

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра теоретической физики

Авторы-составители: **Хеннер Виктор Карлович**
Демин Виталий Анатольевич

Рабочая программа дисциплины
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ
Код УМК 80951

Утверждено
Протокол №6
от «08» июня 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Дифференциальные уравнения

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в базовую часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **03.03.01** Прикладные математика и физика
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Дифференциальные уравнения** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

03.03.01 Прикладные математика и физика (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.1 способность использовать базовые знания основных разделов математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, математической логики, теории вероятностей и математической статистики, численных методов в будущей профессиональной деятельности

ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	03.03.01 Прикладные математика и физика (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	4
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	56
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	0
Самостоятельная работа (ак.час.)	88
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (4 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Дифференциальные уравнения [для физиков]. Первый семестр

Дифференциальные уравнения первого порядка

Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям

Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. Понятие обыкновенных дифференциальных уравнений. Геометрический смысл дифференциальных уравнений. Теорема Коши. Метод Эйлера численного решения дифференциального уравнения.

Дифференциальные уравнения первого порядка

Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнения с разделяющимися переменными, однородные уравнения. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнения Бернулли. Уравнения в полных дифференциалах.

Дифференциальные уравнения второго и высших порядков

Уравнения высших порядков

Уравнения высших порядков. Теорема Коши.

Линейные дифференциальные уравнения второго порядка

Линейные дифференциальные уравнения второго порядка. Метод вариации постоянных для решения неоднородных дифференциальных уравнений высших порядков. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод неопределенных коэффициентов, четыре специальных случая правой части. Задача колебаний маятника.

Линейные дифференциальные уравнения высших порядков

Линейные однородные дифференциальные уравнения высших порядков. Определитель Вронского.

Системы дифференциальных уравнений, краевые задачи для линейных уравнений второго порядка, теория устойчивости

Системы обыкновенных дифференциальных уравнений

Системы дифференциальных уравнений. Системы линейных однородных и неоднородных уравнений. Системы с постоянными коэффициентами.

Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Формулировка начальных условий. Простейшие методы решений. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Решение однородных систем для различных корней характеристического уравнения. Неоднородные системы дифференциальных уравнений. Метод вариации постоянных.

Простейшие краевые задачи

Простейшие краевые задачи. Физические приложения. Задача Штурма-Лиувилля.

Методы приближенного решения дифференциальных уравнений

Приближенное решение дифференциальных уравнений. Численные методы решений дифференциальных уравнений. Методы степенных рядов, итераций, малого параметра.

Метод преобразования Лапласа

Интегральное преобразование Лапласа и его свойства. Обратное преобразование Лапласа. Применение к решению линейных дифференциальных уравнений и их систем.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Хеннер, В. К. Обыкновенные дифференциальные уравнения, вариационное исчисление, основы специальных функций и интегральных уравнений : учебное пособие / В. К. Хеннер, Т. С. Белозерова, М. В. Хеннер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-2592-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96873> (дата обращения: 02.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. <https://elis.psu.ru/node/620009>
2. Аксенов, А. П. Дифференциальные уравнения в 2 т : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. П. Аксенов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 601 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-5873-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/448107>

Дополнительная:

1. Филиппов А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям/А. Ф. Филиппов.- Москва:Регулярная и хаотическая динамика,2004, ISBN 5-93972-008-0.-176.
2. Эльсгольц Л. Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление:учебник для физических и физико-математических факультетов университетов/Л. Э. Эльсгольц.-Москва:Эдиториал УРСС,2000, ISBN 5-8360-0098-0.-320.
3. Хеннер В. К.,Белозерова Т. С. Дифференциальные уравнения: приложения к вариационному исчислению:учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров "Физика", "Прикладная математика и физика", "Нанотехнологии и микросистемная техника", "Радиофизика" и по направлению подготовки магистров "Физика"/В. К. Хеннер, Т. С. Белозерова.- Пермь,2016, ISBN 978-5-7944-2719-6.-91.-Библиогр.: с. 90
4. Задачи и упражнения по математическому анализу и дифференциальным уравнениям / В. В. Власов, С.И. Митрохин, А.В. Прошкина, [и др.]. — М.: Интернет-университет информационных технологий, 2010. — 376 с. : ил. — ISBN 978-5-9556-0116-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система БиблиоТех : [сайт]. <https://psu.bibliotech.ru/Reader/Book/8814>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://library.psu.ru/node/738> Электронные ресурсы Научной библиотеки ПГНИУ

<http://elis.psu.ru> Электронная мультимедийная библиотека ELiS

<https://e.lanbook.com/reader/book/96873/> Хеннер В. К., Белозерова Т. С., Хеннер М. В. Учебное пособие

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Дифференциальные уравнения** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.
- Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- приложение, позволяющее просматривать PDF-файлы
- офисный пакет приложений «LibreOffice».
- Хеннер В.К., Белозерова Т.С., Хеннер М.В. Пакет демонстрационных программ по решению обыкновенных дифференциальных уравнений к изданию Henner V., Belozerova T., Khenner M. Ordinary and partial differential equations/Victor Henner, Tatyana Belozerova, Mikhail Khenner.- Boca Raton: CRC Press, 2013, ISBN 9781466515000.-629.-Includes bibliographical references and index. - на электронно-оптическом диске.

Дополнительный перечень используемых информационных технологий определяется преподавателями дисциплины.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Дифференциальные уравнения**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.1 способность использовать базовые знания основных разделов математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, математической логики, теории вероятностей и математической статистики, численных методов в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: основные понятия теории дифференциальных уравнений первого и второго порядка. Уметь: анализировать физические задачи, строить их математические модели, решать дифференциальные уравнения. Владеть: методами и навыками решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядка.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные понятия теории дифференциальных уравнений первого и второго порядка. Не умеет производить расчеты, анализировать физические задачи, строить их математические модели, решать дифференциальные уравнения. Не владеет методами и навыками решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядка.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания основных понятий теории дифференциальных уравнений первого и второго порядка. Демонстрирует частично сформированное умение производить расчёты, давать интерпретацию результатов. Имеет представление о методах и навыках решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядка.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных понятий теории дифференциальных уравнений первого и второго порядка. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения производить расчёты, давать интерпретацию результатов, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания. В целом успешно, но с отдельными пробелами владеет методами и навыками решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядка.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания основных понятий теории</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>дифференциальных уравнений первого и второго порядка. Сформированное умение производить расчеты, анализировать физические задачи, строить их математические модели, решать дифференциальные уравнения.. Успешное и систематическое применение методов и навыков решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядка.</p>
<p>ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>Знать: задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям, классификацию ОДУ первого порядка. Уметь: формулировать математические модели. Владеть: навыками решения ОДУ первого порядка.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям, классификацию ОДУ первого порядка. Не умеет производить расчеты, формулировать математические модели. Не владеет навыками решения ОДУ первого порядка.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания задач, приводящих к дифференциальным уравнениям, классификации ОДУ первого порядка. Демонстрирует частично сформированное умение производить расчёты, давать интерпретацию результатов. Имеет представление о базовых методах решения ОДУ первого порядка.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания задач, приводящих к дифференциальным уравнениям, классификации ОДУ первого порядка. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения производить расчёты, давать интерпретацию результатов, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания. В целом успешно, но с отдельными пробелами владеет навыками решения ОДУ первого порядка.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания задач, приводящих к дифференциальным уравнениям, классификацию ОДУ первого порядка. Сформированное умение</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично производить расчёты, формулировать математические модели. Успешное и систематическое применение навыков решения ОДУ первого порядка.

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям Входное тестирование	Владение методами математического анализа
ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	Дифференциальные уравнения первого порядка Письменное контрольное мероприятие	знание ОДУ первого порядка и методов их исследования и решения
ОПК.1 способность использовать базовые знания основных разделов математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, математической логики, теории вероятностей и математической статистики, численных методов в будущей профессиональной деятельности	Линейные дифференциальные уравнения высших порядков Письменное контрольное мероприятие	Знание приемов анализа и решения ОДУ второго и высших порядков. Владение базовыми понятиями теории устойчивости.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.1 способность использовать базовые знания основных разделов математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, математической логики, теории вероятностей и математической статистики, численных методов в будущей профессиональной деятельности	Метод преобразования Лапласа Итоговое контрольное мероприятие	Знание общих понятий теории обыкновенных дифференциальных уравнений, умение строить и анализировать математические модели физических явлений, владение навыками и методами решения ОДУ.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Вычисление производной сложной функции	5
Вычисление интегралов	5

Дифференциальные уравнения первого порядка

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Знание и умение анализировать и решать линейные дифференциальные уравнения первого порядка.	9
Знание и умение решать уравнения Бернулли, уравнения в полных дифференциалах.	9
Умение формулировать физические задачи в терминах ОДУ	6
Знание и умение анализировать и решать уравнения с разделяющимися переменными, однородные уравнения.	6

Линейные дифференциальные уравнения высших порядков

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы

Знание и умение решать ОДУ второго порядка методом понижения порядка.	8
Владение навыками решения линейных ОДУ второго порядка, знание задач на собственные значения.	8
Умение решать неоднородные ОДУ второго порядка методом вариации постоянных и методом неопределённых коэффициентов.	7
Знание классификации состояний равновесия.	7

Метод преобразования Лапласа

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Умение решать ОДУ низших порядков. Владение навыками применения приближённых методов решения.	12
Знание основных принципов и владение навыками решения вариационных задач.	10
Владение навыками построения и решения систем ОДУ.	10
Умение формулировать математические модели физических явлений.	8