

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации
производственных процессов
Кафедра электроники и радиофизики



УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебной работе
Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория колебаний

03.03.03 Радиофизика

(код, наименование направления)

Инженерно-физические технологии в промышленности

(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр

(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, очно-заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Курс теории колебаний в системе подготовки бакалавриата составляет основу теоретической подготовки, обеспечивающую возможность использования физических явлений, законов и принципов в конкретных областях техники при освоении современных технических устройств на производстве, вооружает специалистов необходимыми знаниями для решения научно-технических задач в теоретических и прикладных аспектах.

Цели дисциплины - формирование у студентов современного естественнонаучного мировоззрения, освоение ими современного стиля физического мышления, подготовка студентов к изучению других специальных дисциплин, формирование у студентов фундаментальных базовых знаний по колебательным процессам и явлениям, изложение основных разделов физики колебаний, необходимых для освоения современных методов исследования, применяемых в радиофизике, обобщение необходимых опытных фактов.

Задачи - развитие у студентов умения применять основные законы колебательно-волновых процессов для решения конкретных задач, связанных с выбранной специальностью; овладение методами решения прикладных задач; решать обыкновенные дифференциальные уравнения; свободно владеть методами приближенного описания колебательных явлений; составление физических и математических моделей исследуемых систем; применение физических и математических моделей при решении радиофизических задач; решения прикладных задач с применением изучаемого теоретического материала; расчета и прогнозирования колебательных процессов.

Дисциплина направлена на формирование общепрофессиональной компетенции (ОПК-1) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в обязательную часть БЛОКА 1 «Дисциплины (модули)» подготовки обучающихся по направлению 03.03.03 Радиофизика (профиль «Инженерно-физические технологии в промышленности»).

Дисциплина реализуется кафедрой электроники и радиофизики.

Основывается на базе дисциплин: «Высшая математика», «Механика», «Электричество и магнетизм», «Оптика».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Уравнения математической физики», «Распространение электромагнитных волн», «Физическая электроника», «Твердотельная электроника».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.), практические (18 ак.ч) занятия и самостоятельная работа студента (54 ак.ч.). Дисциплина изучается на 3 курсе во 5 семестре.

Для очно-заочной формы обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (10 ак.ч.), практические (6 ак.ч.), занятия и самостоятельная работа студента (92 ак.ч.). Дисциплина изучается на 4 курсе во 7 семестре.

Форма промежуточной аттестации – зачет

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Теория колебаний» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 –Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности	ОПК-1	ОПК-1.1. Понимает и интерпретирует основные методы высшей математики, основные законы в области общей физики, основы теоретической физики и электроники необходимые для решения профессиональных задач, в том числе в сфере педагогической деятельности

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		5
Аудиторная работа, в том числе:	54	54
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	54	54
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	18	18
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-
Домашнее задание (индивидуальное задание)	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	6	6
Аналитический информационный поиск	-	-
Работа в библиотеке	6	6
Подготовка к зачету	15	15
Промежуточная аттестация – зачет	3	3
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	108	108
з.е.	3	3

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 5 тем:

- Тема 1 (Линейные колебательные системы);
- Тема 2 (Нелинейные колебательные системы);
- Тема 3 (Автоколебательные системы);
- Тема 4 (Параметрические системы);
- Тема 5 (Колебательные системы с двумя степенями свободы).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и очно-заочной формы приведены в таблицах 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Линейные колебательные системы.	Гармонический осциллятор. Фазовая плоскость. Изображение колебаний гармонического осциллятора на фазовой плоскости. Линейный осциллятор при наличии трения. Изображение затухающего осцилляторного процесса на фазовой плоскости. Затухающий апериодический процесс. Осциллятор с малой массой. Условие скачка. Линейный осциллятор с отрицательным трением. Картина на фазовой плоскости. Линейная система с отталкивающей силой. Устойчивость состояния равновесия. Классификация особых точек уравнения интегральных кривых. Вынужденные колебания в системе, обладающей затуханием под действием синусоидальной силы. Резонанс. Энергетические превращения при вынужденных колебаниях. Установление колебаний.	8	Собственно колебания с поглощением. Уравнение затухающих колебаний. Декремент затухания. Логарифмический декремент затухания.	4
2	Нелинейные колебательные системы.	Колебания нелинейной консервативной системы. Исследование фазовой плоскости вблизи состояний равновесия. Сепаратрисы. Зависимость поведения простейшей консервативной системы от параметра. Бифуркационная диаграмма. Диссипативные системы. Осциллятор с кулоновским трением. Картина на фазовой плоскости.	8	Нелинейные колебательные системы.	4
3	Автоколебательные системы	Основные физические определения и классификация колебательных систем. Качественный анализ уравнений Ван-дер-Поля. Колебательные системы с нелинейным трением. Метод энергетического баланса в задачах определения стационарного режима автоколебательных систем	6	Система с одной степенью свободы. Физические примеры. Метод Ван-дер-Поля. Связанные автогенераторы.	4
4	Параметрические колебания.	Параметрические колебания. Уравнение Матье. Области параметрического резонанса. Диаграмма Айнса-Стретта.	6	Параметрические колебания	4

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.
5	Собственные колебания в системе с двумя степенями свободы без трения.	Нормальные координаты. Влияние сил сопротивления на свободные колебания систем с двумя степенями свободы. Вынужденные колебания систем с двумя степенями свободы.	8	Влияние сил сопротивления на свободные колебания систем с двумя степенями свободы.	4
Всего аудиторных часов			36		18

Таблица 4– Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очно-заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Линейные колебательные системы.	Гармонический осциллятор. Фазовая плоскость. Изображение колебаний гармонического осциллятора на фазовой плоскости. Линейный осциллятор при наличии трения. Изображение затухающего осцилляторного процесса на фазовой плоскости. Затухающий апериодический процесс. Осциллятор с малой массой. Условие скачка. Линейный осциллятор с отрицательным трением. Картина на фазовой плоскости. Линейная система с отталкивающей силой. Устойчивость состояния равновесия. Классификация особых точек уравнения интегральных кривых. Вынужденные колебания в системе, обладающей затуханием под действием синусоидальной силы. Резонанс. Энергетические превращения при вынужденных колебаниях. Установление колебаний.	4	Собственно колебания с поглощением. Уравнение затухающих колебаний. Декремент затухания. Логарифмический декремент затухания.	2
2	Нелинейные колебательные системы.	Колебания нелинейной консервативной системы. Исследование фазовой плоскости вблизи состояний равновесия. Сепаратрисы. Зависимость поведения простейшей консервативной системы от параметра Осциллятор с кулоновским трением. Картина на фазовой плоскости.	2	Нелинейные колебательные системы.	2
3	Автоколебательные системы	Основные физические определения и классификация колебательных систем. Качественный анализ уравнений Ван-дер-Поля. Колебательные системы с нелинейным трением. Метод энергетического баланса в задачах определения стационарного режима автоколебательных систем	2	Система с одной степенью свободы. Физические примеры. Метод Ван-дер-Поля. Связанные автогенераторы.	1
4	Параметрические колебания.	Параметрические колебания. Уравнение Матье. Области параметрического резонанса. Диаграмма Айнса-Стретта.	2	Параметрические колебания	1
Всего аудиторных часов			10		6

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-1	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 работы) – всего 60 баллов;
- практические работы – всего 40 баллов;

Зачет проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Зачет по дисциплине проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования, либо в результате тестирования. Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале экзамен
0-59	Неудовлетворительно
60-73	Удовлетворительно
74-89	Хорошо
90-100	Отлично

6.2 Домашнее задание

В качестве домашнего задания обучающиеся выполняют:

- проработка лекционного материала;
- подготовка к практическим занятиям.

6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

1. Гармонические колебания - это ...
 - а) периодические процессы, при которых физическая величина в зависимости от времени изменяется по закону косинуса (или синуса);
 - б) движения, которые точно или приблизительно повторяются через определенные интервалы времени;
 - в) изменение состояния тел (или системы тел).

2. При свободных колебаниях тело получает энергии, ...
 - а) от источника постоянной силы, причем колеблющееся тело при помощи устройства обратной связи само регулирует поступление энергии;
 - б) только один раз, когда оно выводится из положения равновесия;
 - в) за счет работы периодической внешней силы.

3. Точка совершает гармонические колебания. Максимальная скорость точки 10 м/с, максимальное ускорение 40 м/с². Чему равна круговая частота колебаний?
 - а) 4 рад/с;
 - б) 0,25 рад/с;
 - в) 40 рад/с.

4. Уравнение колебаний материальной точки задано в виде $x = A \sin(\omega t + \varphi)$ м. Укажите выражение для потенциальной энергии колеблющейся точки.
 - а) $\frac{mA^2\omega^2}{2} \cos^2(\omega t + \varphi)$ Дж;
 - б) $\frac{kA^2}{2} \sin^2(\omega t + \varphi)$ Дж;
 - в) $A \omega^2 \sin(\omega t + \varphi)$.

5. Во сколько раз изменится период малых колебаний маятника при опускании лифта с ускорением, $a = 0,5 g$?
 - а) 1,41;
 - б) 2,84;
 - в) 1,64 .

6. Как изменится период колебаний линейного гармонического осциллятора, если масса груза уменьшилась в 9 раз?

- а) уменьшится в 3 раза;
- б) увеличится в 3 раза;
- в) уменьшится в 9 раз.

7. Свободные электрические колебания всегда является затухающими колебаниями. Это объясняется...

- а) превращением электрической энергии, запасенной в поле между обкладками конденсатора, в энергию магнитного поля, локализованного в катушке, и наоборот;
- б) переходом электромагнитной энергии колебаний во внутреннюю энергию проводов и окружающей среды.

8. Чему равна амплитуда результирующего колебания, полученного от сложения двух одинаково направленных колебаний, заданных уравнениями:

$$x_1 = 4 \sin 4\pi t \text{ м} \quad x_2 = 3 \sin (4\pi t + \pi/2) \text{ м}$$

- а) 7 м;
- б) 6,4 м;
- в) 5 м.

9. Из трех гармонических одинаково направленных колебаний с равными амплитудами и частотами, но различными начальными фазами: а) $2\pi/3$; б) $11\pi/3$; в) $14\pi/3$, отобрать пары таких, которые при сложении дадут максимальную амплитуду.

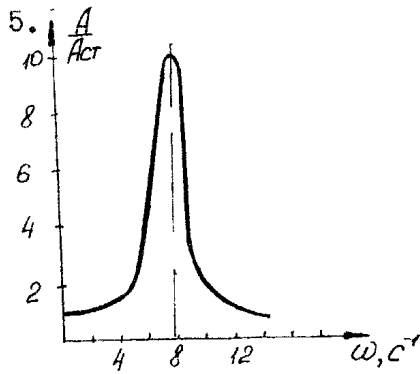
- а) а и б ;
- б) б и в ;
- в) а и в .

10. Какую траекторию описывает тело, участвующее в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, амплитуды и частоты которых одинаковы, разность фаз равна $\pi/2$?

- а) прямую;
- б) эллипс;
- в) окружность.

11. При каком соотношении между частотой и периодически действующей на упругое тело силы и частотой собственных колебаний этого тела будет наблюдаться резонанс колебаний (с учетом сопротивления)?

- а) $\omega > \omega_0$;
- б) $\omega < \omega_0$;
- в) $\omega = \omega_0$
- г) $\omega \gg \omega_0$



12. Используя рисунок найти как изменится амплитуда маятника, если его масса уменьшится в n раз?

- а) увеличится в $\sqrt{n}$ раз;
- б) уменьшится в $\sqrt{n}$ раз;
- в) увеличится в n раз;
- г) уменьшится в n раз.

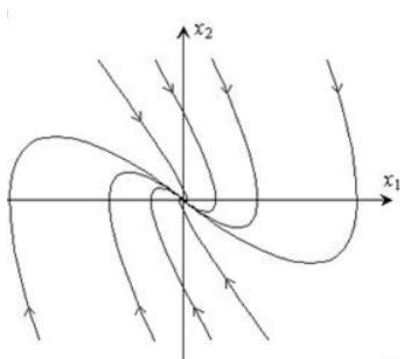
13. Геометрическое место изображающих точек для заданного движения называется:

- а) фазовой точкой;
- б) фазовой плоскостью;
- в) фазовой траекторией;
- г) фазовым портретом.

14. Особые точки – это:

- а) точка через которую проходит одна фазовая траектория;
- б) точка через которую проходит больше чем одна фазовая траектория или не проходит ни одной;
- в) точка через которую не проходят фазовые траектории;
- г) точка через которую проходит большое количество фазовых траекторий.

15. Какой особой точке соответствует фазовый портрет



- а) устойчивый фокус;
- б) неустойчивый фокус;
- в) неустойчивый узел;
- г) устойчивый узел.

6.4 Вопросы для подготовки к зачету

1. Гармонический осциллятор. Фазовая плоскость. Изображение колебаний гармонического осциллятора на фазовой плоскости.
2. Линейный осциллятор при наличии трения. Изображение затухающего осцилляторного процесса на фазовой плоскости. Затухающий апериодический процесс.
3. Линейный осциллятор с отрицательным трением. Картина на фазовой плоскости. Линейная система с отталкивающей силой. Устойчивость состояния равновесия.
4. Классификация особых точек уравнения интегральных кривых. Вынужденные колебания в системе, обладающей затуханием под действием синусоидальной силы. Резонанс. Энергетические превращения при вынужденных колебаниях. Установление колебаний.
5. Колебания нелинейной консервативной системы. Исследование фазовой плоскости вблизи состояний равновесия.
6. Бифуркационная диаграмма. Диссипативные системы. Осциллятор с кулоновским трением. Картина на фазовой плоскости.
7. Основные физические определения и классификация колебательных систем. Качественный анализ уравнений Ван-дер-Поля.
8. Колебательные системы с нелинейным трением. Метод энергетического баланса в задачах определения стационарного режима автоколебательных систем
9. Параметрические колебания. Уравнение Матье. Области параметрического резонанса. Диаграмма Айнса-Стретта.
10. Собственные колебания в системе с двумя степенями свободы без трения. Нормальные координаты. Влияние сил сопротивления на свободные колебания систем с двумя степенями свободы.
11. Вынужденные колебания систем с двумя степенями свободы.

6.5 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

1. Лопарев А.В., Соколов А.Ю. Методы теории колебаний—СПб: Университет ИТМО, 2019. — 81 с. <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2524.pdf> (дата обращения: 21.06.2024).
2. Рейман, А. М. Лекции о колебаниях: учебно-методическое пособие /А. М. Рейман; Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики РАН. — Нижний Новгород: ИПФ РАН, 2021. — 108 с <https://www.ipfran.ru/api/elibrary/11573/186.pdf> (дата обращения: 21.06.2024).
3. Канн К.Б. Курс общей физики: учебное пособие / К.Б. Канн. — Москва: КУРС: ИНФРА - М, 2022. — 268 с. <https://znanium.ru/catalog/document?id=393848> (дата обращения: 21.06.2024).

Дополнительная литература.

1. Тарасов, О.М., Физика : учебное пособие / О.М. Тарасов. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. — 432с. — (Профессиональное образование). — <https://znanium.com/catalog/document?id=363555>
2. Стрелков С.П., Введение в теорию колебаний: Учебник. 3-изд., испр. — СПб.: Издательство «Лань», 2005. — 440 с. http://library.lgaki.info:404/2017/Стрелков%20С.%20П_Введение%20в%20теория.pdf
3. Савельев, И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике: учеб. пособие для студ. вузов / И.В. Савельев . — М. : Астрель ; АСТ, 2001 . — 320 с. 2 экз.

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.
2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.
3. Консультант студента: электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.
4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.
5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст: электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: Аудитория для проведения лекционных и практических занятий (<i>20 посадочных мест</i>), оборудованная специализированной (учебной) мебелью, доска аудиторная, локальная компьютерная сеть с выходом в Internet; мультимедийная доска – 1 шт.	ауд.436 корп. <u>главный</u>

Лист согласования РПД

Разработал:

Старший преподаватель кафедры
электроники и радиофизики
(должность)


(подпись)

Е.В. Мурга
(Ф.И.О.)

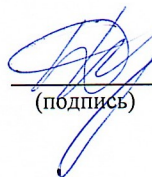
И.о. заведующего кафедрой
электроники и радиофизики


(подпись)

А.М.Афанасьев
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания
кафедры электроники и радиофизики от 30.08.2024

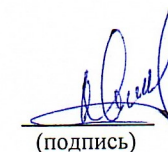
И.о. декана факультета информационных
технологий и автоматизации
производственных процессов


(подпись)

В.В. Дьячкова
(Ф.И.О.)

Согласовано:

Председатель методической комиссии
по направлению подготовки
03.03.03 Радиофизика
(профиль «Инженерно-физические
технологии в промышленности»)


(подпись)

А.М.Афанасьев
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись)

О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	