

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра математического моделирования

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета



Нестеров П.Н.

20 июня 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Дифференциальные уравнения**

Направление подготовки (специальности)  
10.05.01 Компьютерная безопасность

Направленность (профиль)  
«Математические методы защиты информации»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 11 апреля 2023 г., протокол № 8

Программа одобрена НМК  
математического факультета  
протокол № 9 от 3 мая 2023 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «дифференциальные уравнения» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с ФГОС ВПО, содействует формированию мировоззрения и развитию математического мышления. Кроме того, дисциплина способствует развитию логического, эвристического и алгоритмического мышления и дает представление о месте и роли математики в современном мире, мировой культуре и истории. Цель дисциплины – изучение основ дифференциальных уравнений, включающих теорию и практические методы решения, качественного исследования ДУ, теорию устойчивости.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «дифференциальные уравнения» относится к математическому и естественно-научному циклу (базовая часть). Это обязательный курс для студентов 2 курса, читается в 4 семестре. Дисциплина основывается на знаниях и навыках, полученных слушателями при изучении таких дисциплин, как «Математический анализ», «Алгебра». Основу курса составляют методы качественного исследования, теоретические и практические методы решения дифференциальных уравнений.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формулировка компетенции	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ОПК-3 Способен использовать необходимые математические методы для решения задач профессиональной деятельности;	ИД-ОПК-3_2 Осуществляет постановку задачи, выбирает способ ее решения ИД-ОПК-3_3 Применяет математический аппарат для решения прикладных и теоретических задач.	<b>Знать:</b> аппарат теории ДУ, формулировки утверждений, методы их доказательства. <b>Уметь:</b> решать задачи; применять понятия, результаты и методы теории ДУ. <b>Владеть:</b> математическим аппаратом теории ДУ, методами решения задач и доказательства утверждений.

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины "дифференциальные уравнения" составляет 2 зачетные единицы, 72 акад. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Основные понятия курса дифференциальных уравнений	4	2	1				1	
2	Уравнения первого порядка	4	2	1				1	
3	Системы дифференциальных уравнений	4	4	2				1	
4	Линейные системы дифференциальных уравнений	4	4	2				2	
5	Линейные системы с постоянными коэффициентами	4	4	2			2	1	К.р. №1
6	Дифференциальные уравнения высших порядков	4	4	2				1	
7	Краевые задачи	4	4	2				1	
8	Теоремы существования	4	4	2				2	
9	Теория устойчивости	4	4	2				2	
10	Линейные разностные уравнения	4	2	1			2	1	К.р. №2
							1		Зачет
	<b>Всего</b>		36	18			5	13	72

**Примечание:** объем (в часах) самостоятельной работы в рамках установленного данной РПД количества часов, выполняемой студентом с применением ЭО и ДОТ (в ЭУК «дифференциальные уравнения» в LMS Moodle), определяется каждым студентом в зависимости от уровня его подготовки и способов выполнения данного вида работ.

Содержание разделов:

##### Раздел 1. Основные понятия

Определения дифференциального уравнения, порядка ДУ, решения ДУ, интегральной кривой, поля направлений, изоклин. Постановка задачи Коши, особые решения.

## **Раздел 2. Элементарные методы интегрирования уравнений первого порядка**

Уравнения с разделяющимися переменными, однородные уравнения, линейные уравнения, формула Лагранжа, уравнения Бернулли, уравнения Риккати, уравнения в полных дифференциалах. Свойства решений автономных уравнений.

## **Раздел 3. Системы дифференциальных уравнений**

Определения системы ДУ первого порядка, решения системы ДУ. Векторная запись системы ДУ. Постановка задачи Коши для системы ДУ, формулировка теоремы об однозначной разрешимости задачи Коши.

## **Раздел 4. Линейные системы дифференциальных уравнений**

Свойства решений линейных однородных систем, фундаментальная система решений, фундаментальная матрица, матрица Коши. Формула Остроградского-Лиувилля. Матричные ДУ, эквивалентность множества фундаментальных матриц и множества решений матричного ДУ с невырожденной начальной матрицей. Формула Лагранжа решения линейной неоднородной системы.

## **Раздел 5. Линейные системы с постоянными коэффициентами**

Решение линейных однородных систем, решение линейных неоднородных систем с неоднородностью специального вида, определение матричной экспоненты, оценка матричной экспоненты, матричная экспонента как сумма ряда.

## **Раздел 6. Дифференциальные уравнения высших порядков**

ДУ  $n$ -го порядка и эквивалентные им системы. Постановка задачи Коши, формулировка теоремы об однозначной разрешимости задачи Коши. Свойства решений линейного однородного уравнения. Формула Остроградского-Лиувилля. Исследование линейной зависимости функций с помощью определителя Вронского. Методы решения линейных неоднородных уравнений: метод вариации постоянных, функция Коши. Линейные однородные и неоднородные ДУ с постоянными коэффициентами. Уравнения Эйлера.

## **Раздел 7. Краевые задачи**

Постановка краевых задач, условие разрешимости. Функция Грина. Задачи типа Штурма-Лиувилля, нахождение собственных значений и собственных функций краевых задач.

## **Раздел 8. Теоремы существования**

Доказательство теоремы существования и единственности решения задачи Коши. Непродолжаемые решения: определение, доказательство существования, свойства. Непрерывная зависимость решений от параметров и начальных данных. Дифференцируемость решений по параметрам и начальным данным. Уравнения в вариациях по параметрам и начальным данным.

## **Раздел 9. Теория устойчивости**

Основные определения теории устойчивости. Устойчивость решений линейных систем. Устойчивость нулевого решения линейных систем с постоянной матрицей. Теорема об устойчивости по первому приближению. Метод функций Ляпунова: первая, вторая и третья теоремы Ляпунова, теорема Четаева. Устойчивость нулевого решения возмущенных систем. Фазовый портрет линейных однородных систем второго порядка с постоянными коэффициентами, классификация особых точек.

## **Раздел 10. Линейные разностные уравнения**

Понятие о линейных разностных уравнениях и их решениях. Фильтрующие свойства разностных уравнений.

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Формы преподавания дисциплины «дифференциальные уравнения» традиционны. Для передачи большого объема материала используются лекции, дополняемые практическими занятиями.

Основной целью занятий является формирование у студентов понимания теоретического материала, изложенного на лекции, и использование его при решении упражнений и задач. В преподавании используется сочетание коллективной работы группы с самостоятельной работой студентов. Допускается работа в небольших группах по обсуждению серии взаимосвязанных вопросов и коллективного поиска ответов на них. Домашние задания подразделяются на текущие (задание к очередному практическому занятию или лекции) и долгосрочные. Студенты регулярно получают задания по самостоятельному изучению некоторых вопросов курса, а также дополнительных его разделов, по чтению учебной литературы.

Групповые консультации проводятся перед контрольными мероприятиями (контрольные работы, зачетные работы, экзамены) для большой группы студентов с целью систематизации знаний и устранению имеющихся сложностей с пониманием материала общего характера.

Индивидуальные консультации проводятся регулярно для желающих с целью устранения имеющихся у студентов проблем с материалом частного характера.

Самостоятельная работа реализуется в процессе аудиторных занятий, в контакте с преподавателем вне рамок расписания (на консультациях по учебным вопросам, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий), в библиотеке и дома при выполнении студентом учебных задач.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

Электронный учебный курс «Квантовая механика» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

## **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В образовательном процессе по дисциплине используются:  
для формирования материалов для контроля успеваемости и проведения аттестации:

- программы Microsoft Office и свободные аналоги;
- издательская система LaTeX;
- Adobe Acrobat Reader.

**7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации
- программы Microsoft Office и / или свободные аналоги, издательская система LaTeX;
- для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

**а) основная литература:**

1. Глызин С.Д., Нестеров Н.П. Обыкновенные дифференциальные уравнения: учебное пособие. – Ярославль: ЯрГУ, 2016.
2. Глызин С.Д., Толбей А.О. Практикум по курсу обыкновенных дифференциальных уравнений: учебное пособие. – Ярославль: ЯрГУ, 2017.
3. Тихонов, А. Н., Дифференциальные уравнения : учебник для вузов / А. Н. Тихонов, А. Б. Васильева, А. Г. Свешников. - 4-е изд., стереотип., М., ФИЗМАТЛИТ, 2002.
4. Филиппов, А. Ф., Сборник задач по дифференциальным уравнениям / А. Ф. Филиппов, М-Ижевск, Регулярная и хаотическая динамика, 2004.

**б) дополнительная литература:**

1. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения: Учебник - 5-е изд. - М.: Наука, 1982.
2. Тихонов А.Н., Васильева А.Б., Свешников А.Г. Дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1985.
3. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения: Учебное пособие для вузов. - М.: Наука, 1985.
4. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление: учебник - изд.5-е. - М.: Едиториал УРСС, 2002.
5. Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения: Учебное пособие. - М.: Наука, 1984.
6. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. - М-Ижевск.: РХД, 2005.
7. Самойленко А.М. и др. Дифференциальные уравнения: примеры и задачи: учебное пособие для вузов. - Киев.: Высшая школа, 1989.
8. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений: Учебное пособие для мех.-мат. факультетов университетов. - М.: Наука, 1984.

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор(ы) :

доцент кафедры математического моделирования Ярославского государственного университета им. П.Г.Демидова кандидат физ.-мат. наук

---

(должность, ученая степень)

---

(подпись)

---

(Фамилия И.О.)

### Приложение №1 к рабочей программе дисциплины «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ» (наименование дисциплины)

#### Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов по дисциплине

#### 1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

##### 1.1 Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации

#### Примеры задач для контрольных работ.

1. Найти общее решение и построить график интегральной кривой, соответствующей начальным условиям  
 $\dot{x} = 2(x - 2)(x + 1)^2, \quad x(0) = 1.$
2. Найти общее решение  $(2x + 2y - 1)dx + (x + y - 2)dy = 0.$
3. Найти общее решение  $y' - y \operatorname{ctg} x = 2x \sin x.$

4. Найти общее решение  $y' = y^2 - \frac{2}{x^2}, y_* = \frac{1}{x}$ .
5. Найти общее решение  $(x + y - 1)dx + (x - y^2 + 3)dy = 0$ .
6. Найти общее решение  $y'' + 2y' + y = e^{-x} + 1$ ;
7. Найти общее решение  $y''' + 2y'' + y' = x + e^{-x}$ ;
8. Найти общее решение  $\ddot{x} + x = \frac{4t^2 - 1}{2t\sqrt{t}}$ ;
9. Найти общее решение системы  $x' = Ax$ , если  $A = \begin{pmatrix} 5 & -1 & 5 \\ 0 & 3 & 2 \\ 0 & -2 & 3 \end{pmatrix}$ ;
10. Найти общее решение системы  $x' = Ax$ , если  $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$ .
11. Найти все положения равновесия и исследовать их на устойчивость
 
$$\begin{cases} x' = -\sin y, \\ y' = 2x + \sqrt{1 - 3x - \sin y}. \end{cases}$$
12. При каких значениях  $a$  и  $b$  устойчив многочлен  $\lambda^4 + a\lambda^3 + \lambda^2 + \lambda + b$ .
13. Найти общее решение системы:  $x' = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}x + \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}e^{2t}$ .
14. Найти методом малого параметра два-три члена разложения
 
$$xy' - \varepsilon x^2 - \ln(1 + y) = 0, \quad y(1) = 0.$$

## 1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

1. Понятие дифференциального уравнения. Простейшие виды дифференциальных уравнений первого порядка (с разделяющимися переменными, однородные, в полных дифференциалах, Бернулли и Рикатти) и методы их решения.
2. Линейные уравнения 1 порядка. Метод комплексных амплитуд.
3. Линейные уравнения 1 порядка. Метод неопределенных коэффициентов.
4. Интегрирование линейных однородных уравнений порядка  $n$  (случай простых корней).
5. Интегрирование линейных однородных уравнений порядка  $n$  (случай кратных корней).
6. Интегрирование линейных неоднородных уравнений порядка  $n$ . Метод неопределенных коэффициентов и комплексных амплитуд.
7. Интегрирование линейных неоднородных уравнений порядка  $n$ . Метод вариации произвольных постоянных.
8. Однородные системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
9. Интегрирование линейных неоднородных систем с постоянными коэффициентами. Метод неопределенных коэффициентов и комплексных амплитуд.
10. Теорема существования и единственности для начальной задачи Коши в случае уравнения первого порядка. Метод Пикара.
11. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейных систем.
12. Принцип сжимающих отображений.
13. Теорема существования и единственности для задачи Коши в случае нормальной системы.
14. Продолжаемость решений дифференциальных уравнений.



15. Зависимость решений дифференциальных уравнений от параметров и начальных условий.
16. Асимптотика решений дифференциальных уравнений по малому параметру (регулярный случай).
17. Общие свойства систем линейных дифференциальных уравнений.
18. Фундаментальная матрица линейной системы, ее свойства.
19. Решение неоднородных систем линейных дифференциальных уравнений методом вариации произвольной постоянной.
20. Определитель Вронского и его свойства. Линейная зависимость и независимость функций.
21. Формула Остроградского-Лиувилля.
22. Функции от матриц, матричная экспонента. Способы построения матричной экспоненты.
23. Теорема об оценке матричной экспоненты.
24. Устойчивость. Определения, геометрический смысл понятия устойчивости.
25. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению.
26. Функции Ляпунова. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости.
27. Теорема Четаева о неустойчивости.
28. Траектории в окрестности точки покоя. Типы точек покоя. Фазовый портрет линейной системы на плоскости.
29. Устойчивость решений систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Критерий Рауса - Гурвица, частотный критерий Михайлова.
30. Краевые задачи. Постановка и физическое содержание.
31. Неоднородные краевые задачи. Функция Грина.
32. Колебательная потеря устойчивости состоянием равновесия. Возникновение периодических решений.
33. Линейные разностные уравнения. Методы решения.

## **2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания**

### **2.1 Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание**

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

**Пороговый уровень** предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

**Продвинутый уровень** предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

**Высокий уровень** предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

**2.2 Перечень компетенций, этапы их формирования,  
описание показателей и критериев оценивания компетенций  
на различных этапах их формирования**

Код компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (№ темы, раздела)	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
				Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
Общепрофессиональные компетенции						
ОПК-2	Зачет		Знать:	Основные понятия и определения	Понятия, определения, формулировки теорем	Все понятия, определения, доказательства главных теорем
			Уметь:	Решать простейшие задачи	Решать задачи среднего уровня	Решать сложные задачи, доказывать теоремы
			Владеть навыками:	Нахождения решений ОДУ	Знать постановки основных задач. Пользоваться алгоритмами их решения.	Пользоваться методологией и навыками решения широкого круга научных и практических задач.

**3. Методические рекомендации преподавателю  
по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,  
характеризующих этапы формирования компетенций**

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

**3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций**

**Пороговый уровень** (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;

- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

#### **Продвинутый уровень (общие характеристики):**

- достаточно полные и систематизированные знания в объёме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

#### **Высокий уровень (общие характеристики):**

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

### **3.2 Описание процедуры выставления оценки**

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо»,

«удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «зачет» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ»** *(наименование дисциплины)*

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Форма изложения материала – лекции и практические занятия. Для лучшего понимания теории необходимо решение задач, в том числе самостоятельное для закрепления полученных навыков.

Рекомендуется проведение в течение семестра контрольных работ для понимания степени усвоения дисциплины студентами. По их итогам проводится разбор наиболее типичных ошибок и при необходимости повторение наиболее трудного материала.

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

#### **Интернет-ресурсы:**

1. **Международный научно-образовательный сайт EqWorld.**  
<http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm> (рус.), <http://eqworld.ipmnet.ru> (англ.).
2. **Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»**  
([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))
3. **Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"** (<http://window.edu.ru/library>).