

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION

**Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
«National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Working programme of the discipline

Differential equations

Higher education level

Bachelor degree

Area of study / speciality

02.03.02 - Fundamental Informatics and Information Technology

Focus /specialization of the study programme

General Profile

Mode of study

full-time

Nizhny Novgorod

Year of commencement of studies 2025

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.09 Дифференциальные уравнения относится к обязательной части образовательной программы.

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 | Для текущего контроля успеваемости | Для промежуточной аттестации |
| УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1: Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации УК-1.2: Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности УК-1.3: Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов | УК-1.1: Знать основные факты из математического анализа, геометрии и алгебры и других дисциплин, на которые опирается изучение данной дисциплины; УК-1.2: Уметь_ интерпретировать новую информацию в предметной области Владеть терминологией предметной области; УК-1.3: Владеть - навыками поиска информации в рамках предметной области в сети Интернет и других источниках; навыками создания текстов в рамках предметной области. | Реферат | Экзамен: Контрольные вопросы |
| ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной | ОПК-1.1: Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, базовые теории и истории основного, теории коммуникации; знает основную терминологию ОПК-1.2: Умеет | ОПК-1.1: Знать основные типы состояний равновесия линейной системы второго порядка. ОПК-1.2: Уметь _осуществлять линеаризацию | Тест | Экзамен: Контрольная работа |

| | | | | |
|--------------|--|---|--|--|
| деятельности | осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты ОПК-1.3: Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной деятельности | нелинейных систем второго порядка Владеть математическим и алгоритмическим мышлением, математической культурой; ОПК-1.3: Знать - основные типы ДУ первого порядка, допускающие нахождение решений, -структуру общего решения линейных ДУ с постоянными коэффициентами. Уметь решать основные типы ДУ первого порядка, решать линейные ДУ с постоянными коэффициентами Владеть методикой построения фазовых портретов двумерных динамических систем; | | |
|--------------|--|---|--|--|

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

| | |
|--|-----------------------------|
| | очная |
| Общая трудоемкость, з.е. | 5 |
| Часов по учебному плану | 180 |
| в том числе | |
| аудиторные занятия (контактная работа): | |
| - занятия лекционного типа | 16 |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 16 |
| - КСР | 2 |
| самостоятельная работа | 110 |
| Промежуточная аттестация | 36 Экзамен |

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

| Наименование разделов и тем дисциплины | Всего (часы) | в том числе | | | |
|---|-----------------|---|--|-------------|--|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора торные работы), часы | Всего | |
| | о ф о | о ф о | о ф о | о ф о | о ф о |
| Раздел 1. Введение. Дифференциальные уравнения 1-го порядка. Теорема существования и единственности задачи Коши. Основные классы уравнений 1-го порядка, интегрируемые в квадратурах. | 33 | 4 | 4 | 8 | 25 |
| Раздел 2. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами | 38 | 4 | 4 | 8 | 30 |
| Раздел 3. Линейные системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами | 33 | 4 | 4 | 8 | 25 |
| Раздел 4. Состояния равновесия двумерных автономных систем | 38 | 4 | 4 | 8 | 30 |
| Аттестация | 36 | | | | |
| КСР | 2 | | | 2 | |
| Итого | 180 | 16 | 16 | 34 | 110 |

Contents of sections and topics of the discipline

Раздел 1. Введение. Дифференциальные уравнения 1-го порядка. Теорема существования и единственности задачи Коши. Основные классы уравнений 1-го порядка, интегрируемые в квадратурах.

Раздел 2 Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами

Раздел 3 Линейные системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами

Раздел 4 Состояния равновесия двумерных автономных систем

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

5. Assessment tools for ongoing monitoring of learning progress and interim certification in the discipline (module)

5.1 Model assignments required for assessment of learning outcomes during the ongoing monitoring of learning progress with the criteria for their assessment:

5.1.1 Model assignments (assessment tool - Abstract) to assess the development of the competency УК-1:

Примеры тем:

1. Понятие производной функции одной переменной и ее применения
2. Понятие частной производной и ее применения
3. Методы интегрирования

Полный перечень тем приведен в ФОС дисциплины.

Assessment criteria (assessment tool — Abstract)

| Grade | Assessment criteria |
|-------|---|
| pass | Тема реферата раскрыта в должной мере. Студент отвечает на вопросы по содержанию своей работы. |
| fail | Тема реферата не раскрыта. Студент затрудняется ответить на вопросы по содержанию своей работы. |

5.1.2 Model assignments (assessment tool - Test) to assess the development of the competency ОПК-1:

Примеры заданий теста:

7. Нарисовать фазовый портрет линейного осциллятора
 $\ddot{x} - 2\dot{x} + 5x = 0$

8. Нарисовать фазовый портрет линейного осциллятора
 $\ddot{x} + 2\dot{x} + 2x = 0$

9. Нарисовать фазовый портрет линейного осциллятора
 $\ddot{x} - 2\dot{x} + 2x = 0$

10. Нарисовать фазовый портрет линейного осциллятора
 $\ddot{x} + 2\dot{x} + 10x = 0$

11. Нарисовать фазовый портрет линейного осциллятора
 $\ddot{x} - 2\dot{x} + 10x = 0$

12. Нарисовать фазовый портрет линейного осциллятора
 $\ddot{x} + 4\dot{x} - 2x = 0$

13. Нарисовать фазовый портрет линейного осциллятора

Полный перечень приведен в ФОС дисциплины.

Assessment criteria (assessment tool — Test)

| Grade | Assessment criteria |
|-------|-----------------------------------|
| pass | Более половины заданий выполнено. |
| fail | Выполнено менее половины заданий. |

5.2. Description of scales for assessing learning outcomes in the discipline during interim certification

Шкала оценивания сформированности компетенций

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | плохо | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | очень хорошо | отлично | превосходно |
|--|---|--|--|---|--|---|--|
| | не зачтено | | зачтено | | | | |
| <u>Знания</u> | 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. Ошибок нет. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. |
| <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 | Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| <u>Навыки</u> | Отсутствие базовых навыков. 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 |

Scale of assessment for interim certification

| Grade | | Assessment criteria |
|-------|-------------|---|
| pass | outstanding | All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "outstanding", the knowledge and skills for the relevant competencies have been demonstrated at a level higher than the one set out in the programme. |

| | | |
|-------------|-----------------------|---|
| | excellent | All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "excellent", |
| | very good | All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "very good", |
| | good | All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "good", |
| | satisfactory | All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "satisfactory", with at least one competency developed at the "satisfactory" level. |
| | unsatisfactory | At least one competency has been developed at the "unsatisfactory" level. |
| fail | poor | At least one competency has been developed at the "poor" level. |

5.3 Model control assignments or other materials required to assess learning outcomes during the interim certification with the criteria for their assessment:

5.3.1 Model assignments (assessment tool - Control questions) to assess the development of the competency УК-1

| |
|---|
| 1.Определение производной, ее геометрический смысл |
| 2.Понятие первообразной функции, неопределенный интеграл |
| 3.Понятие общего и частного решения дифференциального уравнения 1-го порядка |
| 4.Геометрическая интерпретация дифференциального уравнения 1-го порядка |
| 5.Что такое полный дифференциал? |
| 6.Что такое линейное уравнение 1-го порядка |
| 7.Что такое характеристическое уравнение? |
| 8.Какие типы состояний равновесия могут быть у линейной системы второго порядка |
| 9.Что такое «линеаризация» системы? |
| 10.Что такое «линейный осциллятор»? Что он описывает? |

Assessment criteria (assessment tool — Control questions)

| Grade | Assessment criteria |
|-------------|---|
| outstanding | Уровень знаний в объеме, превышающе м программу подготовки. |

| Grade | Assessment criteria |
|----------------|--|
| | |
| excellent | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок |
| very good | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок |
| good | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок |
| satisfactory | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. |
| unsatisfactory | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. |
| poor | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа |

5.3.2 Model assignments (assessment tool - Control work) to assess the development of the competency ОПК-1

Примеры заданий:

4. Решить уравнение и построить несколько его интегральных кривых

$$(x^2 - 1)y' + 2xy^2 = 0.$$
5. Найти кривые, у которых точка пересечения любой касательной с осью абсцисс имеет абсциссу, вдвое меньшую абсциссы точки касания.
6. Решить уравнение и нарисовать картину расположения его интегральных кривых

$$y^2 + x^2 y' = xy.$$
7. Решить уравнение

$$(2x - 4y + 6)dx + (x + y - 3)dy = 0.$$
8. Решить уравнение

$$2x^2 y' = y^3 + xy.$$
9. Решить уравнение

$$y' + y \operatorname{tg} x = \sec x.$$
10. Решить уравнение

$$xy^2 y' = x^2 + y^3$$
13. Решить уравнение

$$y'' + y' - 2y = 3xe^x.$$

Полный перечень приведен в ФОС дисциплины.

Assessment criteria (assessment tool — Control work)

| Grade | Assessment criteria |
|-------------|---|
| outstanding | Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач. |
| excellent | Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. |

| Grade | Assessment criteria |
|----------------|---|
| very good | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. |
| good | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами. |
| satisfactory | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами. |
| unsatisfactory | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки. |
| poor | Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа. |

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Бибииков Ю. Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений / Бибииков Ю. Н. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 304 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-1176-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799724&idb=0>.
2. Петрушко И. М. Курс высшей математики. Интегральное исчисление. Функции нескольких переменных. Дифференциальные уравнения. Лекции и практикум / Петрушко И. М. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 608 с. - Допущено Министерством образования РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям: "Технические науки", "Техника и технологии". - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-0633-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799577&idb=0>.
3. Тихонов А. Н. Дифференциальные уравнения / Тихонов А. Н., Васильева А. Б., Свешников А. Г. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 256 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0277-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=695912&idb=0>.
4. Треногин В. А. Обыкновенные дифференциальные уравнения / Треногин В. А. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 312 с. - Рекомендовано Научно-методическим советом по математике Министерства образования и науки Российской Федерации в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по физико-математическим, техническим, естественным и экономическим специальностям. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-1063-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=665796&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Демидович Б. П. Дифференциальные уравнения / Демидович Б. П., Моденов В. П. - 6-е изд.,

стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 280 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-9441-5.,
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=783945&idb=0>.

2. Пантелеев Андрей Владимирович. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Практикум : Учебное пособие / Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019. - 432 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-011973-1. - ISBN 978-5-16-104158-1.,
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=626169&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Ресурс открытого доступа Электронная физико-математическая библиотека EqWorld ,
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/algebra.htm>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 02.03.02 - Fundamental Informatics and Information Technology.

Авторы: Стребуляев Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Калинин Алексей Вячеславович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.