

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

Математический анализ

(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 «Математический анализ» относится к базовой части Б1.Б блока Б1 «Дисциплины (модули)», является обязательной для освоения, преподается на первом и втором годах обучения, с первого по третий семестр.

Целями освоения дисциплины «Математический анализ» являются:

- получение обучающимися базовых знаний в области математического анализа;
- формирование у обучающихся общей математической культуры;
- развитие умения применять полученные знания в профессиональной деятельности;
- овладение навыками использования методов математического анализа при моделировании различных физических процессов.

2. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины «Математический анализ» составляет 15 зачетных единицы, всего 576 часов, из них 6 зачетных единиц, всего 216 часов, приходится на первый семестр, 6 зачетных единиц, всего 216 часов, приходится на второй семестр и 3 зачетных единицы, всего 108 часов, на третий семестр.

В первом семестре 115 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (3 часа – мероприятия промежуточной аттестации; 64 часа занятия лекционного типа, 48 часов занятия семинарского типа (практические занятия), в том числе 2 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости), 101 час составляет самостоятельная работа обучающегося (56 часов самостоятельная работа в течение семестра, 45 часов самостоятельная работа при подготовке к промежуточной аттестации).

Во втором семестре 115 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (3 часа – мероприятия промежуточной аттестации; 64 часа занятия лекционного типа, 48 часов занятия семинарского типа (практические занятия), в том числе 2 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости), 101 час составляет самостоятельная работа обучающегося (56 часов самостоятельная работа в течение семестра, 45 часов самостоятельная работа при подготовке к промежуточной аттестации).

В третьем семестре 34 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (2 часа – мероприятия промежуточной аттестации; 32 часа занятия лекционного типа, в том числе 2 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости), 74 часа составляет самостоятельная работа обучающегося (38 часов самостоятельная работа в

течение семестра, 36 часов самостоятельная работа при подготовке к промежуточной аттестации).

Содержание дисциплины «Математический анализ»

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа в течение семестра, часы
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) в течение семестра, часы, из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Первый семестр						
1. Введение в анализ.	28	8	6	–	14	14
2. Пределы последовательности и функции. Непрерывность функции.	44	18	12	–	30	14
3. Дифференциальное исчисление функций одной переменной.	48	20	14	–	34	14
4. Интегральное исчисление функций одной переменной.	48	18	16	–	34	14
В т.ч. текущий контроль	2	2				–
Промежуточная аттестация – зачет и экзамен						
Второй семестр						
1. Дифференциальное исчисление функций многих переменных.	44	16	14	–	30	14
2. Кратные интегралы.	42	16	12	–	28	14
3. Криволинейные и поверхностные интегралы.	42	16	12	–	28	14
4. Интегралы несобственные и зависящие от параметра.	40	16	10	–	26	14
В т.ч. текущий контроль	2	2				–
Промежуточная аттестация – зачет и экзамен						
Третий семестр						
1. Числовые, функциональные и степенные ряды.	37	18	–	–	18	19
2. Ряд и интеграл Фурье. Элементы теории обобщенных функций.	33	14	–	–	14	19
В т.ч. текущий контроль	2	2				–
Промежуточная аттестация – экзамен						

3. Образовательные технологии

- 1) чтение лекций;
- 2) сопровождение лекций написанием и выводом формул, построением графиков, изображением рисунков на доске;
- 3) методика «вопросы и ответы»;
- 4) выполнение практического задания у доски;
- 5) индивидуальная работа над практическим заданием;
- 6) работа в парах над практическим заданием;
- 7) работа в малых группах над практическим заданием;
- 8) методика «мозговой штурм».

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся предполагает изучение конспектов лекций, выделенных разделов основной литературы, а также дополнительной литературы, выполнение практических заданий, отвечающих изучаемым разделам дисциплины, подготовку к промежуточной аттестации.

Перечень основной и дополнительной литературы для самостоятельного изучения приведен в п. 7 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации, примеры практических заданий приведены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

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

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	Демонстрация способности применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

6.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Промежуточной аттестацией для дисциплины «Математический анализ» в первом и втором семестрах является **зачет и экзамен**, в третьем семестре – **экзамен**.

По итогам зачета в первом и втором семестрах выставляются оценки «Не зачтено» (означает отсутствие аттестации) или «Зачтено» (означает прохождение первого этапа промежуточной аттестации – зачета). В случае прохождения зачета обучающийся допускается ко второму этапу промежуточной аттестации – экзамену.

По итогам экзамена в каждом из трех семестров выставляется оценка по семибалльной шкале: оценки «Плохо» и «Неудовлетворительно» означают отсутствие аттестации, оценки «Удовлетворительно», «Хорошо», «Очень хорошо», «Отлично» и «Превосходно» выставляются при успешном прохождении аттестации.

6.2. Процедуры и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

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

- индивидуальное собеседование (промежуточная аттестация).

Контрольные вопросы для индивидуального собеседования представлены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

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

- выполнение практических заданий (текущий контроль, промежуточная аттестация).

Примеры практических заданий для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Критериями оценивания на зачете являются наличие умений и владений (навыков), перечисленных в п. 5 настоящей Рабочей программы дисциплины. Критериями оценивания на экзамене являются полнота знаний, наличие умений и владений (навыков), перечисленных в п. 5 настоящей Рабочей программы дисциплины.

«Не зачтено» – обучающийся не показал минимально допустимый уровень умений и навыков выполнения практических заданий;

«Зачтено» – обучающийся успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий базового уровня сложности;

«Плохо» – обучающийся не продемонстрировал никаких знаний об основных теоретических разделах курса, не показал никаких умений и навыков выполнения практических заданий;

«Неудовлетворительно» – обучающийся не продемонстрировал представления об основных теоретических разделах курса, не показал минимально допустимый уровень умений и навыков выполнения практических заданий;

«Удовлетворительно» – обучающийся продемонстрировал изложение формулировок основных теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий базового уровня сложности;

«Хорошо» – обучающийся продемонстрировал связное изложение основных теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения стандартных практических заданий;

«Очень хорошо» – обучающийся продемонстрировал связное изложение практически всех теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения стандартных практических заданий;

«Отлично» – обучающийся продемонстрировал связное изложение всех теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий повышенного уровня сложности;

«Превосходно» – обучающийся продемонстрировал уровень знаний в объеме, превышающем стандартную программу подготовки, и продемонстрировал творческий подход к выполнению практических заданий повышенного уровня сложности.

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

6.3.1. При проведении промежуточной аттестации обучающимся предлагаются следующие контрольные вопросы, охватывающие программу дисциплины «Математический анализ»:

Первый семестр.

1. Метод математической индукции, вывод формул общего члена и суммы арифметической и геометрической прогрессий.
2. Бином Ньютона.
3. Аксиоматическое задание и свойства множества действительных чисел.
4. Модуль действительного числа и его свойства.
5. Ограниченные и неограниченные множества. Понятие точных верхней и нижней граней числового множества.
6. Понятие функции, способы задания функций. Обратная функция, примеры.
7. Элементарные свойства функций: монотонность, периодичность, симметрия.
8. Понятие предела числовой последовательности (4 определения с примерами).
9. Единственность предела числовой последовательности.

10. Ограниченность сходящейся последовательности. Теорема Больцано-Вейерштрасса.
11. Критерий Коши сходимости числовой последовательности.
12. Теорема о существовании предела монотонной ограниченной последовательности. Число ϵ .
13. Теорема о предельном переходе в неравенствах.
14. Бесконечно малые последовательности и их свойства.
15. Арифметические действия над пределами последовательностей.
16. Определение предела функции по Коши и по Гейне.
17. Свойства пределов функций.
18. Первый замечательный предел и его следствия.
19. Второй замечательный предел и его следствия.
20. Эквивалентные функции, сравнение бесконечно малых.
21. Применение метода замены на эквивалентную функцию и метода выделения главной части при вычислении пределов.
22. Односторонние пределы.
23. Определения непрерывности функции в точке.
24. Непрерывность функции на множестве. Свойства функций, непрерывных на отрезке.
25. Точки разрыва функции и их классификация.
26. Определение производной функции в точке. Таблица производных (с выводом).
27. Правила вычисления производной.
28. Односторонние производные. Связь непрерывности функции в точке с существованием конечной производной.
29. Физический смысл производной.
30. Геометрический смысл производной. Уравнения касательной и нормальной прямых к графику функции.
31. Логарифмическое дифференцирование.
32. Понятие дифференцируемости функции в точке.
33. Критерий дифференцируемости. Формула для вычисления дифференциала.
34. Правила вычисления дифференциала, свойство инвариантности дифференциала первого порядка.
35. Геометрический смысл дифференциала.
36. Приближенные вычисления с помощью дифференциала.
37. Производные высших порядков, правила их вычисления.
38. Производная от функции, заданной параметрически.
39. Производная от функции, заданной неявно.
40. Дифференциалы высших порядков и их свойства.
41. Теорема Ферма.
42. Теорема Ролля.
43. Теорема Лагранжа.
44. Теорема Коши.
45. Правила Лопиталя.
46. Формула Тейлора с различными формами остаточного члена.
47. Стандартные разложения по формуле Маклорена.
48. Приложения формулы Тейлора.
49. Условия постоянства функции на промежутке.
50. Определение функции, монотонной на промежутке. Критерии строгой и нестрогой монотонности.
51. Определение точки локального экстремума. Необходимое условие экстремума. Достаточные условия экстремума.
52. Определение выпуклости функции на промежутке. Критерии выпуклости.
53. Точки перегиба. Необходимые и достаточные условия точки перегиба.
54. Асимптоты вертикальные, наклонные и горизонтальные.

55. Схема исследования функции и построения ее графика.
56. Отыскание наибольшего и наименьшего значения функции.
57. Понятие кривой и ее длины. Достаточное условие спрямляемости кривой.
58. Натуральный параметр. Эквивалентность бесконечно малых элементов дуги, касательной и хорды.
59. Кривизна кривой; радиус, центр и круг кривизны. Эволюта и эвольвента.
60. Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Правила вычисления неопределенных интегралов.
61. Таблица интегралов.
62. Замена переменной в неопределенном интеграле. Примеры.
63. Правило интегрирования по частям в неопределенном интеграле. Примеры.
64. Комплексные числа, действия над ними. Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы записи комплексных чисел.
65. Разложение многочленов на множители.
66. Рациональные функции. Правильные и неправильные дроби. Выделение целой части для неправильной дроби.
67. Простейшие рациональные дроби. Разложение правильной дроби на простейшие.
68. Интегрирование простейших рациональных дробей (4 типа).
69. Алгоритм вычисления неопределенного интеграла от рациональной функции. Методы нахождения неопределенных коэффициентов.
70. Интегрирование иррациональных функций.
71. Подстановки Эйлера.
72. Интегрирование дифференциального бинома.
73. Вычисление интегралов от тригонометрических функций.
74. Задача о массе стержня.
75. Понятие определенного интеграла Римана.
76. Геометрический смысл определенного интеграла.
77. Свойства определенного интеграла.
78. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница.
79. Формула интегрирования по частям в определенном интеграле.
80. Замена переменной в определенном интеграле.
81. Понятие несобственного интеграла. Примеры.
82. Общая схема приложений определенного интеграла.
83. Площадь фигуры в декартовых координатах и в случае параметрического задания функции.
84. Площадь криволинейного сектора в полярных координатах.
85. Длина дуги кривой, заданной параметрически, в декартовых координатах.
86. Длина дуги в полярных координатах.
87. Объем тела через площадь поперечного сечения. Объем тела вращения.
88. Площадь поверхности тела вращения.
89. Вычисление статических моментов и центров тяжести кривых, а также плоских фигур.

Второй семестр.

1. Пространство \mathbf{R}^n , его основные свойства.
2. Функции многих переменных: область определения, предел, непрерывность.
3. Определение частных производных, примеры вычисления по определению, геометрический смысл.
4. Дифференцируемость функции многих переменных: необходимые условия дифференцируемости; достаточные условия дифференцируемости.
5. Дифференциал первого порядка: вычисление и основные свойства.
6. Приближенные вычисления с помощью дифференциала.

7. Дифференцирование сложной функции одной и нескольких переменных.
8. Производная неявной функции.
9. Уравнения касательной плоскости и нормальной прямой в случаях, когда поверхность задана явно и неявно.
10. Градиент, производная по направлению; их геометрический смысл.
11. Частные производные высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных.
12. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора.
13. Экстремум функции двух переменных.
14. Наибольшее и наименьшее значение функции в замкнутой ограниченной области.
15. Условный экстремум.
16. Замена переменных в дифференциальных выражениях.
17. Задача о массе плоской пластины. Определение двойного интеграла. Геометрический смысл. Классы интегрируемых функций.
18. Свойства двойного интеграла.
19. Вычисление двойного интеграла.
20. Замена переменных в двойном интеграле. Полярные координаты.
21. Вычисление площадей плоских фигур. Площадь в криволинейных координатах.
22. Вычисление объёмов тел.
23. Понятие площади поверхности. Вычисление площади поверхности.
24. Задача о массе пространственного тела. Определение тройного интеграла. Геометрический смысл. Классы интегрируемых функций.
25. Свойства тройного интеграла.
26. Вычисление тройного интеграла.
27. Замена переменных в тройном интеграле. Цилиндрические и сферические координаты.
28. Вычисление объёмов тел. Объем в криволинейных координатах.
29. Криволинейные интегралы первого и второго рода: понятие, вычисление, свойства.
30. Формула Грина.
31. Моменты и центр тяжести для плоской фигуры, тела в пространстве, плоской кривой и ограниченной поверхности.
32. Условия независимости криволинейного интеграла от пути. Нахождение полного дифференциала. Потенциальные векторные поля.
33. Поверхностные интегралы 1 рода: определение, свойства, вычисление.
34. Поверхностные интегралы 2 рода: определение, свойства, вычисление.
35. Физический смысл поверхностного интеграла. Поток вектора через поверхность.
36. Формула Остроградского-Гаусса.
37. Дивергенция векторного поля, ее свойства. Физический смысл формулы Остроградского-Гаусса.
38. Векторные линии и векторные трубки. Соленоидальные (трубчатые) векторные поля.
39. Ротор векторного поля, его свойства. Показать, что поле ротора является соленоидальным.
40. Циркуляция векторного поля. Формула Стокса.
41. Определение и примеры несобственных интегралов 1 и 2 рода.
42. Критерии сходимости для несобственных интегралов (3 штуки).
43. Признаки сравнения для несобственных интегралов.
44. Абсолютная и условная сходимость несобственных интегралов.
45. Признаки Дирихле и Абеля.
46. Понятие о несобственных кратных интегралах, вычисление интеграла Пуассона.
47. Собственные интегралы, зависящие от параметра. Непрерывность, предельный переход, интегрирование и дифференцирование по параметру под знаком интеграла.

48. Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Определение сходимости и равномерной сходимости, связь между ними. Признак Вейерштрасса для равномерной сходимости.
49. Признаки Дирихле и Абеля равномерной сходимости несобственных интегралов, зависящих от параметра.
50. Непрерывность несобственных интегралов, зависящих от параметра, предельный переход под знаком такого интеграла.
51. Интегрирование и дифференцирование несобственных интегралов, зависящих от параметра,
52. Применение теории интегралов, зависящих от параметра, к вычислению интегралов без параметра.
53. Гамма-функция Эйлера и ее свойства.
54. Бета-функция Эйлера и ее свойства.

Третий семестр.

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 2π – периодических функций общего вида.
22. Разложение в тригонометрический ряд Фурье 2π – 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.
33. Понятие обобщенной функции, примеры регулярной и сингулярной обобщенных функций.
34. Действия над обобщенными функциями. Производная от обобщенной функции, примеры ее вычисления.

6.3.2. Примеры практических заданий для практических занятий, самостоятельной работы обучающихся, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации:

1. Вычислить пределы

$$1) \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{\cos x}{\sqrt[3]{(1 - \sin x)^2}}, \quad 2) \lim_{x \rightarrow 1} \left(\frac{1}{1-x} - \frac{3}{1-x^3} \right), \quad 3) \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}-0} (\operatorname{tg} x)^{\operatorname{ctg} x}.$$

2. Найти производную $\begin{cases} x = e^t \cos t \\ y = e^t \sin t \end{cases} \quad y'(x) = ?$

3. Исследовать функцию $y = \frac{x^2 - 5}{x - 3}$ и построить её график.

4. Вычислить интегралы:

$$1) \int \frac{dx}{\sqrt{4 - 9x^2}}, \quad 2) \int (x^2 - 2x + 5)e^{-x} dx, \quad 3) \int \frac{dx}{(x^2 + 1)(x^2 + 4)}.$$

5. Вычислить дифференциал функции $y = 3x - \ln(1 + \sqrt{1 - e^{6x}})$.

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

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

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

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Галкина С.Ю., Галкин О.Е., Круглова С.С. Теория пределов. Дифференциальное исчисление функций одной переменной. Электронное учебно-методическое пособие. 2010 г. Нижний Новгород. ННГУ. Регистрационный номер 226.10.06.
Свободный доступ: www.unn.ru/books/met_files/MA1_KGG.pdf.

2. Галкина С.Ю., Галкин О.Е. Неопределённый интеграл. Электронное учебно-методическое пособие. 2015 г. Нижний Новгород. ННГУ. Регистрационный номер 951.15.06.
Свободный доступ: www.unn.ru/books/met_files/NeoprInt.pdf.
3. Галкина С.Ю., Галкин О.Е. Определённый интеграл и его приложения. Электронное учебно-методическое пособие. 2015 г. Нижний Новгород. ННГУ. Регистрационный номер 950.15.06.
Свободный доступ: www.unn.ru/books/met_files/OprInt.pdf.
4. Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа. – М.: Наука, 1985. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 20 экз.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=490040>.

б) дополнительная литература:

1. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа, Ч.1 и Ч.2. – СПб.: Лань, 2008. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 10 экз.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=430167>;
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=455669>.
2. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа. Часть 1, Часть 2 – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 10 экз.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=31258>;
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=389760>.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы Фундаментальной библиотеки ННГУ
<http://www.lib.unn.ru/>.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины обусловлено наличием учебных аудиторий для проведения занятий, оборудованных специализированной мебелью, меловыми или магнитно-маркерными досками для представления учебной информации большой аудитории. Ресурс мела и маркеров для доски в учебных аудиториях регулярно возобновляется.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся (на базе Фундаментальной библиотеки ННГУ) оснащены компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями самостоятельно установленного ННГУ образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Автор:

доцент кафедры прикладной математики
Института информационных технологий,
математики и механики,

к. ф.-м. н., доцент _____ / Галкина С.Ю. /

Рецензент:

Зав. кафедрой прикладной математики
Института информационных технологий,
математики и механики,

д. ф.-м. н. _____ / Иванченко М.В. /

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. /