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 |

(факультет / институт / филиал)

|  |
| --- |
|  |

УТВЕРЖДЕНО

решением ученого совета ННГУ

протокол от

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

|  |
| --- |
| Дифференциальные уравнения |

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| бакалавриат |

Направление подготовки / специальность

|  |
| --- |
| 01.03.01 Математика |

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| Общий профиль |

Квалификация (степень)

|  |
| --- |
| бакалавр |

Форма обучения

|  |
| --- |
| очная |

Нижний Новгород

2018 год

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

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» входит в базовую часть ОПОП. Для ее успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: математического анализа, линейной алгебры, высшей алгебры, аналитической геометрии.

Освоение дисциплины «Дифференциальные уравнения» необходимо при последующем изучении дисциплин «Уравнения в частных производных» («Уравнения математической физики»), «Дифференциальная геометрия и топология» и ряда других, включая специальные курсы. Обязателен для освоения в 3, 4 семестрах, второго года обучения. Индекс дисциплины — **Б1.Б.13.**

Форма отчетности – экзамен (3, 4 семестр).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ варианта** | **Место дисциплины в учебном плане образовательной программы** | **Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД** |
| 1 | Блок 1. Дисциплины (модули) базовая часть | Дисциплина *Б1.Б.13, Дифференциальные уравнения* относится к базовой части ОПОП направления подготовки 01.03.01. Математика |

 **Целями освоения дисциплины являются**:

Целями освоения дисциплины (модуля) «Дифференциальные уравнения» являются:

1) фундаментальная подготовка в области дифференциальных уравнений;

2) овладение методами решения основных типов дифференциальных уравнений и их систем;

3) овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования в приложениях.

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

|  |  |
| --- | --- |
| **Формируемые компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций** |
| **ОПК-1**готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциаль-ной геометрии и топологии, дифференциаль-ных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельностиНачальный этап | ***ЗНАТЬ****З1(*ОПК-1*)* основные определения и теоремы курса дифференциальных уравнений.***УМЕТЬ****У1(*ОПК-1*)* применять полученные знания для исследования дифференциальных уравнений и их систем***ВЛАДЕТЬ****В1(*ОПК-1*)* навыками и методами исследования решений дифференциальных уравнений и их систем. |
| **ПК-1** способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной областиНачальный этап | ***УМЕТЬ****У1(ПК-1)* решать основные типы ДУ первого порядка и высших порядков, различать линейные и нелинейные ДУ и системы, уметь проводить линеаризацию уравнений в окрестности заданного решения, создавать математическую модель физической задачи.***ВЛАДЕТЬ*** В1(ПК-1)процедурой постановки численных исследований, проверки их достоверности и сравнения с получаемой информацией***ЗНАТЬ****З1(ПК-1)* формулировки основных теорем теории ДУ, классификацию основных типов ДУ, интегрируемых в квадратурах и методов решений. |

1. **Структура и содержание дисциплины «Дифференциальные уравнения»**

Объем дисциплины составляет **9** зачетных единиц, всего **324**  часа, из которых

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

**48**часов занятия лекционного типа,

**64**часов практические занятия,

**4** часа промежуточной аттестации

**208** часа составляет **самостоятельная работа** обучающегося (в т.ч. 90 часов подготовки к экзамену)

**Содержание дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№****п/п** | **Раздел****дисциплины** | **Семестр** | **Всего** |  | **Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)** |
| лекции | семинары, практ. занятия | лаб. | Всегоконтактной | сам. |
| 1 | Понятие дифференциального уравнения. Геометрическая интерпретация: расширенное фазовое пространство, поле направлений, интегральные кривые, изоклины. Элементарные методы интегрирования. | 3 | 39 | 6 | 6 |  | 12 | 27 |
| 2 | Смысл и формулировка теоремы существования и единственности решения задачи Коши для систем и уравнений произвольного порядка. Примеры нарушения единственности. Динамические системы на прямой. | 3 | 25 | 4 | 4 |  | 8 | 17 |
| 3 | Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной: элементы теории и методы интегрирования. | 3 | 33 | 6 | 6 |  | 12 | 21 |
| 4 | Общая теория линейных диффенциальных уравнений. Формула Лиувилля – Остроградского. Фундаментальная система решений. Метод вариации постоянных для неоднородного уравнения.  | 3 | 37 | 8 | 8 |  | 16 | 21 |
| 5 | Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера. Уравнения с правой частью в виде квазиполинома. Уравнения Эйлера. | 3 | 44 | 8 | 8 |  | 16 | 28 |
|  | В т.ч. текущий контроль |  | 2 |  | 2 |  |  |  |
|  | **Промежуточный контроль: Экзамен.** |
| 1 | Краевые задачи для линейных ДУ второго порядка, теорема об альтернативе. Функция Грина краевой задачи, решение неоднородной краевой задачи с помощью функции Грина. | 4 | 17 | 2 | 2 |  | 4 | 13 |
| 2 | Общая теория систем линейных дифференциальных уравнений ДУ 1-го порядка. Формула Лиувилля – Остроградского. Фундаментальная система решений. Метод вариации постоянных для неоднородной системы. Фундаментальные матрицы и их вид. | 4 | 19 | 2 | 4 |  | 6 | 13 |
| 3 | Системы линейных ДУ 1-го порядка с постоянными . коэффициентами. Метод Эйлера, характеристическое уравнение. Нахождение фундаментальной системы решений. Неоднородные системы с неоднород. в виде векторного квазиполинома | 4 | 31 | 2 | 10 |  | 12 | 19 |
| 4 | Доказательство теоремы существования и единствен-ности, различные варианты теоремы, продолжение решений, непрерывная зависимость решений от начальных условий и параметров. | 4 | 17 | 2 | 2 |  | 4 | 13 |
| 5 | Дифференцируемость решения по параметру и начальным значениям. Уравнения в вариациях. | 4 | 11 | 2 | 2 |  | 4 | 7 |
| 6 | Понятия теории динамических систем, траектории, классификация. Фазовая плоскость. Топология фазовых кривых. Классификация линейных особых точек на плоскости. Замкнутые кривые: отобра-жение Пуанкаре, устойчивость предельного цикла | 4 | 17 | 2 | 6 |  | 8 | 9 |
| 7 | Устойчивость по Ляпунову и асимптотическая устойчивость. Критерий устойчивости линейной системы с постоянными коэффициентами. Критерий Рауса-Гурвица. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Теорема Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости нелинейных. системы. | 4 | 11 | 2 | 2 |  | 4 | 7 |
| 8 | Первые интегралы автономной системы. Существование полной системы первых интегралов. | 4 | 10 | 1 | 2 |  | 3 | 7 |
| 9 | Линейные и квазилинейные уравнения с частными производными первого порядка. Характеристики. Задача Коши. Теорема существования и единствен-ности решения задачи Коши. | 4 | 9 | 1 | 2 |  | 3 | 6 |
|  | В т.ч. текущий контроль | 4 | 2 |  | 2 |  |  |  |
|  | Промежуточный контроль: экзамен |

1. **Образовательные технологии**

Используются образовательные технологии в форме лекций, практических занятий.

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

**Практические занятия.** Одна из форм учебного занятия, направленная на развитие самостоятельности обучающихся и приобретение умений и навыков. Практические занятия предполагают разбор решений задач и самостоятельное решение задач, предлагаемых преподавателем, под контролем преподавателя, а также проверку знания теоретического материала, полученного на лекциях.

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

В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В каждом семестре проводятся контрольные работы.

**5.1 Виды самостоятельной работы студентов**

* Выполнение домашних практических заданий с последующей проверкой и обсуждением.
* Обсуждение итогов контрольных работ.
* Изучение литературы и проработка теоретического материала лекционных занятий;

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

а) Основная литература:

1.Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения (4-е изд.). М.: Наука, 1974

http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/ode.htm

2. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.; Ижевск: Изд-во РХД, 2003 (30 экз.)

б) Дополнительная литература:

1.Андронов А.А., Леонтович Е.В., Гордон И.И., Майер А.Г. Качественная теория динамических систем второго порядка. М.: Наука, 1966

http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/ode.htm

2.Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1967

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/ode.htm>

3. Коддингтон Э.А., Левинсон Н. Теория обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: ИЛ, 1958

http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/ode.htm

**5.3 Вопросы для контроля:**

1. Понятие обыкновенного дифференциального уравнения, порядок д.у. Решение дифференциального уравнения. Уравнение, разрешенное относительно старшей

производной. Примеры дифференциальных уравнений. Геометрический смысл дифференциального уравнения и его решений, изоклины.

1. Задача Коши для ОДУ первого порядка. Формулировка теоремы существования

и единственности решений.

1. Интегрирование дифф. уравнений первого порядка: уравнения с разделяющимися

переменными, однородные уравнения.

4. Интегрирование дифф. уравнений первого порядка: линейные дифф. уравнения,

уравнения Бернулли, случаи интегрируемости уравнения Риккати.

5. Уравнение x’ = f(x) и одномерная теория динамических систем.

6. Интегрирование д. у. первого порядка: симметричная форма д.у. первого порядка,

уравнения в полных дифференциалах.

7. Интегрирование уравнения математического маятника, случай 0<С<2.

8. Интегрирование уравнения математического маятника, случай C>2.

9. Интегрирование уравнения математического маятника, случай C=2.

10. Классы уравнений высшего порядка, допускающие понижение порядка.

11. Понятие о дифференциальных уравнениях первого порядка, не разрешенных

относительно производной, геометрия, связанная с таким уравнением.

12. Регулярные и особые точки уравнения, не разрешенного относительно производной,

теорема о существовании решений на листе регулярных точек.

13. Решение уравнений, не разрешенных относительно производной методом введения

параметра, поведение решений около особых точек (на примерах).

14. Фундаментальная система решений для системы с постоянными коэффициентами

в случае кратных корней характеристического уравнения. Изложить основную идею

построения ф.с.р. и показать реализацию в случае одной жордановой клетки.

1. Нахождение частного решения неоднородной системы с постоянными коэффициентами

в случае неоднородности в виде векторного квазиполинома. Сформулировать основную

идею и показать ее реализацию на примере одной экспоненты.

16. Теорема существования и единственности решений д.у. первого порядка

(доказательство методом Пикара). Указать основные этапы доказательства, какие теоремы

анализа используются для построения решения?

17. Формулировка теоремы существования и единственности решений для системы д.у.

первого порядка, схема доказательства с указанием необходимых изменений по

сравнению со скалярным случаем.

18. Понятие о продолжении решений д.у., теорема о продолжении решения,

определяемого теоремой Пикара, до границы области определения.

19. Теорема существования решений линейной системы дифференциальных уравнений

первого порядка, глобальность существования решений. Почему в линейном случае

удается получить решение сразу на всем интервале?

20. Теоремы о непрерывной зависимости решения от начальных данных и параметров.

21. Формулировки теорем и их смысл, уравнения в вариациях по начальному условию и

параметрам.

22. Гладкость решения по начальным условиям и параметрам. Основная идея доказательства.

23. Вывод уравнений в вариациях по начальным условиям и параметру. Начальные

условия для решения.

24. Понятие об автономных системах, фазовое пространство, фазовые траектории.

Классификация фазовых траекторий. Понятие о задачах теории динамических систем.

25. Окрестность состояния равновесия автономной системы, фазовый портрет

линейной системы на плоскости в случае фокуса.

26. Окрестность состояния равновесия автономной системы, фазовый портрет

линейной системы на плоскости в случае узла.

27. Окрестность состояния равновесия автономной системы, фазовый портрет

линейной системы на плоскости в случае седла.

28. Понятие функции Ляпунова. Теоремы Ляпунова об устойчивости и

асимптотической устойчивости.

29. Теорема об устойчивости по Ляпунову по первому приближению. Критерий

устойчивости Рауса-Гурвица.

30. Понятие об автономных системах, фазовое пространство, фазовые траектории.

Классификация фазовых траекторий. Понятие о теории динамических систем.

31. Окрестность состояния равновесия автономной системы, поведение траекторий

линейной системы на плоскости.

32. Первый интеграл системы д.у. Уравнение для поиска интегралов, геометричес-

кий смысл первого интеграла. Функционально независимые интегралы. Понижение

порядка нормальной системы при помощи первых интегралов.

33. Существование n независимых первых интегралов в окрестности точки (*t0,x0*)

для нормальной системы n неавтономных д.у. первого порядка.

34. Первые интегралы автономных систем, существование независимых интегралов

автономной системы в окрестности неособой точки. Примеры глобального существования

первых интегралов в автономной системе.

35. Линейное однородное уравнение с частными производными первого порядка, его

общее решение, связь с первыми интегралами ОДУ.

36. Квазилинейное уравнение с частными производными первого порядка, характеристики,

Решения, задача Коши для квазилинейного уравнения.

**6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**, **включающий:**

**6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Индикаторы компетенции** | **ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОПК-1, ПК-1** |
| **плохо** | **Неудовлетворительно** | **удовлетворительно** | **хорошо** | **очень хорошо** | **отлично** | **превосходно** |
| **Полнота знаний** | 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 ошибки. | 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.  |
| **Наличие умений**  | 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 полномОбъеме без недочетов |
| **Наличие навыков****(владение опытом)** | 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  |
| **Мотивация(личностное отношение)** | Полное отсутствие учебной активности и мотивации | Учебная активность и мотивация слабо выражены, готовность решать поставленные задачи качественно отсутствуют | Учебная активность и мотивация низкие, слабо выражены, стремление решать задачи качественно | Учебная активность и мотивация проявляются на среднем уровне, демонстрируется готовность выполнять поставленные задачи на среднем уровне качества | Учебная активность и мотивация проявляются на уровне выше среднего, демонстрируется готовность выполнять большинство поставленных задач на высоком уровне качества | Учебная активность и мотивация проявляются на высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять все поставленные задачи на высоком уровне качества | Учебная активность и мотивация проявляются на очень высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять нестандартные дополнительные задачи на высоком уровне качества |
| **Характеристика сформированности компетенции** | Компетенция в 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 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  |

**6.2 Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

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

**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:

- экзамен;

- индивидуальное собеседование.

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











**Образец экзаменационного билета**

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет

им. Н.И. Лобачевского

Институт информационных технологий, математики и механики

Кафедра Дифференциальных уравнений, математического и численного анализа

Дисциплина Дифференциальные уравнения

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1.Понятие об обыкновенном дифференциальном уравнении (ОДУ), его порядок. Решение

дифференциального уравнения. Уравнение, разрешенное относительно производной.

Примеры дифференциальных уравнений. Геометрический смысл дифференциального

уравнения и его решения. Изоклины, исследование ОДУ 1-го порядка с помощью изоклин.

2.Скалярное линейное однородное ОДУ n-го порядка с постоянными коэффициентами,

метод Эйлера, характеристический многочлен и характеристическое уравнение.

Фундаментальная система решений в случае простых корней характеристического уравнения.

Вещественные решения вещественных ЛДУ.

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

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

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.Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения (4-е изд.). М.: Наука, 1974

http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/ode.htm

2. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.; Ижевск: Изд-во РХД, 2003 (30 экз.)

б) Дополнительная литература:

1.Андронов А.А., Леонтович Е.В., Гордон И.И., Майер А.Г. Качественная теория динамических систем второго порядка. М.: Наука, 1966

http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/ode.htm

2.Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1967

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/ode.htm>

3. Коддингтон Э.А., Левинсон Н. Теория обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: ИЛ, 1958

http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/ode.htm

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

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет».

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ОПОП ВО по направлению (профилю) **01.03.01. Математика**

Автор д.ф.-м.н., проф. Лерман Л.М. .

Программа одобрена на заседании кафедры дифференциальных уравнений, математического и численного анализа Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_2017 года, протокол № \_\_.

Заведующий кафедрой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Программа одобрена методической комиссией Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_.