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных**  **уравнений**.  Методы Эйлера, Рунге-Кутты, Погрешность одношаговых методов.. Многошаговые методы. Формулы Адамса. | 26 | 4 | 4 |  | 8 | 18 |
| **9. Численное решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений**.  Разностные методы. Аппроксимация операторов. Сходимость. Вариационно-проекционные методы (Галеркина, Ритца, наименьших квадратов). | 26 | 4 | 4 |  | 8 | 18 |
| **Текущий контроль (КСР)** | 2 |  |  |  | 2 |  |
| **Промежуточная аттестация - экзамен** | 36 |  |  |  |  |  |
| **Итого в 6 семестре** | 144 | 16 | 16 |  | 34 | 74 |
| **Итого** | **252** | **32** | **32** |  | **67** | **149** |

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных форме зачёта и экзамена, включающий выполнение практических заданий (возможно наряду с традиционными ответами на вопросы по программе дисциплины)

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

**4.1 Виды самостоятельной работы студентов**

Ниже приводятся виды самостоятельной работы студентов, порядок их выполнения и контроля, приводится учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по ее отдельным видам и разделам дисциплины:

* проработка теоретического материала лекционных занятий;
* подготовка к выполнению практических работ;
* подготовка к промежуточной аттестации

4.1.1. Проработка теоретического материала лекционных занятий

Выполняется самостоятельно с использованием лекционных материалов, методических образовательных материалов. Контроль выполняется в форме проведения устного опроса по понятиям, фактам, формулировкам, выполняемого на практических занятиях.

4.1.2. Выполнение домашних практических заданий.

Домашние задания выдаются на основе методических образовательных материалов Демидович Б. П., Марон И. А. - Основы вычислительной математики: - М.: Наука, 1970. - 664 с. (23 экз в библ. ННГУ) Проверка выполнения домашних заданий проводится в начале каждого практического занятия. Используется выборочная проверка выполнения заданий у двух-трех человек из группы и проверка в форме коллективного обсуждения у доски результатов выполнения отдельных заданий одним или двумя студентами.

4.1.3. Подготовка к промежуточной аттестации в форме зачёта и экзамена

В качестве методических материалов при подготовке к зачёту и экзамену рекомендуется использовать собственные конспекты лекций, методические материалы в электронной форме, размещенные в Фонде образовательных электронных ресурсов ННГУ, а также источники, рекомендованные в списке литературы раздела 6.

**4.2** **Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов,**

1. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М - Численные методы: учеб. пособие для студентов физ.-мат. спец. вузов. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2003.- 632 с. (37 экз. в библ.ННГУ)
2. Демидович Б. П., Марон И. А. - Основы вычислительной математики: [для втузов]. - М.: Наука, 1970. - 664 с. (23 экз в библ.ННГУ)

3. Березин И. С., Жидков Н. П. - Методы вычислений: [учеб. пособие для вузов]. Т. 2. - М.:

Физматгиз, 1959. - 620 с. (26 экз в библ.ННГУ.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс, созданный в системе электронного обучения ННГУ - https://e-learning.unn.ru/.

https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=2390

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**,

включающий:

* 1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

*(при использовании традиционных форм аттестации (зачет, экзамен) шкалы оценивания могут быть «зачет-незачет», «зачет с оценкой», «оценка» по cемибалльной и пятибалльной шкалам).*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)** | **Шкала оценивания сформированности компетенций** | | | | | | |
| **плохо** | **неудовлетворительно** | **удовлетворительно** | **хорошо** | **очень хорошо** | **отлично** | **превосходно** |
| Не зачтено | | зачтено | | | | |
| Знания  ОПК-1.1. | Отсутствие знаний теоретического материала.  Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. |
| Умения  ОПК-1.2**.**: | Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки. | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения,решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продемонстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном  объеме без недочетов |
| Навыки  ОПК-1.3.: | Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки. | Имеется минимальный н Шкала оценки при промежуточнойаттестации  навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки  при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки  при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрированы навыки  при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач |

**Шкала оценки при промежуточной аттестации**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Оценка** | | **Уровень подготовки** |
| зачтено | Превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно» |
| Отлично | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» |
| Очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» |
| Хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» |
| Удовлетворительно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| не зачтено | Неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» |
| Плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

**5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**.

**5.2.1 Контрольные вопросы**

|  |  |
| --- | --- |
| вопросы | *Код формируемой компетенции)* |
| 1. Общая постановка задач вычислительной математики. Погрешность вычислений, ее составные части. Абсолютная и относительная погрешности приближенного числа. | ОПК-1 |
| 1. Общая постановка задачи приближенного вычисления функции.   Интерполяционный полином Лагранжа. | ОПК-1 |
| 1. Разделенные разности. Определение, свойства, примеры.   Интерполяционный полином Ньютона. Случай неравноотстоящих узлов. | ОПК-1 |
| 1. Конечные разности. Интерполяционные полиномы Ньютона, Гаусса, Стирлинга, Бесселя. | ОПК-1 |
| 1. Погрешность интерполяции. Способы ее уменьшения.   Сходимость интерполяционного процесса. Достаточные условия сходимости. | ОПК-1 |
| 1. Интерполяция сплайнами. Построение сплайнов 1-го,2-го и 3-го порядков.. | ОПК-1 |
| 1. Задача численного дифференцирования. Построение формул численного дифференцирования, погрешность. Некорректность численного дифференцирования. | ОПК-1 |
| 1. Задача численного интегрирования. Простейшие квадратурные формулы.   Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. . | ОПК-1 |
| 1. Уточнение квадратурных формул. Правило Рунге. | ОПК-1 |
| 1. Квадратурные формулы Гаусса. Составные квадратурные формулы. Оценка погрешности. | ОПК-1 |
| 1. Интегрирование функций многих переменных. Кубатурные формулы. | ОПК-1 |
| 1. Метод простой итерации, обратной интерполяции, хорд, касательных решения уравнения с одной неизвестной | ОПК-1 |
| 1. Метод Гаусса, прогонки и квадратного корня для систем линейных алгебраических уравнений. | ОПК-1 |
| 1. Метод простой итерации решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Зейделя. | ОПК-1 |
| 1. Частичная проблема собственных значений. Степенной метод.. | ОПК-1 |
| 1. Полная проблема собственных значений. Методы QR, QL и вращений | ОПК-1 |
| 1. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера | ОПК-1 |

**5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенций**  ОПК-1

Задача 1. Зная  при , найти  при .

Задача 2. Даны значения  

. Найти .

Задача 3. Для функции  построить интерполяционный полином,

выбрав узлы . Вычислить .

Задача 4. Дана таблица значений функции:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0,12 | 0,14 | 0,16 | 0,18 | 0,20 | 0,22 |
|  | 6,27 | 6,405 | 6,487 | 6,505 | 6,436 | 6,259 |

Найти приближенно  при , используя интерполяцию

Задача 5**.** По таблице функции найти значение для которого .

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 2,5 | 3 |
|  | -6 | -1 | 5,625 | 16 |

Задача 6. Решить , применяя обратное интерполирование, используя таблицу

значений  на  и перемены знака функции  на таблице

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 |
|  | -0,24799 | -0.09793 | 0.05801 | 0,21952 |

.Задача 7 Для таблицы значений  найти приближенно .

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0.30 | 0.35 | 0.45 | 0.50 | 0.55 |
|  | 1.04534 | 1.06188 | 1.10297 | 1.12763 | 1.15510 |

Задача 8. Построить методом наименьших квадратов полином 1-ой степени по данным:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | -1 | -0.4 | 0 | 0.5 | 1 |
|  | -2 | -1 | 0 | 1.2 | 2.05 |

Задача 9..Для сетки узлов      

 и функции  построить многочлены 1-ой степени методом

наименьших квадратов и сравнить его значение со значениями в узлах.

Задача 10 Построить наименьшими квадратами многочлены 1-ой степени при

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 1 | 3 | 4 | 4.5 |
|  | 1 | 2 | 10 | 17 | 21 |

Задача 11. Построить сплайн 1-ого, порядков. Найти  при  

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 2 | 4 |
|  | 1.5 | 2.3 | 3.4 |

Задача 12. Для  вычислить по формуле трапеций .

Задача 13. Для  вычислить по формуле Симпсона ,

Задача 14. Найти приближённо  при  для  по таблице разностей:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1-ая | 2-ая |
| 1,69 | 1,3 | 0,37 | -0,05 |
| 1,96 | 1,4 | 0,34 |  |
| 2,25 | 1,5 |  |  |

используя многочлен Ньютона интерполирования вперёд:



Задача 15. Дана таблица функции :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *x* | 0 | 2 | 4 |
| *y* | 1,5 | 2,3 | 3,4 |

Требуется построить сплайн 1-го порядка и приближённо найти  при .

Задача 16. Решить систему методом Гаусса



**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М - Численные методы: учеб. пособие для студентов физ.-мат. спец. вузов. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2003.- 632 с. (37 экз. в библ.ННГУ)
2. Демидович Б. П., Марон И. А. - Основы вычислительной математики:. - М.: Наука, 1970. - 664 с. (23 экз в библ.ННГУ)

б) дополнительная литература:

1. Березин И. С., Жидков Н. П. - Методы вычислений: [учеб. пособие для вузов]. Т. 2. - М.: Физматгиз, 1959. - 620 с. (26 экз в библ.ННГУ)
2. Крылов В. И., Бобков В. В., Монастырский П. И. - Вычислительные методы: [учеб. пособие для вузов]. Т. 1. - М.: Наука, 1976. - 303 с. (14 экз в библ.ННГУ)
3. Бахвалов Н. С., Лапин А. В. - Численные методы в задачах и упражнениях: учеб. пособие. - М.: Высшая школа, 2000. - 190 с.(10 экз в библ.ННГУ)
4. Вержбицкий В. М. - Численные методы. Математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения: учеб. пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 2001.- 382 с. (11 экз в библ.ННГУ

в) Интернет-ресурсы

    1.  Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ, URL:

<http://www.unn.ru/books/resources.html>                                                     .

**7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Автор

к.ф.-м.н, доцент каф Дифференциальных уравнений, математического и численного анализа.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Калашников А.Л.

Рецензент\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой Дифференциальных уравнений, математического и численного анализа

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.В.Калинин

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 02.06.2021 года, протокол № 8.