

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 Ученого совета ННГУ
от 30.11.2022 г. протокол № 13

Рабочая программа дисциплины

Асимптотические методы теории колебаний и волн

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы
Математическое моделирование и вычислительная математика

Форма обучения
очная

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Код дисциплины Б1.В.ДВ.07.02.

| № варианта | Место дисциплины в учебном плане образовательной программы | Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД |
|------------|---|--|
| 1 | Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений | Дисциплина Б1.В.ДВ.07.02 Асимптотические методы теории колебаний и волн относится к части ООП направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», формируемой участниками образовательных отношений. |

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

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции | | Наименование оценочного средства |
|--|---|---|--|
| | Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора) | Результаты обучения по дисциплине** | |
| <i>ПК-3. Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</i> | <i>ПК-3.1. Знает методы сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</i> | Знать: – основные понятия, законы и принципы, описывающие физические явления, а также следствия, вытекающие из этих законов и принципов, имеющие как теоретическое, так и прикладное значение. – современное состояние и актуальные направления исследований колебательных и волновых процессов в различных областях физики. Знать: – точные и приближенные подходы к описанию колебаний в сосредоточенных системах при наличии изменяющихся внешних условий и самовоздействия; – асимптотические методы описания процессов распространения и дифракции коротковолновых полей в неоднородных нелинейных диспергирующих средах. | <i>Собеседование</i> |
| | <i>ПК-3.2. Умеет собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных</i> | Уметь: – адекватно описывать физические явления, составлять и анализировать их математические модели, с привлечением дополнительного материала, в том числе, с использование информационно- | <i>Задача</i> <i>Контрольная работа</i> |

| | | | |
|--|---|--|------------------------------------|
| | <p>исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</p> | <p>телекоммуникационной сети "Интернет" и других источников.</p> <p>– решать задачи и проблемы теории колебаний и волн, которые аналогичны ранее изученным в курсе;</p> <p>– решать задачи и проблемы теории колебаний и волн, которые аналогичны ранее изученным в курсе, но имеют более высокий уровень сложности.</p> <p>– использовать на практике асимптотические методы теории распространения и дифракции коротких волн для исследования волновых полей в плавно неоднородных средах с учетом рефракционных, дифракционных и дисперсионных эффектов;</p> <p>– решать нестандартные задачи и проблемы асимптотических методов теории волн, которые требуют некоторой оригинальности мышления</p> | |
| | <p>ПК-3.3. Имеет практический опыт сбора и обработки данных современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</p> | <p>Владеть:</p> <p>– представлениями о современном состоянии и актуальных проблемах исследований колебательных и волновых процессов в различных областях физики;</p> <p>– навыками составления математических моделей, описывающих физические процессы в сосредоточенных и распределенных системах;</p> <p>– точными и приближенными методами поиска и анализа возможных решений уравнений теории колебаний и волн;</p> <p>– навыками целенаправленного поиска информации о новейших научных и технологических достижениях в области асимптотических методов теории волн;</p> <p>– математическими методами обработки экспериментальной информации.</p> | <p>Собеседование</p> <p>Задача</p> |

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

| | Очная форма обучения |
|---|----------------------|
| Общая трудоемкость | 2 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану | 72 |
| в том числе | |
| аудиторные занятия (контактная работа): | 33 |
| - занятия лекционного типа | 16 |
| - занятия семинарского типа | 16 |
| - занятия лабораторного типа | 0 |
| - текущий контроль (КСР) | 1 |

| | |
|---------------------------------|----|
| самостоятельная работа | 39 |
| Промежуточная аттестация -зачет | |

3.2. Содержание дисциплины

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины | Всего (часы) | В том числе | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
|---|--------------|---|---------------------------|----------------------------|-------|---|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них | | | | |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Занятия лабораторного типа | Всего | |
| <u>Тема 1.</u> Осциллятор с медленно изменяющейся частотой. | 6 | 1 | 1 | | 2 | 4 |
| <u>Тема 2.</u> Осциллятор с периодически изменяющейся частотой. | 6 | 1 | 1 | | 2 | 4 |
| <u>Тема 3.</u> Движение в быстро осциллирующем поле. | 6 | 1 | 1 | | 2 | 4 |
| <u>Тема 4.</u> Нелинейный осциллятор. Резонанс | 5 | 1 | 1 | | 2 | 3 |
| <u>Тема 5.</u> Автоколебательные системы | 5 | 1 | 1 | | 2 | 3 |
| <u>Тема 6.</u> Среды с временной дисперсией. | 6 | 1 | 2 | | 3 | 3 |
| <u>Тема 7.</u> Волны в одномерных средах с плавно меняющимися параметрами. | 5 | 1 | 1 | | 2 | 3 |
| <u>Тема 8.</u> Геометрическая оптика плавно неоднородных сред. | 6 | 1 | 2 | | 3 | 3 |
| <u>Тема 9.</u> Квазиоптические волновые пучки. | 6 | 2 | 1 | | 3 | 3 |
| <u>Тема 10.</u> Распространение волновых пучков в плавно неоднородных средах. | 6 | 2 | 1 | | 3 | 3 |
| <u>Тема 11.</u> Самофокусировка волновых пучков. | 7 | 2 | 2 | | 4 | 3 |
| <u>Тема 12.</u> Темные и светлые солитоны. Представление о солитоне как о квазичастице. | 7 | 2 | 2 | | 4 | 3 |
| Текущий контроль (КСР) | 1 | | | | 1 | |
| Промежуточная аттестация – зачет | 0 | | | | | |
| Итого | 72 | 16 | 16 | 0 | 33 | 39 |

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – неотъемлемая часть подготовки высококвалифицированного специалиста в соответствующей области. Ее цель – формирование у студентов способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку лекционного и дополнительного материала, решение домашних заданий с последующей проверкой навыков решения задач. При самостоятельной работе рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, приведенную в п.7. Проработка лекционного материала осуществляется еженедельно после проведения аудиторных занятий в рамках часов, отведенных студентам на самостоятельную работу. Кроме того, работа с лекционным и дополнительным материалом (рекомендованной литературой, приведенной в конце данной программы) проводится в период сессии при подготовке к экзамену по дисциплине.

Выполнение домашних заданий осуществляется еженедельно или раз в две недели в соответствии с графиком изучения соответствующего лекционного материала и проведения практических занятий по соответствующей тематике.

Задачи для выполнения самостоятельных домашних заданий по каждому разделу дисциплины составляются преподавателем. Количество вариантов зависит от числа обучающихся.

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

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

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | Шкала оценивания сформированности компетенций | | | | | | |
|--|---|---|--|--|--|--|--|
| | плохо | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | очень хорошо | отлично | превосходно |
| | Не зачтено | | | Зачтено | | | |
| <u>Знания</u> | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможно оценить полноту знаний вследствие отказа обучающего | 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. |

| | | | | | | | |
|---------------|--|--|---|---|--|--|--|
| | ся от ответа | | | | | | |
| <u>Умения</u> | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| <u>Навыки</u> | 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. | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач. |

Шкала оценки при промежуточной аттестации

| Оценка | | Уровень подготовки |
|---------|--------------|--|
| зачтено | Превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно» |
| | Отлично | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» |
| | Очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне |

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

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

5.2.1 Контрольные вопросы к зачету

| Вопросы | Код формируемой компетенции |
|---|-----------------------------|
| 1. Лагранжев и гамильтонов формализм при описании движения системы материальных точек. | ПК-3 |
| 2. Канонические переменные действие, угол. | ПК-3 |
| 3. Адиабатический инвариант для осциллятора с медленно изменяющейся частотой. | ПК-3 |
| 4. Осциллятор с периодически изменяющейся частотой. Уравнение Хилла и теорема Флоке. | ПК-3 |
| 5. Параметрический резонанс и представление о зонах неустойчивости. | ПК-3 |
| 6. Уравнение Матье и границы первой зоны неустойчивости. | ПК-3 |
| 7. Движение в быстро осциллирующем поле. Понятие о пондеромоторной силе. | ПК-3 |
| 8. Маятника Капицы и его состояния равновесия. | ПК-3 |
| 9. Колебательный контур с нелинейной емкостью или нелинейной индуктивностью. | ПК-3 |
| 10. Контакт Джозефсона. | ПК-3 |
| 11. Задача о самоиндуцированной прозрачности. | ПК-3 |
| 12. Универсальные модели консервативных колебаний вблизи минимума гладкого потенциала: осцилляторы с квадратичной нелинейностью и осцилляторы с кубической нелинейностью. | ПК-3 |
| 13. Осциллятор Дуффинга. | ПК-3 |
| 14. Вынужденные колебания линейного и нелинейного осциллятора. Понятие о резонансе. | ПК-3 |

| | |
|---|-------------|
| 15. Укороченные уравнения и резонансные кривые. | <i>ПК-3</i> |
| 16. Квазигармонические и релаксационные колебания в автоколебательных системах. | <i>ПК-3</i> |
| 17. Обобщенная схема радиотехнического генератора. | <i>ПК-3</i> |
| 18. Ламповый генератор Ван дер Поля. Уравнения Ван дер Поля. | <i>ПК-3</i> |
| 19. Автогенератор на активном элементе с отрицательной дифференциальной проводимостью. | <i>ПК-3</i> |
| 20. Уравнение Рэлея. | <i>ПК-3</i> |
| 21. Бифуркация Андронова – Хопфа. | <i>ПК-3</i> |
| 22. Фазовые портреты для консервативного и диссипативного нелинейного осциллятора. Типы возможных состояний равновесия. | <i>ПК-3</i> |
| 23. Движение по сепаратрисе для физического маятника. | <i>ПК-3</i> |
| 24. Разложение в ряд по степеням параметра нелинейности для осциллятора с квадратичной нелинейностью. | <i>ПК-3</i> |
| 25. Разложение в ряд по степеням параметра нелинейности для осциллятора с кубической нелинейностью. | <i>ПК-3</i> |
| 26. Метод многих масштабов. | <i>ПК-3</i> |
| 27. Метод Ван дер Поля. | <i>ПК-3</i> |
| 28. Модель Френкеля – Конторовой. Цепочки связанных осцилляторов. | <i>ПК-3</i> |
| 29. Представление о волнах в распределенных системах. | <i>ПК-3</i> |
| 30. Среды с временной (частотной) дисперсией. Волновое уравнение для сред с временной дисперсией. | <i>ПК-3</i> |
| 31. Дифференциальная форма материального уравнения. | <i>ПК-3</i> |
| 32. Дисперсионное уравнение. Понятие о фазовой и групповой скорости. | <i>ПК-3</i> |
| 33. Распространение квазимонохроматического импульса в длинноволновом приближении. | <i>ПК-3</i> |
| 34. Расплывание волновых пакетов. Метод моментов. | <i>ПК-3</i> |
| 35. Уравнение для огибающей импульса и его функция Грина. | <i>ПК-3</i> |
| 36. Гауссов импульс (автомодельное решение уравнения для огибающей). Прямоугольный сигнал. | <i>ПК-3</i> |
| 37. Импульс с начальной фазовой модуляцией и его эффективное сжатие. | <i>ПК-3</i> |
| 38. Уравнения Максвелла. | <i>ПК-3</i> |
| 39. Волновое уравнение. Скалярное уравнение Гельмгольца. | <i>ПК-3</i> |
| 40. Необходимые условия применимости геометрической оптики для монохроматических полей. | <i>ПК-3</i> |

| | |
|---|-------------|
| 41. Уравнения эйконала и переноса для скалярного уравнения Гельмгольца. | <i>ПК-3</i> |
| 42. Дифференциальное уравнение для луча. Кривизна луча. | <i>ПК-3</i> |
| 43. Лучевые координаты. | <i>ПК-3</i> |
| 44. Закон сохранения потока энергии в лучевой трубке. | <i>ПК-3</i> |
| 45. Каустики. Лучи и каустики в линейном слое. | <i>ПК-3</i> |
| 46. Волны в одномерных средах с плавно меняющимися параметрами. Приближение Вентцеля – Крамерса – Бриллюэна (ВКБ). Уравнение и функция Эйри | <i>ПК-3</i> |
| 47. Квазиоптические волновые пучки. Малоугловое (параксиальное) приближение. | <i>ПК-3</i> |
| 48. Квазиоптическое уравнение и его функция Грина. Поведение волнового поля в зоне геометрической оптики и зоне Фраунгофера. | <i>ПК-3</i> |
| 49. Пучки с гауссовым распределением амплитуды, автомодельное решение квазиоптического уравнения и понятие об эффективной ширине пучка. | <i>ПК-3</i> |
| 50. Зоны дифракции в неоднородных средах. | <i>ПК-3</i> |
| 51. Опорный луч волнового пучка и связанная с ним ортогональная система координат. | <i>ПК-3</i> |
| 52. Безабберационное приближение квазиоптики для монохроматических волновых пучков. Представление об абберациях. | <i>ПК-3</i> |
| 53. Обобщенное линзовое преобразование | <i>ПК-3</i> |
| 54. Импульс с начальной фазовой модуляцией и его эффективное сжатие. | <i>ПК-3</i> |
| 55. Зоны дифракции в неоднородных средах. | <i>ПК-3</i> |
| 56. Процесс самофокусировка волновых пучков. Филаментация. | <i>ПК-3</i> |
| 57. Нелинейное уравнение Шредингера. | <i>ПК-3</i> |
| 58. Модуляционная неустойчивость пространственно однородного решения. | <i>ПК-3</i> |
| 59. Самоподдерживающиеся волновые каналы в средах с кубичной нелинейностью. | <i>ПК-3</i> |
| 60. Вариационный подход к описанию процесса самовоздействия волновых пучков. | <i>ПК-3</i> |
| 61. Оценка длины самофокусировки. | <i>ПК-3</i> |
| 62. Представление о солитоне как о квазичастице. | <i>ПК-3</i> |
| 63. Законы сохранения для нелинейного уравнения Шредингера. | <i>ПК-3</i> |
| 64. Темные и светлые солитоны одномерного нелинейного уравнения Шредингера. | <i>ПК-3</i> |

| | |
|---|------|
| 65. Описание поведение светлых солитонов в обобщенном нелинейного уравнения Шредингера в ситуации, близкой к интегрируемой. Модификация законов сохранения. Метод моментов. | ПК-3 |
| 66. Теория возмущений для темных солитонов, распространяющихся на неоднородном фоне в среде с дефокусирующей нелинейностью. Эффективное уравнение для положения темного солитона в параболической ловушке | ПК-3 |

5.2.2. Примеры типовых задач текущего контроля для оценки сформированности компетенции «ПК-3»

- Задача 1. Найти границы первой зоны неустойчивости для осциллятора с частотой, изменяющейся ступенчатым образом.
- Задача 2. Найти границы второй зоны неустойчивости для осциллятора с частотой, изменяющейся по гармоническому закону.
- Задача 3. Найти адиабатический инвариант и условия его применимости для движения электрона в медленно изменяющемся магнитном поле.
- Задача 4. Найти адиабатический инвариант и условия его применимости для шарика, катающийся по горизонтальному столу между двумя стенками, одна из которых медленно колеблется.
- Задача 5. Оценить глубину проникновения квазимонохроматического поля с амплитудой E_0 в плоскослоистую среду, показатель преломления которой изменяется по линейному закону.
- Задача 6. Исследовать поведение физического маятника с длиной L , точка подвеса которого *a)* колеблется вертикально, *b)* колеблется горизонтально и *c)* вращается по окружности с частотой ω , предполагая, что ω^2 существенно превосходит величину L/g .

5.2.3. Типовые задания контрольной работы для оценки компетенции «ПК-3»

Задача 1.

Описать процесс перестройки частоты у плоской волны, налетающей на фронт ионизации, если он движется навстречу *a)* с «досветовой» и *b)* со «сверхсветовой» скоростью.

Задача 2.

Найти структуру фронта ударной волны для уравнения Бюргерса и скорость его движения.

Задача 3.

Найти семейство солитонов уравнения Кортевега-де Вриза. Найти интегралы движения исходного уравнения, которые отвечают импульсу и энергии солитона.

Задача 4.

Найти структуру ударной волны и форму солитона уравнения Бюргерса – Кортевега-де Вриза.

5.2.3. Типовые вопросы собеседования для оценки сформированности компетенции «ПК-13»

1. Колебательный контур с нелинейной емкостью или нелинейной индуктивностью.

2. Контакт Джозефсона.
3. Задача о самоиндуцированной прозрачности.
4. Универсальные модели консервативных колебаний вблизи минимума гладкого потенциала: осцилляторы с квадратичной нелинейностью и осцилляторы с кубической нелинейностью.
5. Осциллятор Дуффинга.
6. Обобщенная схема радиотехнического генератора.
7. Параметрические колебания в нелинейных системах. Нелинейный осциллятор с параметрическим возбуждением.
8. Параметрический генератор электромагнитных колебаний.
9. Оптические параметрические усилители и генераторы.
10. Двухконтурные параметрические генераторы.
11. Резонансное взаимодействие связанных слабонелинейных осцилляторов.
12. Соотношения Менли – Роу

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Трубецков Д.И., Рожнев А.Г. Линейные колебания и волны: Учебное пособие для вузов. - М.: Изд-во физматлит, 2001. (48 экз)
2. Гинзбург В. Л. Распространение электромагнитных волн в плазме. 2-е изд. - М.: Наука, 1960.
[В форме электронного документа доступна на сайте EdWorld «Мир математических уравнений», ИПМ РАН, 2004-2016, URL <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/plasma.htm> — свободный доступ]
3. Кравцов Ю.А., Орлов Ю.И. Геометрическая оптика неоднородных сред. - М.: Наука, 1980.
[В форме электронного документа доступна на сайте EdWorld «Мир математических уравнений», ИПМ РАН, 2004-2016, URL <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/optics.htm> — свободный доступ]
4. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн. — М.: Наука, 1979, 1990. (147 экз+4 экз)

б) дополнительная литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Краткий курс теоретической физики, том 1: Механика. Электродинамика. М.: Наука, 1969. [В форме электронного документа доступна на сайте EdWorld «Мир математических уравнений», ИПМ РАН, 2004-2016, URL <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/lectures.htm> — свободный доступ]

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

EdWorld «Мир математических уравнений», ИПМ РАН, 2004-2016, URL <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library> — свободный доступ
Современная цифровая образовательная среда РФ. [сайт]. Учебные курсы.
URL: <https://online.edu.ru/public/courses?faces-redirect=true>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

обучения: имеются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы; презентационное оборудование для проведения обсуждений и компьютерных демонстраций (лаборатории 218, и 220 кафедры ТУиДС, корп.2).

Наличие рекомендованной литературы.

Для подготовки самостоятельных контрольных работ и для их графического представления (если это необходимо), а также для расширения коммуникационных возможностей студенты имеют возможность работать в компьютерных классах с соответствующим лицензионным программным обеспечением и выходом в Интернет (лаборатории 218, и 220 кафедры ТУиДС, корп.2).

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Автор, к.ф.-м.н., ст. преп. ТУиДС Л.А. Смирнов

Заведующий кафедрой ТУиДС, д.ф.-м.н. Г.В. Осипов

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

от 30.11.2022 года, протокол № 3