

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.  
Н.И. Лобачевского»**

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол от  
«31» мая 2023 г. №6

## **Рабочая программа дисциплины**

**Функциональные ряды**

(наименование дисциплины (модуля))

**Уровень высшего образования**

**бакалавриат**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

**Направление подготовки / специальность**

**03.03.02 Физика**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

**Направленность образовательной программы**

**профиль "Теоретическая физика"**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

**Квалификация (степень)**

**бакалавр**

(бакалавр / магистр / специалист)

**Форма обучения**

**очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

**Год начала обучения**

**2022**

(для обучающихся какого года начала обучения разработана Рабочая программа)

Нижний Новгород

## 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Функциональные ряды» относится к базовой части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 03.03.02 «Физика», профиль «Теоретическая физика» и обязательна для освоения на втором году очной формы обучения в третьем семестрах. Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

## 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
ПК-1: Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	<b>ЗНАТЬ</b> <i>З1 (ПК-1)</i> основополагающие принципы, понятия и факты теории функциональных рядов; основные понятия, формулы, теоремы; методы решения математических задач; приложения математических методов к классическим задачам физики. <b>УМЕТЬ</b> <i>У1 (ПК-1)</i> применять методы и приемы решения задач из различных разделов теории функциональных рядов; применять математические методы для решения задач физики; использовать адекватный математический аппарат; выполнять математическую обработку результатов экспериментов; выполнять приближенные вычисления и оценивать их погрешность; использовать методы математического моделирования в практической деятельности; самостоятельно работать с математической литературой. <b>ВЛАДЕТЬ</b> <i>В1 (ПК-1)</i> навыками применения понятий и конструкций теории функциональных рядов к решению конкретных задач, методами решения прикладных задач.

## 3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единиц, всего 108 часов, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа практические занятия, 1 час текущий контроль), 75 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

### Структура дисциплины

Наименование и	Всего	В том числе
----------------	-------	-------------

краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	(часы)		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы										Самостоятельная работа обучающегося, часы						
			из них																
	Очная	Очно-заочная	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	Очная	Очно-заочная	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	Очная	Очно-заочная			
Тема 1. Числовые, функциональные и степенные ряды.	65				20									20			45		
Тема 2. Ряды Фурье.	42				12									12			30		
В том числе текущий контроль																			
Промежуточная аттестация зачёт																			

### Содержание дисциплины

#### **Тема 1. Числовые, функциональные и степенные ряды**

Числовые ряды. Сходящиеся и расходящиеся ряды. Критерии сходимости числового ряда. Необходимое условие сходимости. Достаточные признаки сходимости: мажорантный и предельный признаки сравнения, Даламбера, Коши, интегральный, Дирихле, Абеля. Абсолютная и условная сходимость. Умножение рядов. Перестановка членов ряда. Функциональные последовательности и ряды функций. Поточечная и равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда. Непрерывность суммы, интегрирование и дифференцирование равномерно сходящихся рядов. Степенной ряд. Радиус и интервал сходимости степенного ряда. Дифференцирование и интегрирование степенного ряда внутри области сходимости. Ряд Тейлора и Маклорена. Стандартные разложения основных элементарных функций в ряд Маклорена. Приближенные вычисления с помощью рядов значений функций, интегралов, решение алгебраических и дифференциальных уравнений.

#### **Тема 2. Ряды Фурье.**

Постановка задачи. Гильбертово пространство. Скалярное произведение и норма функции. Поточечная, равномерная сходимость и сходимость в среднем последовательностей и рядов. Ортогональные и ортонормированные элементы пространства со скалярным произведением. Ряд Фурье по ортогональной и ортонормированной системам функций. Минимальное свойство частичных сумм ряда Фурье. Неравенство Бесселя. Условие сходимости ряда Фурье. Равенство Парсеваля. Замкнутые и полные ортогональные системы элементов в пространстве со скалярным произведением. Тригонометрический ряд Фурье для  $2\pi$  – периодических функций. Разложение четной и нечетной функции в

тригонометрический ряд Фурье. Тригонометрический ряд Фурье для функций произвольного периода. Комплексная форма ряда Фурье. Поточечная и равномерная сходимость тригонометрического ряда Фурье. Полнота тригонометрической системы функций.

Интеграл Фурье как предельный случай ряда Фурье. Достаточные признаки сходимости интеграла Фурье. Представление функции интегралом Фурье. Представление четной и нечетной функции интегралом Фурье. Комплексное прямое и обратное преобразования Фурье. Синус-преобразования Фурье и косинус-преобразования Фурье.

#### 4. Образовательные технологии

Основной формой обучения является лекционно-семинарская. Целью лекций является изложение теоретического материала и иллюстрация его примерами и задачами. Основным теоретическим положениям сопутствуют пояснения об их приложениях к другим разделам математики и физики. Во время лекционных занятий ведется активный диалог со слушателями, используется проблемное изложение материала.

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

**Лекция-беседа**, или «диалог с аудиторией», является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения студентов в учебный процесс. Эта лекция предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание слушателей к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей обучаемых. Вопросы могут, быть информационного и проблемного характера, для выяснения мнений и уровня осведомленности по рассматриваемой теме, степени их готовности к восприятию последующего материала. Вопросы адресуются всей аудитории. Слушатели отвечают с мест. Если преподаватель замечает, что кто-то из обучаемых не участвует в ходе беседы, то вопрос можно адресовать лично тому слушателю, или спросить его мнение по обсуждаемой проблеме. Для экономии времени вопросы рекомендуется формулировать так, чтобы на них можно было давать однозначные ответы. С учетом разногласий или единодушия в ответах преподаватель строит свои дальнейшие рассуждения, имея при этом возможность, наиболее доказательно изложить очередное понятие лекционного материала.

Вопросы могут быть как простыми для того, чтобы сосредоточить внимание слушателей на отдельных аспектах темы, так и проблемные. Обучаемый, продумывая ответ на заданный вопрос, получает возможность самостоятельно прийти к тем выводам и обобщениям, которые преподаватель должен был сообщить им в качестве новых знаний, либо понять важность обсуждаемой темы, что повышает интерес, и степень восприятия материала слушателями.

Во время проведения лекции-беседы задаваемые вопросы не должны оставаться без ответов, иначе они будут носить риторический характер, не обеспечивая достаточной активизации мышления обучаемых. Наиболее проблемные вопросы могут быть вынесены на самостоятельную работу студентов, проверку которой преподаватель осуществляет в рамках текущего контроля успеваемости и/или промежуточной аттестации.

Эффективность лекции-беседы в условиях группового обучения снижается из-за того, что не всегда удается каждого обучаемого вовлечь в двусторонний обмен мнениями.

**Лекция-консультация** – по типу «**вопросы—ответы—дискуссия**», является тройным сочетанием: изложение новой учебной информации лектором, постановка вопросов и организация дискуссии в поиске ответов на поставленные вопросы». Проводится в период работы обучающихся над проектной работой.

**Лекция-консультация** по типу «**вопросы—ответы**». Лектор отвечает в течение лекционного времени на вопросы студентов по всем разделу или всему курсу. Проводится перед защитой проектных работ и промежуточной аттестацией.

При проведении практических занятий, используются образовательные технологии: проблемные, проектировочные, дискуссионные, организационно-деятельностные занятия, внеаудиторная самостоятельная работа.

При проведении практических занятий используются индивидуальные и групповые формы работы; работа в малых группах; выполнение заданий в паре; взаимопроверка выполненных задач. Принципами организации учебного процесса являются: активное участие слушателей в учебном процессе; проведение практических занятий, определяющих приобретение навыков решения практических задач; приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулирует личностную, интеллектуальную активность, развивает познавательные процессы, способствует формированию компетенций, которыми должен обладать будущий бакалавр.

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

### **5.1. Виды самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Математический анализ» включает выполнение заданий под контролем преподавателя, решение домашних заданий, подготовку к контрольным работам, зачету и экзамену.

Самостоятельная работа заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам, указанным в списке литературы, решении практических задач, подготовке ответов на вопросы самоконтроля. Самостоятельная работа может происходить как в читальном зале библиотеки, так и в домашних условиях.

Самостоятельная работа под контролем преподавателя направлена на активизацию познавательной деятельности студента и установление «обратной связи» между студентом и преподавателем. Самостоятельная работа заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам, указанным в списке литературы, решении практических задач, подготовке ответов на вопросы самоконтроля. Самостоятельная работа может происходить как в читальном зале библиотеки, так и в домашних условиях.

### **5.2 Методические указания для обучающихся**

*Изучение теоретического материала* определяется рабочей учебной программой дисциплины, календарным планом изучения дисциплины и перечнем литературы. При подготовке к занятиям рекомендуется повторить материал предшествующих тем рабочего учебного плана, а также материал предшествующих учебных дисциплин, который служит базой изучаемого раздела данной дисциплины. *При подготовке к практическому занятию* необходимо изучить материалы лекции, рекомендованную литературу. Изученный материал следует проанализировать в соответствии с планом занятия, затем проверить степень усвоения содержания вопросов.

*Практические занятия* неразрывно связаны с домашними заданиями как основным видом текущей самостоятельной работы, являясь, в сочетании с систематическим изучением теоретического материала, основой рейтинговой оценки знаний, фиксируемой в промежуточной и итоговой аттестациях.

*Самостоятельная работа* проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- повторение пройденного учебного материала, чтение рекомендованной литературы;
- подготовку к практическим занятиям;
- выполнение общих и индивидуальных домашних заданий;
- работу с электронными источниками;
- подготовку к сдаче экзамена (зачета).

Планирование времени на самостоятельную работу важно осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом повторение пройденного материала.

При подготовке к экзамену (зачету) следует руководствоваться перечнем вопросов для подготовки к итоговому контролю по курсу. При этом необходимо уяснить суть основных понятий дисциплины.

Самостоятельная работа студентов, прежде всего, заключается в изучении литературы, дополняющей материал, излагаемый в лекционной части курса. Необходимо овладеть навыками библиографического поиска, в том числе в сетевых Интернет-ресурсах.

Существует несколько методов работы с литературой.

Один из них – метод повторения: смысл прочитанного текста можно заучить наизусть. Простое повторение воздействует на память механически и поверхностно. Полученные таким путем сведения легко забываются.

Наиболее эффективный метод – метод осознанного запоминания: прочитанный текст нужно подвергнуть большей, чем простое заучивание, обработке. Чтобы основательно обработать информацию, важно произвести целый ряд мыслительных операций: прокомментировать новые данные; оценить их значение; поставить вопросы; сопоставить полученные сведения с ранее известными.

Для улучшения обработки информации очень важно устанавливать осмысленные связи, структурировать новые сведения. Изучение научной, учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей. Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект.

### **5.3 Теоретические вопросы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

1. Понятие числового ряда и его суммы. Геометрический ряд.
2. Критерии сходимости числового ряда.
3. Необходимое условие сходимости.
4. Признаки сравнения для положительных рядов.
5. Признак Даламбера.
6. Признак Коши радикальный.
7. Интегральный признак.
8. Абсолютная и условная сходимость знакопеременного числового ряда.
9. Признак Лейбница для условной сходимости.
10. Признаки Даламбера и Коши для рядов произвольного знака.
11. Признаки Дирихле и Абеля.
12. Понятие поточечной и равномерной сходимости функционального ряда. Признак Вейерштрасса для равномерной сходимости.
13. Степенной ряд. Вид области сходимости степенного ряда.
14. Теорема о равномерной сходимости степенного ряда.
15. Теорема о непрерывности суммы функционального ряда, ее следствие для степенного ряда.
16. Теорема об интегрировании функционального ряда, ее следствие для степенного ряда.

17. Теорема о дифференцировании функционального ряда, ее следствие для степенного ряда.
18. Ряд Тейлора. Разложение в ряд Маклорена основных элементарных функций.
19. Приложения рядов Тейлора: приближенное вычисление значений функций, интегралов, нахождение пределов, решение дифференциальных уравнений.
20. Тригонометрические ряды. Теорема о том, что равномерно сходящийся тригонометрический ряд является рядом Фурье для своей суммы.
21. Разложение в тригонометрический ряд Фурье  $2\pi$  – периодических функций общего вида.
22. Разложение в тригонометрический ряд Фурье  $2\pi$  – периодических четных и нечетных функций.
23. Разложение в тригонометрический ряд Фурье функций произвольного периода.
24. Тригонометрические ряды Фурье на произвольном промежутке.
25. Формулы Дирихле для частичных сумм ряда Фурье.
26. Теорема о поточечной сходимости тригонометрического ряда Фурье.
27. Ряды Фурье по произвольной ортогональной системе.
28. Минимальное свойство частичных сумм ряда Фурье.
29. Неравенство Бесселя.
30. Ряды Фурье в комплексной форме.
31. Интеграл Фурье в действительной и комплексной форме.
32. Преобразование Фурье.

**6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине,**  
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-2*

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	Шкала оценивания
<p>Знать: 31(ОПК2) основополагающие принципы, понятия и факты математического анализа; дифференциальное и интегральное исчисление функций одного и нескольких вещественных переменных; теорию числовых и функциональных рядов; основные понятия, формулы, теоремы; методы решения математических задач; приложения математических методов к классическим задачам физики.</p> <p>Уметь У1(ОПК2) решать математические задачи, аналогичные ранее изученным;</p>	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией.	Плохой уровень формирования компетенции - «Плохо»
	Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией	Неудовлетворительный уровень формирования компетенции —«неудовлетворительно»
	Знать основные понятия и факты математического анализа с рядом негрубых ошибок.	Удовлетворительный уровень формирования компетенции

<p>У2(ОПК2) решать математические задачи, не аналогичные ранее изученным, но тесно примыкающие к ним; У3(ОПК2) решать математические задачи, аналогичные ранее изученным, но более высокого уровня сложности; У4(ОПК2) решать математические задачи, которые требуют некоторой оригинальности мышления; У5(ОПК2) решать сложные математические задачи, составлять и анализировать математические модели физических явлений с привлечением дополнительного учебного материала.</p> <p>Владеть В1(ОПК2) навыками применения понятий и конструкций математического анализа к решению конкретных задач, методами решения прикладных задач, современными знаниями о математическом анализе и его приложениях.</p>	<p><b>Уметь</b> У1,У2 с рядом негрубых ошибок. <b>Владеть</b> базовыми знаниями фундаментальных разделов математики, навыками применения понятий и конструкций математического анализа к решению конкретных задач.</p>	- «Удовлетворительно»
	<p><b>Знать</b> основные понятия и факты математического анализа; дифференциальное и интегральное исчисление функций одного и нескольких вещественных переменных; теорию числовых и функциональных рядов; основные понятия, формулы, теоремы; методы решения математических задач с рядом заметных погрешностей. <b>Уметь</b> У1,У2 с незначительными погрешностями. <b>Владеть</b> большинством основных навыков, демонстрируя их в стандартных ситуациях</p>	Хороший уровень формирования компетенции -«Хорошо»
	<p><b>Знать</b> основные понятия и факты математического анализа; дифференциальное и интегральное исчисление функций одного и нескольких вещественных переменных; теорию числовых и функциональных рядов; основные понятия, формулы, теоремы; методы решения математических задач с незначительными погрешностями. <b>Уметь</b> У1,У2,У3 без ошибок и погрешностей. <b>Владеть</b> всеми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях</p>	Очень хороший уровень формирования компетенции - «Очень хорошо»
	<p><b>Знать</b> основные понятия и</p>	Отличный уровень



	факты математического анализа; дифференциальное и интегральное исчисление функций одного и нескольких вещественных переменных; теорию числовых и функциональных рядов; основные понятия, формулы, теоремы; методы решения математических задач без ошибок и погрешностей. <b>Уметь</b> У1,У2,У3,У4,У5. <b>Владеть</b> всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.	формирования компетенции - «Отлично»
	<b>Знать</b> основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей. <b>Уметь</b> У1-У5. Свободно <b>владеть</b> всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях.	Превосходный уровень формирования компетенции - «Превосходно»

*Карта компетенций для оценивания умений и навыков*

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
Умения У1(ПК-1), У2(ПК-1), У3(ПК-1), У4(ПК-1), У5(ПК-1)	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
Навыки В1(ПК-1)	полное отсутствие	отсутствие ряда важней	наличие минимально	наличие большинства	наличие всех основных	наличие всех навыков	Наличие всех навыков

	навыков, предусмотренных компетенцией	ших навыков, предусмотренных данной компетенцией	необходимого множества навыков	основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	х навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	, продемонстрированное в стандартных ситуациях	, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях
--	---------------------------------------	--	--------------------------------	--	---	--	--

## 6.2. Описание шкал оценивания

Для оценивания результатов учебной деятельности студентов при изучении дисциплины «Функциональные ряды»

Индикаторы компетенции	ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
<b>Полнота знаний</b>	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 ошибок.	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.
<b>Наличие умений</b>	Отсутствие минимальных	При решении стандартных задач	Продемонстрированы основные	Продемонстрированы все основные	Продемонстрированы все основные	Продемонстрированы все основные	Продемонстрированы все основные

	умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	умения. Решены типовые задачи с негрубыми и ошибками . Выполнены все задания но не в полном объеме.	умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами .	умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами .	умения, решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<b>Наличие навыков (владение опытом)</b>	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 набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
<b>Мотивация (личностные отношения)</b>	Полное отсутствие учебной активности и мотивации	Учебная активность и мотивация слабо выражены, готовность решать поставленные	Учебная активность и мотивация низкие, слабо выражены, стремление решать задачи	Учебная активность и мотивация проявляются на среднем уровне, демонстрируется готовность	Учебная активность и мотивация проявляются на уровне выше среднего, демонстрируется	Учебная активность и мотивация проявляются на высоком уровне, демонстрируется готовность	Учебная активность и мотивация проявляются на очень высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять

		задачи качествен но отсутству ют	качествен но	выполнять поставленн ые задачи на среднем уровне качества	готовность выполнять большинст во поставленн ых задач на высоком уровне качества	выполнять все поставленн ые задачи на высоком уровне качества	нестандартн ые дополнитель ные задачи на высоком уровне качества
<b>Характеристики а сформированности компетенции</b>	Компетенция не сформирована. отсутствуют знания, умения, навыки, необходимые для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям, но есть недочеты. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по некоторым профессиональным задачам.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции и превышает стандартные требования. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для применения творческого подхода к решению сложных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций	Нулевой	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	Очень высокий
Баллы, %	0-30	31-50	51-70	71-85	86-90	91-98	99-100

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

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

- индивидуальное собеседование,
- устные и 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. 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. Комплексные практические задания применяются для оценки владений.

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

Пример задания для зачёта по курсу «Функциональные ряды» для оценивания результатов обучения в виде умений У1(ОПК2,ПК-4) и владений В1(ОПК2,ПК-4) формирования ОПК-2, ПК-4.

1. Исследовать на сходимость числовой ряд

$$\text{а) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^n + 1}{2^n - 1}; \quad \text{б) } \sum_{n=1}^{\infty} \cos \frac{1}{n^2}; \quad \text{в) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(n+1)!}{5^n}; \quad \text{г) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n+1) \cdot \ln(2n+1)}.$$

2. Найти область сходимости степенного ряда

$$\text{а) } \sum_{n=0}^{\infty} \frac{3^{n+1} \cdot x^n}{n!}; \quad \text{б) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n}}{n^2 + 1} (x-2)^n.$$

3. а) Разложить в тригонометрический ряд Фурье функцию  $y = x$ ,  $0 \leq x \leq \pi$  по косинусам.

Нарисовать графики функции и её ряда Фурье на отдельных чертежах.

б) Нарисовать на одном чертеже графики функции и графики первых двух различных частичных сумм ряда Фурье.

в) Вычислить сумму числового ряда  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^2}$ , пользуясь полученным разложением.

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

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ от 13.02.2014.

[http://www.unn.ru/pages/general/norm-acts/attest\\_stud%202014.pdf](http://www.unn.ru/pages/general/norm-acts/attest_stud%202014.pdf)

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### а) основная литература

1. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа, т. 1 – М.: Высшая школа, 1988.

В библиотеке ННГУ 370 экз. Ссылка на каталог:

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=364323>

2. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа, т. 2 – М.: Высшая школа, 1988.

В библиотеке ННГУ 325 экз. Ссылка на каталог:

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=298122>

3. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа, т. 3 – М.: Высшая школа, 1989.

В библиотеке ННГУ 168 экз. Ссылка на каталог:

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=93050>

4. Солдатов М.А., Круглова С.С., Круглов Е.В. Интегралы несобственные и зависящие от параметра. Ряды: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2014.

В библиотеке ННГУ 90 экз. Ссылка на каталог:

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=467655>

5. Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа. – М.: Наука, 1985.

В библиотеке ННГУ 370 экз. Ссылка на каталог:

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=92714>

#### б) дополнительная литература

1. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа. Часть 1, Часть 2 – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001.

В библиотеке ННГУ 55 экз. Ссылка на каталог:

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=31258>

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=389760>

2. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа, т.1 и т.2. – СПб.: Лань, 2008.

В библиотеке ННГУ 208 экз. Ссылка на каталог:

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=298117>

**в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:**

<a href="http://www.biblioclub.ru">www.biblioclub.ru</a>	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Научная электронная библиотека
<a href="http://www.ebiblioteka.ru">www.ebiblioteka.ru</a>	Универсальные базы данных изданий

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебная аудитория, оснащенная партами, стульями, учебной доской. Учебная и научная литература, учебно-методические материалы, представленные в библиотечном фонде и в электронных библиотеках.

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Автор:

доцент кафедры прикладной математики, к.ф.-м.н. \_\_\_\_\_ С. Ю. Галкина

Рецензент:

Программа одобрена на заседании кафедры прикладной математики Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского от \_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Заведующий кафедрой прикладной математики

д.ф.-м.н., профессор М.В. Иванченко \_\_\_\_\_

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета ННГУ от «    » \_\_\_\_\_ 2021 года, протокол № б/н.

Председатель

Учебно-методической комиссии

физического факультета ННГУ \_\_\_\_\_ / Перов А.А. /