МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

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

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

|  |
| --- |
| УТВЕРЖДАЮ: |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Директор |  | Гергель В.П. |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| « |  | » |  |  | 2017 г. |

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| **Действительный анализ** |

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **Бакалавриат** |

Направление подготовки

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

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| **Прикладная математика и информатика (общий профиль)** |

Квалификация (степень)

|  |
| --- |
| **Бакалавр** |

Форма обучения

|  |
| --- |
| **Очная** |

Нижний Новгород

2017

**1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП**

Курс Б1.В.09 «Действительный анализ» относится к вариативной части блока Б.1 ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 01.03.02  **«**Прикладная математика и информатика». Обязателен для освоения на 3-м курсе в 5 семестре. Форма отчетности зачет (5 семестр).

 **Целями освоения дисциплины являются**:

Цели освоения дисциплины "Действительный анализ" – обучение студентов фундаментальным методам исследования действительных переменных величин посредством анализа бесконечно малых, основу которого составляет теория дифференциального и интегрального исчислений.

Основными задачами изучения курса "Действительный анализ" являются:

- усвоение важнейших понятий функции действительного переменного и их свойств;

- овладение важнейшими операциями функций действительного переменного, а именно: дифференцирование, исследование функций методами дифференциального исчисления, вычисление кратных, криволинейных, поверхностных интегралов;

- применение важнейших понятий и операций к решению естественно-научных задач;

- повторение и закрепление основных понятий математического анализа, подготовка к изучению функционального анализа;

- подготовка студентов к изучению других математических дисциплин;

**2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Формируемые компетенции**(код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции) | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| ***ОПК-1***способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой*(базовый этап)* | ***Знать:****З1(ОПК-1)* *1. Новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;* *2. Информацию о научных и технологических достижениях в сети Интернет и в других источниках.**3. Современные технологии и методики выполнения работ по реализации информационной системы**4. Метод обработки и интерпретацию данных современных научных исследований, необходимые для формирования подходов, решений и выводов по соответствующим научным и профессиональным проблемам****Уметь:****У1(ОПК-1) доказывать ранее изученные математические утверждения**У2(ОПК-1) проводить доказательства математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним****Владеть*****Владеть***В1(ОПК-1) - навыками ведения аналитической деятельности**В2(ОПК-1)- математическим мышлением, математической культурой как частью профессиональной и общечеловеческой культуры* |
| ***ПК-2****Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат**(базовый этап)* | ***Знать****З1 (ПК-2) понятия и утверждения дисциплины «Действительный анализ»:*1. Понятие и определение топологического пространства, открытых и замкнутых множеств, динамических систем.
2. Понятие и определение нормированного пространства, полного пространства, банахова пространства. Примеры банаховых пространств. Функции вещественной переменной со значениями в банаховом пространстве.
3. Понятие и определение меры

Понятие и определение множества меры нуль, сходимости почти всюдупоследовательности функций *fn*(*x*), интеграла Лебега.***Уметь****У1 (ПК-2)* *использовать на практике знания, полученные при изучении дисциплины «Действительный анализ»:**1. Определять обладает ли рассматриваемая характеристика пары элементов пространства свойствами метрики.**2. Решать линейные интегральные уравнения.****Владеть****В1 (ПК-2) способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности**В2 (ПК-2) навыками применения методов приближенного решения операторных и интегральных уравнений.* |

**3. Структура и содержание дисциплины «Действительный анализ»**

Объем дисциплины составляет **2** зачетные единицы, всего **72**  часа, из которых

**17** часов составляет **контактная работа** обучающегося с преподавателем:

**17** часов занятия лекционного типа

**55** часов составляет **самостоятельная работа** обучающегося.

**Содержание дисциплины «Действительный анализ»**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),** **форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **Всего****(часы)** | **в том числе** |
| **контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**из них | **Самостоятельная работа обучающегося, часы** |
| **Занятия лекционного типа** | **Занятия семинарского типа** | **Лабораторные** |  | **Всего****контактных часов** | **СРС** |
| **1. Введение**.Предмет дисциплины. Обзор основных разделов курса. Некоторые вопросы истории предмета и примеры. | 2 | 2 |  |  |  | 2 |  |
| **2. Интеграл Лебега и Лебеговы пространства**Открытые и замкнутые множества. Абстрактные функции. Мера. Интеграл Лебега. Пространство Лебега. Лебеговские и борелевские меры.  | 32 | 7 |  |  |  | 7 | 25 |
| **3. Пространства функций. Динамические системы.** Обобщенные производные. Пространства Соболева. Операторы в банаховом пространстве. Задача Коши в банаховом пространстве. Решение класса дифференциальных функциональнооператорных уравнений в банаховом пространстве. Дифференциальные уравнения в пространстве мер. Динамические системы положительных мер. Уравнение с наследованием.  | 38 | 8 |  |  |  | 8 | 30 |
| **В т.ч. текущий контроль** | 2 |  | 2 |  |  |  |  |
| **Промежуточная аттестация - зачет**  |

**4. Образовательные технологии**

Основной формой организации учебного процесса являются лекционные занятия. При самостоятельной работе и подготовке к зачету студенты имеют доступ к материалам курса, размещенным в системе электронного обучения ННГУ по адресу <http://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1660>, режим доступа – требует авторизации.

Используются активные и интерактивные образовательные технологии в форме лекций.

Образовательные технологии, способствующие формированию компетенций используемые на занятиях лекционного типа:

**Лекция-информация.** Ориентирована на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению и запоминанию.

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

**5.1 Виды самостоятельной работы студентов**

* Проработка лекций и подготовка к тестированию и собеседованию.
* Подготовка к зачету.

**5.2 Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов для проведения текущего контроля**

1. Треногин В.А. Функциональный анализ. // М.: Физматлит, 2002, с. 488. (42 экз.)
2. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. / М.:Физматлит, 2006, – 572 с. (232 экз.)
3. Люстерник Л.А., Соболев В.И.. Краткий курс функционального анализа : учебное пособие. – М. Высшая школа, 1982. – 271 с. (86 экз.)
4. Люстерник Л.А., Соболев В.И. Элементы функционального анализа. М.: Наука, 1965. – 52с. (27 экз.)
5. Канторович Л.В., Акилов Г.П. Функциональный анализ. // М.: Наука, 1982. – 752 с. (26 экз.)

**5.3 Вопросы для самоконтроля:**

1. Понятие и определение топологического пространства, открытых и замкнутых множеств, динамических систем.
2. Понятие и определение нормированного пространства, полного пространства, банахова пространства. Примеры банаховых пространств. Функции вещественной переменной со значениями в банаховом пространстве.
3. Понятие и определение меры
4. Понятие и определение множества меры нуль, сходимости почти всюдупоследовательности функций *fn*(*x*), интеграла Лебега.
5. Понятие и определение борелевской и лебеговской меры, измеримых по Лебегу подмножеств, абсолютно непрерывной меры, неатомические меры.
6. Понятие и определение обобщенной производной. Сравнения свойств обобщенной и классической производных.
7. Пространства Соболева Понятие и определение пространства Соболева. Формула Ньютона—Лейбница.
8. Понятие и определение оператора в банаховом пространстве, в том числе липшицева оператора, резольвентного множества, резольвентного преобразования, оператора антимонотонного относительно конуса, производной Фреше.
9. Постановка задачи Коши. Существование и единственность решения. Существование положительного решения. Непрерывная зависимость решения от начальных условий.
10. Решение класса дифференциальных функционально-операторных уравнений в банаховом пространстве

**6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю**), включающий:

**6.1 Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

**Оценка уровня формирования компетенции ОПК‐1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индикаторы компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | Шкала оценивания |
| **Знать** З1(ОПК-1) 1. Новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии; 2. Информацию о научных и технологических достижениях в сети Интернет и в других источниках.3. Современные технологии и методики выполнения работ по реализации информационной системы4. Метод обработки и интерпретацию данных современных научных исследований, необходимые для формирования подходов, решений и выводов по соответствующим научным и профессиональным проблемам**Уметь**У1(ОПК-1) доказывать ранее изученные математические утвержденияУ2(ОПК-1) проводить доказательства математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним**Владеть**В1(ОПК-1) - навыками ведения аналитической деятельностиВ2(ОПК-1)- математическим мышлением, математической культурой как частью профессиональной и общечеловеческой культуры | Отсутствие знаний материала, отсутствие способности решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией. | Плохой уровень формирования компетенции. «Плохо» | Не зачтено |
| Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией.  | Неудовлетворительный уровень формирования компетенции. «Неудовлетворительно» |
| **Знать:** 1. Новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии; 2. Информацию о научных и технологических достижениях в сети Интернет и в других источниках.3. Современные технологии и методики выполнения работ по реализации информационной системы4. Метод обработки и интерпретацию данных современных научных исследований, необходимые для формирования подходов, решений и выводов по соответствующим научным и профессиональным проблемамс рядом негрубых ошибок. **Уметь** У1(ОПК-1) с рядом негрубых ошибок. **Владеть** навыками ведения аналитической деятельности, математическим мышлением, математической культурой как частью профессиональной и общечеловеческой культуры | Удовлетворительный уровень формирования компетенции. «Удовлетворительно» | Зачтено |
| **Знать:** 1. Новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии; 2. Информацию о научных и технологических достижениях в сети Интернет и в других источниках.3. Современные технологии и методики выполнения работ по реализации информационной системы4. Метод обработки и интерпретацию данных современных научных исследований, необходимые для формирования подходов, решений и выводов по соответствующим научным и профессиональным проблемамс рядом заметных погрешностей. **Уметь** У1(ОПК-1), У2(ОПК-1) с незначительными погрешностями. **Владеть** большинством основных навыков, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | Хороший уровень форми-рования компетенции.«Хорошо» |
| **Знать:** 1. Новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии; 2. Информацию о научных и технологических достижениях в сети Интернет и в других источниках.3. Современные технологии и методики выполнения работ по реализации информационной системы4. Метод обработки и интерпретацию данных современных научных исследований, необходимые для формирования подходов, решений и выводов по соответствующим научным и профессиональным проблемамс незначительными погрешностями. **Уметь** У1(ОПК-1), У2(ОПК-1) без ошибок и погрешностей. **Владеть** всеми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | Очень хороший уровеньформирования компетенции «Очень хорошо» |
| **Знать:** 1. Новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии; 2. Информацию о научных и технологических достижениях в сети Интернет и в других источниках.3. Современные технологии и методики выполнения работ по реализации информационной системы4. Метод обработки и интерпретацию данных современных научных исследований, необходимые для формирования подходов, решений и выводов по соответствующим научным и профессиональным проблемамбез ошибок и погрешностей. **Уметь** У1(ОПК-1), У2(ОПК-1). **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | Отличный уровеньформирования компетенции «Отлично» |
| **Знать** основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей. **Уметь** У1(ОПК-1),У2(ОПК-1).Свободно **владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях. | Превосходный уровеньформирования компетенции «Превосходно» |

**Оценка уровня формирования компетенции ПК‐2**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индикаторы компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | Шкала оценивания |
| **Знать**З1 (ПК-2) понятия и утверждения дисциплины «Действительный анализ»:1. Понятие и определение топологического пространства, открытых и замкнутых множеств, динамических систем.
2. Понятие и определение нормированного пространства, полного пространства, банахова пространства. Примеры банаховых пространств. Функции вещественной переменной со значениями в банаховом пространстве.
3. Понятие и определение меры

Понятие и определение множества меры нуль, сходимости почти всюду последовательности функций fn(x), интеграла Лебега.**Уметь** У1 (ПК-2) использовать на практике знания, полученные при изучении дисциплины «Действительный анализ»:1. Определять обладает ли рассматриваемая характеристика пары элементов пространства свойствами метрики.2. Решать линейные интегральные уравнения.**Владеть** В1 (ПК-2) способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельностиВ2 (ПК-2) навыками применения методов приближенного решения операторных и интегральных уравнений. | Отсутствие знаний материала, отсутствие способности решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией. | Плохой уровень форми-рования компетенции. «Плохо» | Не зачтено |
| Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией.  | Неудовлетворительный уровень формирования компетенции. «Неудовлетворительно» |
| **Знать** понятия и утверждения дисциплины «Действительный анализ» с рядом негрубых ошибок. **Уметь** У1(ПК-2) с рядом негрубых ошибок. **Владеть**  способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности; навыками применения методов приближенного решения операторных и интегральных уравнений. | Удовлетворительный уровень формирования компетенции. «Удовлетворительно» | Зачтено |
| **Знать** понятия и утверждения дисциплины «Действительный анализ»с рядом заметных погрешностей. **Уметь** У1(ПК-2 с незначительными погрешностями. **Владеть** большинством основных навыков, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | Хороший уровень форми-рования компетенции.«Хорошо» |
| **Знать** понятия и утверждения дисциплины «Действительный анализ»с незначительными погрешностями. **Уметь** У1(ПК-2) без ошибок и погрешностей. **Владеть** всеми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | Очень хороший уровеньформирования компетенции «Очень хорошо» |
| **Знать** основные определения и утверждения, предусмотренные компетенцией, без ошибок и погрешностей. **Уметь** У1(ПК-2). **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | Отличный уровеньформирования компетенции «Отлично» |
| **Знать** основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей. **Уметь** У1(ПК-2).Свободно **владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях. | Превосходный уровеньформирования компетенции «Превосходно» |

**Карта компетенций для оценивания умений и навыков**

|  |  |
| --- | --- |
| Индикаторыкомпетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) |
| «плохо» | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «очень хорошо» | «отлично» | «превосходно» |
|  | Не зачтено | Зачтено |
| УменияУ1 (ОПК-1)У2 (ОПК-1)У1(ПК-2) | отсутствует способность решения стандартных задач | наличие грубых ошибок при решении стандартных задач | способность решения основных стандартных задач с негрубыми ошибками | способность решения всех стандартных задач с незначительными погрешностями | способность решения всех стандартных задач без ошибок и погрешностей | Способность решения стандартных и некоторых нестандартных задач | способность решения стандартных задач и широкого круга нестандартных задач |
| НавыкиВ1 (ОПК-1)В2 (ОПК-1)В1 (ПК-2)В2 (ПК-2) | полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией | отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией | наличие минимально необходимого множества навыков  | наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях | наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях | наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях | Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях |

**6.2 Описание шкал оценивания**

Для оценивания результатов учебной деятельности студентов при изучении дисциплины «Действительный анализ» используются оценочные средства: тестирование, собеседование (зачет)

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Уровень подготовки** |
| Зачтено | Студент свободно ориентируется в понятиях и основных фактах курса, отвечает на контрольные вопросы. |
| Не зачтено | Студент не ориентируется в понятиях и фактах курса, не отвечает на контрольные вопросы. |

Зачет в семестре принимается по итогам текущей успеваемости и последующем собеседовании в рамках вопросов к зачёту, на которые студент должен дать краткий ответ.

Контроль качества усвоения студентами практического содержания дисциплины проводится в виде зачёта, на котором определяется:

* уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
* уровень понимания студентами изученного материала
* способности студентов решать конкретные задачи

Зачёт проводится в устной форме, которая заключается в ответе студента на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

**6.3 Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций**

**Для оценивания результатов обучения в виде знаний, умений и владений используются следующие процедуры и технологии:**

- индивидуальное собеседование,

- тестирование,

- письменные ответы на вопросы.

**6.4 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.**

**Примеры тестовых вопросов для оценки компетенции ОПК-1**

Вопрос 1

Укажите примеры счетных множеств

1. Множество целых чисел (+)
2. Множество рациональных чисел (+)
3. Множество действительных чисел
4. Множество простых чисел (+)
5. Множество всех алгебраических полиномов с целыми коэффициентами (+)
6. Множество всех алгебраических полиномов с рациональными коэффициентами (+)
7. Множество непрерывных функций

Вопрос 2

Что такое покрытие множества М точек числовой прямой?

1. Система интервалов, объединение которых содержит в себе множество М (+)
2. Система интервалов, объединение которых содержится в множестве М
3. Система интервалов, каждый из которых содержит в себе множество М
4. Система интервалов, каждый из которых содержится в множестве М

Вопрос 3

Укажите верные утверждения для функции на отрезке

1. Если для функции на отрезке существует интеграл Римана, то для нее существует интеграл Лебега (+)
2. Если для функции на отрезке существует интеграл Лебега, то для нее существует интеграл Римана
3. Существует функция, интегрируемая по Лебегу, но не интегрируемая по Риману (+)
4. Существует функция, интегрируемая по Риману, но не интегрируемая по Лебегу

**Вопросы для собеседования**

**Вопросы для оценки компетенции ОПК-1**

1. Сформулируйте теорему: Леви, Лебега, Радона-Никодима, Рисса, Сакса.
2. Сформулируйте определение топологического пространства.
3. Сформулируйте понятие и определение динамической системы.
4. Сформулируйте понятие и определение нормированного пространства.
5. Сформулируйте понятие и определение полного пространства.
6. Сформулируйте понятие и определение банахового пространства.

**Вопросы для оценки компетенции ПК-2**

1. Приведите примеры вариации меры.
2. Приведите пример обобщенной производной.
3. Какой оператор называется однородным.
4. Назовите условие существования и единственности решения задачи Коши.
5. Назовите условие существования и единственности ослабленного решения задачи Коши.
6. Назовите условие существования и единственности положительного решения задачи Коши.

**Вопросы к зачету для оценки компетенции ОПК-1**

|  |
| --- |
| **1. Интеграл Лебега и Лебеговы пространства**Открытые и замкнутые множества. Абстрактные функции. Мера. Интеграл Лебега. Пространство Лебега. Лебеговские и борелевские меры. |
| **2. Пространства функций. Динамические системы** Обобщенные производные. Пространства Соболева. Операторы в банаховом пространстве. Задача Коши в банаховом пространстве. Решение класса дифференциальных функциональнооператорных уравнений в банаховом пространстве. Дифференциальные уравнения в пространстве мер. Динамические системы положительных мер. Уравнение с наследованием.  |

**6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД, URL:

<http://www.unn.ru/site/images/docs/obrazov-org/Formi_stroki_kontrolya_13.02.2014.pdf>

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Действительный анализ»**

а) Основная литература

1. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. / М.: Физматлит, 2006, – 572 с. (232 экз.)
2. Люстерник Л.А., Соболев В.И.. Краткий курс функционального анализа : учебное пособие. – М. Высшая школа, 1982. – 271 с. (86 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Люстерник Л.А., Соболев В.И. Элементы функционального анализа. М.: Наука, 1965. – 52с. (27 экз.)
2. Канторович Л.В., Акилов Г.П. Функциональный анализ. // М.: Наука, 1982. – 752 с. (26 экз.)
3. Треногин В.А. Функциональный анализ. // М.: Физматлит, 2002, с. 488. (42 экз.)

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

Наличие рекомендованной литературы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Авторы: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ к.ф.-м.н., доцент Кротов Н.В.,

 к.ф.-м.н., доцент Кузенков О.А.

Рецензент: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой ДУМиЧА \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Д.В. Баландин

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от 29 августа 2017 года, протокол № 20