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 совета ННГУ

протокол от

«20» апреля 2021 г. № 1

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| **Дополнительные главы математического анализа** |

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **Бакалавриат** |

Направление подготовки

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

Направленность образовательной программы

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

Квалификация

|  |
| --- |
| **Бакалавр**  |

Форма обучения

|  |
| --- |
| **Очная** |

Нижний Новгород

2018

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ варианта** | **Место дисциплины в учебном плане образовательной программы** | **Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД** |
| 1 | Блок 1. Дисциплины (модули) вариативная часть | Дисциплина Б1.В.01 «Дополнительные главы математического анализа» относится к вариативной части ОПОП направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика  |

Курс «Дополнительные главы математического анализа» относится к вариативной части ОПОП бакалавриата по направлению подготовки «01.03.02 Прикладная математика и информатика». Обязателен для освоения в 4 семестре второго года обучения.

Индекс дисциплины **Б1.В.01**

Форма отчетности – зачет (4 семестр), экзамен (4 семестр).

 **Целями освоения дисциплины являются**:

* ознакомление с фундаментальными методами исследования переменных величин посредством анализа бесконечно малых, основу которого составляет теория дифференциального и интегрального исчисления;
* приобретение навыков математического моделирования различных процессов и закономерностей реального мира;
* подготовка фундаментальной базы для изучения дисциплин: “Дифференциальные уравнения”, "Уравнения математической физики", “Теория вероятностей и математическая статистика”, “Методы оптимизации”, “Вычислительные методы и функциональный анализ”, “Математические модели естествознания”; "Численные методы" и др.
* воспитание у студентов математической культуры;
* формирование математического мышления;
* привитие навыков работы в команде;
* развитие способностей к самоорганизации и самообразованию.
1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Формируемые компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций** |
| ***ОК-7*** способность к самоорганизации и самообразованию(Базовый этап) | ***УМЕТЬ****У1(ОК7) анализировать и осуществлять поиск современных технологий и методик для своего направления.****ВЛАДЕТЬ*** *В1(ОК7) способностью уточнить, переспросить, задать вопрос на профессиональную тему.* |
| ***ОПК-1***- способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики,основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой(Базовый этап) | ***УМЕТЬ****У1(ОПК1) –использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики,*1. В двойных и тройных интегралах совершать переход от одной системы координат к другой.2. Вычислять криволинейные интегралы первого и второго рода.3. Вычислять интегралы по замкнутому контуру.4. Применять для вычисления интегралов формулу Грина, формулу Стокса, формулу Остроградского.***ЗНАТЬ****З1(ОПК1) основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой****ВЛАДЕТЬ*** *В1(ОПК1) способностью к разработке новых алгоритмических, методических и технологических решений;* |
| ***ПК-2-***способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат(Базовый этап) | ***УМЕТЬ****У1(ПК2) проводить доказательства математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним;**У2(ПК2) решать математические задачи, которые требуют некоторой оригинальности мышления;****ВЛАДЕТЬ****В1(ПК2) навыками применения методов дифференциального и интегрального исчислений для решения геометрических и физических задач, анализа и моделирования различных процессов.****ЗНАТЬ****З1(ПК2)*Определение и свойства двойного интеграла.Тройные и многократные интегралы.Цилиндрическая и сферическая системы координат в пространстве.Криволинейный интеграл первого рода.Криволинейный интеграл второго рода.Поверхностный интеграл первого рода. Поверхностный интеграл второго рода. Поверхностно односвязная область. Формула Стокса.Формула Остроградского и ее геометрические приложения.Оператор Гамильтона. Градиент.Дивергенция (расходимость) векторного поля. Ротор. Поле роторов.Циркуляция векторного поля. Поток векторного поля.Формулы Грина, Стокса и Остроградского-Гаусса в векторной форме.Соленоидальные векторные поля. Потенциальные векторные поля. |

1. **Структура и содержание дисциплины «**Дополнительные главы математического анализа**»**

Объем дисциплины составляет **4** зачетных единицы, всего **144**часа, из которых

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

**32**-часа занятия лекционного типа,

**32**часапрактические занятия,

**3** часа мероприятия промежуточной аттестации.

**77**часов составляет **самостоятельная работа**обучающегося (в т.ч. 36 часов на отводится на подготовку к экзамену):

Содержание дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,** **форма промежуточной аттестации по дисциплине** | **Всего****(часы)** | **в том числе** |
| **контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы****из них** | **Самостоятельная** **работа студента** **часы** |
|  **Занятия лекционного типа** |  **Занятия семинарского типа** | **Лабораторные** |  | **Всего****контактных часов** | **СРС** |
| **Кратные интегралы**Задачи, приводящие к понятию кратного интеграла. Определение и свойствадвойного интеграла.Приведение двойного интеграла к повторному. Замена переменных. Геометрический смысл якобиана преобразования. Полярная замена координат.Тройные и многократные интегралы. Приведение к повторным. Замена переменных. Цилиндрическая и сферическая системы координат в пространстве.Геометрические приложения двойных интегралов: объем бруса, площадьповерхности в случае явного и параметрического задания.Приложения кратных интегралов к задачам механики: масса, статические моменты,центр масс, моменты инерции. | 35 | 8 | 8 |  |  | 16 | 19 |
| **Криволинейные интегралы**Задачи, приводящие к понятию криволинейного интеграла. Криволинейныйинтеграл первого ряда, его вычисление.Криволинейный интеграл второго ряда. Соотношение криволинейных интегралов.Вычисление криволинейного интеграла второго рядаОриентация контура. Плоская односвязная область. Интеграл по замкнутому контуру. Формула Грина. Вычисление площадей с помощью формулы Грина. Условия независимости интеграла от пути интегрирования. Восстановление функции двух переменных по ее полному дифференциалу. | 35 | 8 | 8 |  |  | 16 | 19 |
| **Поверхностные интегралы**Поверхностный интеграл первого рода. Вычисление с помощью двойногоинтеграла.Двусторонние поверхности. Поверхностный интеграл второго рода. Вычисление спомощью двойного интеграла. Связь поверхностных интегралов.Поверхностно односвязная область. Формула Стокса. Условия независимостикриволинейного интеграла по пространственной кривой от пути интегрирования.Восстановление функции трех переменных по ее полному дифференциалу.Пространственно односвязная область. Формула Остроградского и еегеометрические приложения. | 35 | 8 | 8 |  |  | 16 | 19 |
| **Теория поля (Векторный анализ)**Физические задачи, приводящие к понятиям скалярного и векторного полей.Оператор Гамильтона. Градиент. Поле градиентов. Дивергенция (расходимость)векторного поля. Ротор. Поле роторов.Циркуляция векторного поля. Поток векторного поля. Формулы Грина, Стокса иОстроградского-Гаусса в векторной форме.Соленоидальные векторные поля. Условия соленоидальности поля, физическийсмысл дивергенции.Потенциальные векторные поля. Критерий потенциальности векторного поля.. | 36 | 8 | 8 |  |  | 16 | 20 |
| **В т.ч. текущий контроль** | 2 |  |  |  |  |  |  |
| **Промежуточная аттестация: зачет, экзамен:** |  |  |  |  |  |  |  |

1. **Образовательные технологии**

Основной формой организации учебного процесса являются лекционные занятия. При выполнении практических работ, 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, практических занятий.

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

**Практические занятия.** Одна из форм учебного занятия, направленная на развитие самостоятельности обучающихся и приобретение умений и навыков. Данные учебные занятия углубляют, расширяют, детализируют полученные на лекции знания. Практическое занятие предполагает выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателей нескольких домашних практических работ.

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

**5.1 Виды самостоятельной работы студентов**

* Выполнение домашних практических заданий.

**5.2Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов, практические задания для проведения текущего контроля**

Рекомендуется использовать конспекты лекций, а также литературу, рекомендованную в п.7, а именно:

Основная литература:1.Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: / М; СПб.:Физматлит: Невский диалект, 2002 – 728 с.(247 экз.); 2. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу: Учеб.пособие. М.: АСТ Астрель, 2010 .558 с. (252 экз.); 3. Кудрявцев Л.Д. и др. Сборник задач по математическому анализу / М.И.Т.(в 3 т), 2003 – 472 с. (116 экз.); 4. Графики функций: учебно-метод. пособие. Сост. Т.П.Киселева, И.И.Олюнина. - Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2015. - 43с. <http://www.unn.ru/books/resources.html>; 5. Числовые ряды. Учебно-методическое пособие. Составители: Киселева Т.П., Трубачева А.Л. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. - 32с. <http://www.unn.ru/books/resources.html>; 6.Калашников А.Л., Фокина В.И. Задачи по методам вычислений. Численное интегрирование. Учебно – методическая разработка. Н.Новгород, ННГУ, 1997.URL: <http://www.unn.ru/books/resources.html>

Дополнительная литература: ИЛЬИН В. А., ПОЗНЯК Э. Г. Основы математического анализа: В 2-х ч. Часть I / М.:, 2009. — 648 с. (105 экз.); 2. ИЛЬИН В. А., ПОЗНЯК Э. Г. Основы математического анализа: В 2-х ч. Часть II: / М.:, 2009. – - 464 с. (112 экз.); 3. Контрольные задачи на функциональные последовательности и ряды, интеграл и ряды Фурье. Практикум. Составители: Калашников А.Л., Федоткин А.М.., Фокина В.Н. – Н. Новгород, Нижегородский госуниверситет, 2011. – 22с. – Фонд эле… ННГУ, рег. № 383.11.0. –URL:. http://www.unn.ru/books/resources.html

**5.3Вопросы для контроля:**

1. Как интегрировать функцию двух переменных? Дайте определение двойного интеграла.
2. Что такое повторные интегралы? Как поменять порядок интегрирования в повторном интеграле?
3. Как сделать замену переменных в двойном интеграле?
4. Что такое тройной интеграл и многократные интегралы?
5. Как вычислить двойной, тройной интеграл?
6. Какие приложения двойных интегралов вам известны?
7. Как найти площадь плоской области, объем цилиндрического тела, площадь гладкой криволинейной поверхности, центр тяжести пластины?
8. Цилиндрическая и сферическая системы координат в пространстве.
9. Как определяется криволинейный интеграл первого, второго рода?
10. Зависит ли криволинейный интеграл первого рода от направления интегрирования? Что можно сказать в этом случае относительно криволинейного интеграла второго рода?
11. Как вычислить криволинейный интеграл первого, второго рода?
12. Когда криволинейный интеграл второго рода не зависит от вида кривой интегрирования?
13. Как восстановить функцию по ее частным производным (дифференциалу) с помощью криволинейного интеграла второго рода?
14. Какая связь между криволинейным интегралом второго рода и двойным интегралом?
15. Ориентация контура. Плоская односвязная область. Интеграл по замкнутому контуру. Формула Грина. Вычисление площадей с помощью формулы Грина.
16. Как определяется поверхностный интеграл первого, второго рода?

Как вычислить поверхностный интеграл первого, второго рода?

Какая область называется поверхностно односвязной? Формула Стокса.

1. Какая связь между криволинейным интегралом второго рода и поверхностным интегралом первого рода?
2. Какая связь между поверхностным интегралом второго рода и тройным интегралом?
3. Каковы приложения криволинейных и поверхностных интегралов в теории поля?
4. Формула Остроградского и ее геометрические приложения.
5. Оператор Гамильтона. Градиент
6. Дивергенция (расходимость) векторного поля. Ротор. Поле роторов.
7. Циркуляция векторного поля. Поток векторного поля.
8. Формулы Грина, Стокса и Остроградского-Гаусса в векторной форме.
9. Соленоидальные векторные поля. Потенциальные векторные поля.
10. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**, включающий:
	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 ПК‐2***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индикаторыкомпетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | Шкала оценивания |
| **Уметь**: использовать на практике знания, полученные при изучении дисциплины ««Дополнительные главы математического анализа»: **У1(ПК2)**проводить доказательства математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним;**У2(ПК2)** решать математические задачи, которые требуют некоторой оригинальности мышления;**Владеть**: **В1(ПК2):** навыками применения методов дифференциального и интегрального исчислений для решения геометрических и физических задач, анализа и моделирования различных процессов.***Знать:****З1(ПК2)*Определение и свойства двойного интеграла.Тройные и многократные интегралы.Цилиндрическая и сферическая системы координат в пространстве.Криволинейный интеграл первого рода.Криволинейный интеграл второго рода.Поверхностный интеграл первого рода. Поверхностный интеграл второго рода. Поверхностно односвязная область. Формула Стокса.Формула Остроградского и ее геометрические приложения.Оператор Гамильтона. Градиент.Дивергенция (расходимость) векторного поля. Ротор. Поле роторов.Циркуляция векторного поля. Поток векторного поля.Формулы Грина, Стокса и Остроградского-Гаусса в векторной форме.Соленоидальные векторные поля. Потенциальные векторные поля. | Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией. | Плохой уровеньформирования компетенции.0-19 баллов - «Плохо» |
| Наличие грубых ошибок в основном материале,наличие грубых ошибок при решении стандартных задач,отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией  | Неудовлетворительный уровень формирования компетенции.20-49 баллов –«неудовлетворительно» |
| **Знать** Кратные интегралы, Криволинейные интегралы, Поверхностные интегралы, Теория поля (Векторный анализ)**Уметь**У1,У2 с рядом негрубых ошибок. **Владеть** пониманиемосновных стандартных методов кратных интегралов, криволинейных интегралов, поверхностных интегралов, вопросы векторного анализа. | Удовлетворительный уровень формирования компетенции.50-59 баллов«Удовлетворительно» |
| **Знать** основные стандартные методы вычисления кратных интегралов, криволинейных интегралов, поверхностных интегралов, вопросы векторного анализа с рядом заметных погрешностей. **Уметь**У1,У2 с незначительными погрешностями. **Владеть** большинством основных навыков, демонстрируя их в стандартных ситуациях | Хороший уровеньформирования компетенции.60-79 баллов«Хорошо» |
| Критерии оценивания (дескрипторы) | Шкала оценивания |
| **Знать** основные понятия и свойства теории пределов, основные определения, формулы и утверждения дифференциального, интегрального исчислений, теории рядов с незначительными погрешностями. **Уметь**У1,У2 без ошибок и погрешностей. **Владеть** всеми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях | Очень хороший уровеньформирования компетенции 80-89 баллов«Очень хорошо» |
| **Знать** основные определения и утверждения, предусмотренные компетенцией без ошибок и погрешностей. **Уметь**У1,У2**Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | Отличный уровеньформирования компетенции 90-99 баллов«Отлично» |
| **Знать** основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей**Уметь**У1,У2.Свободно **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях. | Превосходный уровеньформирования компетенции 100 баллов«Превосходно» |

***Оценка уровня формирования компетенции ОК‐7***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индикаторы компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | Шкала оценивания |
| **Уметь***У1(ОК7) анализировать и осуществлять поиск современных технологий и методик для своего направления.***Владеть**:*В1(ОК7) способностью уточнить, переспросить, задать вопрос на профессиональную тему.* | Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией. | Плохой уровеньформирования компетенции.0-19 баллов - «Плохо» |
| Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией  | Неудовлетворительный уровень формирования компетенции.20-49 баллов –«неудовлетворительно» |
| **Знать** Кратные интегралы, Криволинейные интегралы, Поверхностные интегралы, Теория поля (Векторный анализ)**Уметь**У1 с рядом негрубых ошибок. **Владеть** пониманием основных стандартных методов кратных интегралов, криволинейных интегралов, поверхностных интегралов, вопросы векторного анализа | Удовлетворительный уровень формирования компетенции.50-59 баллов«Удовлетворительно» |
| **Знать** основные стандартные методы вычисления кратных интегралов, криволинейных интегралов, поверхностных интегралов, вопросы векторного анализа с рядом заметных погрешностей. **Уметь**У1 с незначительными погрешностями. **Владеть** большинством основных навыков, демонстрируя их в стандартных ситуациях | Хороший уровеньформирования компетенции.60-79 баллов«Хорошо» |
| Критерии оценивания (дескрипторы) | Шкала оценивания |
| **Знать** основные понятия и свойства теории пределов, основные определения, формулы и утверждения дифференциального, интегрального исчислений, теории рядов с незначительными погрешностями. **Уметь**У1 без ошибок и погрешностей. **Владеть** всеми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях | Очень хороший уровеньформирования компетенции 80-89 баллов«Очень хорошо» |
| **Знать** основные определения и утверждения, предусмотренные компетенцией без ошибок и погрешностей. **Уметь**У1. **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | Отличный уровеньформирования компетенции 90-99 баллов«Отлично» |
| **Знать** основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей/ **Уметь**У1 cвободно **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях. | Превосходный уровеньформирования компетенции 100 баллов«Превосходно» |

***Оценка уровня формирования компетенции ОПК‐1***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индикаторы компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | Шкала оценивания |
| ***Уметь:****У1(ОПК1) –использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики,*1. В двойных и тройных интегралах совершать переход от одной системы координат к другой.2. Вычислять криволинейные интегралы первого и второго рода.3. Вычислять интегралы по замкнутому контуру.4. Применять для вычисления интегралов формулу Грина, формулу Стокса, формулу Остроградского.***Знать:****З1(ОПК1) основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой****Владеть:****В1(ОПК1) способностью к разработке новых алгоритмических, методических и технологических решений;* | Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией. | Плохой уровеньформирования компетенции.0-19 баллов - «Плохо» |
| Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией  | Неудовлетворительный уровень формирования компетенции.20-49 баллов –«неудовлетворительно» |
| **Знать** Кратные интегралы, Криволинейные интегралы, Поверхностные интегралы, Теория поля (Векторный анализ)**Уметь**У1 с рядом негрубых ошибок. **Владеть** пониманием основных стандартных методов кратных интегралов, криволинейных интегралов, поверхностных интегралов, вопросы векторного анализа | Удовлетворительный уровень формирования компетенции.50-59 баллов«Удовлетворительно» |
| **Знать** основные стандартные методы вычисления кратных интегралов, криволинейных интегралов, поверхностных интегралов, вопросы векторного анализа с рядом заметных погрешностей. **Уметь**У1 с незначительными погрешностями. **Владеть** большинством основных навыков, демонстрируя их в стандартных ситуациях | Хороший уровеньформирования компетенции.60-79 баллов«Хорошо» |
| Критерии оценивания (дескрипторы) | Шкала оценивания |
| **Знать** основные понятия и свойства теории пределов, основные определения, формулы и утверждения дифференциального, интегрального исчислений, теории рядов с незначительными погрешностями. **Уметь**У1 без ошибок и погрешностей. **Владеть** всеми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях | Очень хороший уровеньформирования компетенции 80-89 баллов«Очень хорошо» |
| **Знать** основные определения и утверждения, предусмотренные компетенцией без ошибок и погрешностей. **Уметь**У1. **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | Отличный уровеньформирования компетенции 90-99 баллов«Отлично» |
| **Знать** основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей/ **Уметь**У1 cвободно **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях. | Превосходный уровеньформирования компетенции 100 баллов«Превосходно» |

* 1. **Описание шкал оценивания**

Для оценивания результатов учебной деятельности студентов при изучении дисциплины «**Дополнительные главы математического анализа**» используются оценочные средства: собеседование (зачет, экзамен), контрольная работа, тест.

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде экзамена, на котором определяется:

* уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
* уровень понимания студентами изученного материала
* способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных

 задач.

Зачет в семестре принимается по итогам текущей успеваемости с учетом результата письменной контрольной работы и последующем собеседовании в рамках вопросов к зачёту, на которые студент должен дать краткий ответ Практическая часть зачёта предусматривает решение задач из разделов математического анализа текущего семестра.

Шкала оценивания при промежуточной аттестации в форме зачета в семестре:

***Критерии оценок при проведении зачета***

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Уровень подготовки** |
| Зачтено | Студент свободно ориентируется в понятиях и основных фактах курса, отвечает на контрольные вопросы, выполнены контрольные задачи из перечня контрольных заданийбез грубых ошибок. |
| Не зачтено | Студент не ориентируется в понятиях и фактах курса, не отвечает на контрольные вопросы, наличие задолженностей по письменным контрольным работам, выполнение дополнительных практических заданий с грубыми ошибками. |

Экзамен проводится в устной форме. Устная часть экзамена заключается в ответе студентом на теоретические вопроса курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ. Практическая часть экзамена предусматривает решение задач.

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Уровень подготовки** |
| Превосходно | Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий поход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждая теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях.100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных задач  |
| Отлично | Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждает теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях.Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше |
| Очень хорошо | Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на практических занятиях.Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%. |
| Хорошо | В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях.Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.  |
| Удовлетворительно | Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия.Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%. |
| Неудовлетворительно | Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий.Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%. |
| Плохо | Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий.Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.  |

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. Практическая часть зачёта предусматривает решение задач.

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

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

- тестирование;

- индивидуальное собеседование,

- письменные ответы на вопросы.

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

- практические контрольные задания (далее – ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

По сложности ПКЗ разделяются на простые и комплексные задания.

Простые ПКЗ предполагают решение в одно или два действия. К ним можно отнести: простые ситуационные задачи с коротким ответом или простым действием; несложные задания по выполнению конкретных действий. Простые задания применяются для оценки умений. Комплексные задания требуют многоходовых решений как в типичной, так и в нестандартной ситуациях. Это задания в открытой форме, требующие поэтапного решения и развернутого ответа, в т.ч. задания на индивидуальное или коллективное выполнение проектов, на выполнение практических домашних практических работ. Комплексные практические задания применяются для оценки владений.

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

**Задания,выносимые на зачет для оценивания результатов обучения в виде умений У1(ОПК1), У1(ПК2) и владений В1(ПК2) формирования ОПК-1, ПК-2.**

|  |  |
| --- | --- |
| 1.1.  положительно ориентированная на верхней стороне плоскости.2. Найти площадь части сферы  заключенной внутри цилиндра . | 2.1. , поверхность тела .2. Найти площадь части поверхности цилиндра  заключенного внутри цилиндра  |
| 3.1. Вычислить циркуляцию векторного поля  вдоль линии.2.  | 4.1. Расставить пределы интегрирования в сферической системе координат  где 2. внешняя сторона поверхности тела  |
| 5.1. , дуга окружности  окружности 2. , где  | 6.1. часть поверхности  лежащая внутри цилиндра 2. Найти поток поля  через часть сферы  в направлении внутренней нормали. |
| 7.1. , часть  лежащая вне .2.  | 8.1. Найти часть поверхности 2.  |
| 9.1. Вычислить циркуляцию векторного поля  вдоль кривой 2. поверхность тела  | 10.1.  положительно ориентированная на верхней стороне поверхности.2. часть  лежащая между плоскостями  |

**Пример контрольной работы, для оценивания результатов обучения в виде умений У1(ОПК1), У1(ПК2) и владений В1(ПК2) формирования компетенций ОПК-1, ПК-2**

****

**Пример тестовых вопросов для оценивания результатов обучения в виде знаний З1(ПК2)**

1. Тип – одиночный выбор.

Укажите, какое из представленных выражений соответствует якобиану сферической замены переменных ?

* 
* 
* (+)
1. Тип – одиночный выбор.

Какое из нижеприведенных выражений соответствует верной расстановке пределов интегрирования функции  по области  при применении сферической замены ?

*  (+)
* 
* 
1. Тип – одиночный выбор.

Укажите, какое из представленных выражений является формулой вычисления криволинейного интеграла?

*  (+)
* 
* 
1. Тип – одиночный выбор.

Укажите, какая из приведенных формул выражает взаимосвязь между криволинейными интегралами 1 и 2 рода?

*  (+)
* 
* 
* 
1. Тип – одиночный выбор.

Укажите, какое из представленных выражений является формулой Грина?

*  (+)
* 
* 
1. Тип – множественный выбор.

При каких условиях из нижепредставленных интеграл  не зависит от выбора пути интегрирования ?

* Область  односвязная и в ней верно тождество  (+)
* Область  односвязная и  по любому контуру . (+)
* Область  односвязная и выражение  является полным дифференциалом некоторой функции (+)
* Область  односвязная и 
1. Тип – одиночный выбор.

Укажите, какое из представленных выражений является формулой вычисления поверхностного интеграла 2 рода при параметрическом представлении поверхности?

*  (+)
* 
* 
1. Тип – множественный выбор.

При каких условиях из нижепредставленных интеграл  не зависит от выбора пути интегрирования ?

* Область  односвязная и в ней верно тождество  (+)
* Область  поверхностно односвязная и  по любому контуру . (+)
* Область  пространственно односвязная и выражение  является полным дифференциалом некоторой функции
1. Тип – одиночный выбор.

Укажите, какое из представленных выражений является градиентом?

*  (+)
* 
* 
1. Тип – одиночный выбор.

Укажите, какое из представленных выражений является дивергенцией?

* 
*  (+)
* 

**Образец экзаменационных билетов для оценки компетенций ОПК-1, ПК-2**

Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского

Кафедра *ДУМЧА* Дисциплина *Доп. главы Математического анализа*

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

|  |
| --- |
| 1. Определение интеграла 1 рода по плоской кривой. Достаточные условия существования и вычисление интеграла 1 рода в случае явного задания плоской кривой.2. Формула Стокса. |

Экзаменатор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 Зав. кафедрой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

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

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ. <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.

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

а) Основная литература:

1.Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: / М; СПб.:Физматлит: Невский диалект, 2002 – 728 с.(247 экз.)

2. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу: Учеб.пособие. М.: АСТ Астрель, 2010 .558 с. (252 экз.)

3. Кудрявцев Л.Д. и др. Сборник задач по математическому анализу / М.И.Т.(в 3 т), 2003 – 472 с. (116 экз.)

4. Графики функций: учебно-метод. пособие. Сост. Т.П.Киселева, И.И.Олюнина. - Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2015. - 43с. <http://www.unn.ru/books/resources.html>

5. Числовые ряды. Учебно-методическое пособие. Составители: Киселева Т.П., Трубачева А.Л. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. - 32с. <http://www.unn.ru/books/resources.html>

6.Калашников А.Л., Фокина В.И. Задачи по методам вычислений. Численное интегрирование. Учебно – методическая разработка. Н.Новгород, ННГУ, 1997.

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

б) Дополнительная литература

1. ИЛЬИН В. А., ПОЗНЯК Э. Г. Основы математического анализа: В 2-х ч. Часть I / М.:, 2009. — 648 с. (105 экз.).

2. ИЛЬИН В. А., ПОЗНЯК Э. Г. Основы математического анализа: В 2-х ч. Часть II: / М.:, 2009. – - 464 с. (112 экз.)

3. Контрольные задачи на функциональные последовательности и ряды, интеграл и ряды Фурье. Практикум. Составители: Калашников А.Л., Федоткин А.М.., Фокина В.Н. – Н. Новгород, Нижегородский госуниверситет, 2011. – 22с. – Фонд эле… ННГУ, рег. № 383.11.0. –URL:. http://www.unn.ru/books/resources.html

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

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

http://new.e-vmk.unn.ru/sites/

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, 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 подготовки01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

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

асс. Сизова Н.А.

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

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

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 24.02.2021 года, протокол № 5.