

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ОСНОВЫ ТЕОРИИ КОЛЕБАНИЙ И ВОЛН»**

Направление: 11.03.01 Радиотехника

Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной подписью  
Составитель программы: Леонова Наталья Всеволодовна  
Дата подписания: 28.05.2025

Документ подписан простой электронной подписью  
Утвердил и согласовал: Ченский Александр Геннадьевич  
Дата подписания: 18.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**1.1 Дисциплина «Основы теории колебаний и волн» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения**

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-3 Способность применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК ОС-3.3
ПКО-1 Умение собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для научного исследования, проектирования и эксплуатации радиоэлектронных устройств и систем	ПКО-1.5

**1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы**

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-3.3	Использует ресурсы Интернет для поиска данных при расчете практических заданий в процессе изучения дисциплины	<b>Знать</b> современные тенденции развития информационных технологий. <b>Уметь</b> использовать современные тенденции развития информационных технологий. <b>Владеть</b> методами расчета параметров колебательных и волновых процессов с использованием ресурсов интернет.
ПКО-1.5	Знает теоретический материал по физическим основам колебательных и волновых процессов. Понимает технику расчетов. Владеет навыками решения дифференциальных и алгебраических уравнений, описывающих колебательные и волновые процессы	<b>Знать</b> теоретический материал по физическим основам колебательных и волновых процессов; понимать технику расчетов. <b>Уметь</b> применять математические методы, физические законы для решения практических задач для конкретных колебательных и волновых процессов; выводить уравнения колебательных и волновых процессов; получать количественные характеристики для различных типов колебаний и волн; получать коэффициенты отражения и прохождения волн через границы двух сред. <b>Владеть</b> навыками решения дифференциальных и алгебраических уравнений, описывающих колебательные и

	волновые процессы.
--	--------------------

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Основы теории колебаний и волн» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика», «Основы теории цепей»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Электродинамика и распространение радиоволн», «Оптические устройства в радиотехнике»

## 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 2	Учебный год № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72
Аудиторные занятия, в том числе:	12	2	10
лекции	6	2	4
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	6	0	6
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	92	34	58
Трудоемкость промежуточной аттестации	4	0	4
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Зачет		Зачет

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

#### Учебный год № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Колебания и волны (установочная лекция)	1	2					1, 2	34	Тест
	Промежуточная аттестация									

	Всего		2						34	
--	-------	--	---	--	--	--	--	--	----	--

### Учебный год № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Колебания	1	2			1, 2, 3	3	1, 3	25	Тест
2	Волны	2	2			4, 5, 6	3	1, 2, 3	33	Тест
	Промежуточная аттестация								4	Зачет
	Всего		4				6		62	

### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

#### Учебный год № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Колебания и волны (установочная лекция)	Естественно-научная сущности проблем теории колебаний и волн. Понятие о колебательных процессах. Характеристики колебаний. Энергия колебаний. Гармонические колебания. Затухающие свободные колебания. Вынужденные колебания. Параметрические и автоколебания. Колебания систем с несколькими степенями свободы. Волны. Характеристики волновых процессов. Продольные и поперечные звуковые волны. Волны в линиях передачи без потерь и с потерями. Электромагнитные волны. Излучение электромагнитных волн.

#### Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Колебания	Гармонический осциллятор. Характеристики гармонических колебаний. Энергия гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний. Затухающие свободные колебания. Характеристики процесса затухания. Энергия затухающих колебаний. Вынужденные колебания на примере электрического колебательного контура. Энергия вынужденных колебаний. Параметрическая раскачка колебаний. Автоколебания. Собственные колебания систем с несколькими степенями свободы. Вынужденные колебания систем с несколькими степенями свободы.
2	Волны	Волны. Характеристики волновых процессов. Продольные и поперечные звуковые волны. Распределение энергии в звуковых волнах.

		Волновое уравнение и его решение. Импеданс. Отражение и прохождение волн на границе раздела. Согласование импедансов. Стоячие волны на струне фиксированной длины. Волновой пакет и групповая скорость. Волны в линиях передачи без потерь и с потерями. Волновое сопротивление линии передачи. Электромагнитные волны в непроводящей и проводящей среде. Вектор Умова – Пойтинга. Волновое сопротивление для электромагнитных волн. Отражение и прохождение электромагнитных волн на границе раздела сред. Излучение элементарного вибратора. Энергия элементарного вибратора. Излучение полуволнового вибратора. Излучение антенны, состоящей из полуволновых вибраторов.
--	--	---

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Учебный год № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Гармонические колебания	1
2	Затухающие и вынужденные колебания	1
3	Колебания в системе с несколькими степенями свободы	1
4	Продольные и поперечные звуковые волны. Волны в направляющих системах	1
5	Волны в линиях передачи. Электромагнитные волны	1
6	Излучение электромагнитных волн	1

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Учебный год № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов в дистанционном режиме	8
2	Проработка разделов теоретического материала	26

##### Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов в дистанционном режиме	12

2	Подготовка к зачёту	8
3	Подготовка к практическим занятиям	38

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия

## **5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины**

### **5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

#### **5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям**

Леонова Н.В. Основы теории колебаний и волн: Методические указания к практическим занятиям и СРС для обучающихся по направлению 11.03.01 «Радиотехника» Профиль подготовки: «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов» - ИрННТУ, 2018. - 22 с.

Основы теории колебаний и волн. Программа курса, методические указания и контрольные задания. Составитель Леонова Н.В.- Иркутск, 2018 – 16 с.

#### **5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:**

Леонова Н.В. Основы теории колебаний и волн: Методические указания к практическим занятиям и СРС для обучающихся по направлению 11.03.01 «Радиотехника» Профиль подготовки: «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов» - ИрННТУ, 2018. - 22 с.

Основы теории колебаний и волн. Программа курса, методические указания и контрольные задания. Составитель Леонова Н.В.- Иркутск, 2018 – 16 с.

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 учебный год 2 | Тест**

##### **Описание процедуры.**

После изучения каждого раздела студент отвечает на вопросы и решает задачи тестов в дистанционном режиме.

Пример теста к разделу «Колебания»

1. Колебания –

1. процесс, при котором меняется координата
2. любой периодически повторяющийся процесс \*
3. процесс, при котором параметр меняется по синусоидальному закону

2. Каковы основные свойства различных видов колебаний?

Свободные колебания колебания, при которых после начального возмущения система не подвергается внешнему воздействию

Гармонические колебания идеализированные свободные колебания малой амплитуды без учета потери энергии

Затухающие колебания свободные колебания, амплитуда которых со временем уменьшается

Вынужденные колебания — колебания, которые система совершает под действием периодической внешней силы, имеющей колебательный характер

Автоколебания — колебания, которые система совершает под действием неперiodической внешней силы

Параметрические колебания — колебания, которые система совершает за счет периодического изменения параметров колебательной системы

3. Степень свободы

1. количество связанных движений, которые может совершать система
2. количество независимых движений, которые может совершать система \*
- количество движений, которые может совершать система

4. Для вывода уравнения механического колебательного процесса используют

1. второй закон Ньютона \*
2. закон Ома
3. уравнение Бернулли
4. закон Кирхгофа
5. уравнения Максвелла

5. При гармонических колебаниях полная энергия системы равна 10 Дж, коэффициент жесткости 103 кг/с<sup>2</sup>. Определить амплитуду колебаний.

1. 0,14 м \*
2. 0,20 м
3. 0,02 м

6. Гармонические колебания маятника описываются уравнением  $x = a \sin(\omega t + \varphi)$ . Найти начальную фазу  $\varphi$ , если колебания начинаются из положения  $x = a$ .

1. 900 \*
2. 600
3. 450
4. 00
5. -900
6. -450
7. 300
8. -300

7. Определить частоту гармонических колебаний в электрическом колебательном контуре, если индуктивность равна 1,5 мГн, а емкость 9 пФ.

1. 8,6 МГц
2. 1,37 МГц \*
3. 1,37 кГц
4. 8,6 кГц

8. Чем различаются докритическая и закритическая диссипация?

При докритической диссипации коэффициент затухания меньше частоты собственных колебаний, амплитуда колебаний уменьшатся со временем по экспоненциальному закону

При закритической диссипации коэффициент затухания больше частоты собственных колебаний, наблюдается аperiodический процесс

коэффициент затухания равен частоте собственных колебаний, наблюдаются колебания постоянной амплитуды

9. В электрическом колебательном контуре индуктивность равна 20 мГн, емкость 90 пФ, сопротивление 4000 Ом. Определить коэффициент затухания и частоту колебаний.

1. 2500 с<sup>-1</sup>, 0,118 МГц \*
2. 3500 с<sup>-1</sup>, 0,738 МГц
3. 2500 с<sup>-1</sup>, 0,745 МГц
4. 25 с<sup>-1</sup>, 0,186 МГц

10. За 20 с амплитуда колебаний уменьшилась в 2 раза. Определить коэффициент

затухания и характерное время затухания

1.  $0,035 \text{ с}^{-1}$  ,  $28,85 \text{ с}$  \*
2.  $0,35 \text{ с}^{-1}$  ,  $2,86 \text{ с}$
3.  $3,5 \text{ с}^{-1}$  ,  $57,71 \text{ с}$
4.  $0,035 \text{ с}^{-1}$  ,  $57,71 \text{ с}$

11. Коэффициент затухания равен  $0,5 \text{ с}^{-1}$  . Определить, за какое время амплитуда колебаний уменьшится в 3 раза.

1.  $2,20 \text{ с}$  \*
2.  $22 \text{ с}$
3.  $57,71 \text{ с}$
4.  $9,75 \text{ мс}$

12. Декремент затухания –

1. величина, показывающая, во сколько раз уменьшится амплитуда колебаний за период  $T$  \*
2. величина, показывающая, во сколько раз увеличивается амплитуда колебаний за период  $T$
3. величина, показывающая, во сколько раз уменьшится частота колебаний за время колебаний

13. Полоса пропускания –

1. диапазон изменения частоты вынужденных колебаний, в пределах которого мощность тока в колебательном контуре остается не меньше половины максимальной \*
2. диапазон изменения частоты вынужденных колебаний, в пределах которого ток в колебательном контуре остается не меньше половины максимального
3. диапазон изменения частоты вынужденных колебаний, в пределах которого ток в колебательном контуре остается не меньше половины максимального

14. Явление резонанса в последовательном колебательном контуре заключается в резком возрастании тока при приближении частоты вынужденных колебаний к частоте собственных колебаний контура \*

1. в резком уменьшении тока при приближении частоты вынужденных колебаний к частоте собственных колебаний контура
2. в резком возрастании напряжения при приближении частоты вынужденных колебаний к частоте собственных колебаний контура
3. в резком уменьшении напряжения при приближении частоты вынужденных колебаний к частоте собственных колебаний контура

15. Мода колебаний –

1. колебание системы на одной из собственных частот \*
2. колебание системы на частоте вынуждающей силы
3. одно из возможных колебаний системы

16. Определить резонансную частоту вынужденных колебаний в последовательном колебательном контуре с  $L=20 \text{ мГн}$ ,  $C=70 \text{ пФ}$ ,  $R=104 \text{ Ом}$

1.  $0,845 \text{ МГц}$
2.  $0,135 \text{ МГц}$  \*
3.  $0,845 \text{ кГц}$
4.  $0,135 \text{ кГц}$

17. Определить ширину полосы пропускания при вынужденных колебаниях в последовательном колебательном контуре с  $L=20 \text{ мГн}$ ,  $C=70 \text{ пФ}$ ,  $R=104 \text{ Ом}$

1.  $0,85 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$
2.  $0,5 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$  \*
3.  $0,85 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$
4.  $0,5 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$

Вопросы для контроля:

1. Колебания как универсальный тип поведения систем, выведенных из положения равновесия. Виды колебаний.
2. Гармонические колебания, их основные параметры: амплитуда, период, частота, циклическая частота, фаза.
3. Уравнение гармонических колебаний на примере пружинного маятника. Смещение, скорость и ускорение при гармонических колебаниях.
4. Уравнение гармонических колебаний на примере колебательного контура. Период, частота колебаний.
5. Энергия гармонического осциллятора (на примере пружинного маятника).
6. Энергия гармонического осциллятора (на примере колебательного контура).
7. Линейность и принцип суперпозиции.
8. Комплексное представление колебаний, сложение колебаний одной частоты. Векторные диаграммы.
9. Затухающие колебания (докритическая диссипация). Основные характеристики затухающих колебаний.
10. Аперриодические затухающие колебания (закритическая диссипация).
11. Вынужденные колебания. Зависимость амплитуды и фазы колебаний от частоты вынуждающей силы.
12. Импедансы элементов колебательного контура. Резонанс напряжений. Полоса пропускания контура и ее связь с добротностью.
13. Параметрическая раскачка колебаний без учета затухания на примере колебательного контура.
14. Параметрические колебания с учетом затухания. Нелинейные эффекты.
15. Автоколебательные системы осцилляторного типа.
16. Автоколебательные системы накопительного типа.
17. Собственные механические и электрические колебания с двумя степенями свободы (симметричная система). Нормальные координаты и собственные частоты колебаний системы. Моды колебаний.
18. Собственные механические колебания с двумя степенями свободы (несимметричная система).
19. Вынужденные колебания системы с двумя степенями свободы. Резонанс. Теорема взаимности. Динамическое демпфирование.

### **Критерии оценивания.**

Студент набрал менее 60 баллов – неудовлетворительно.

Студент набрал 60 – 75 баллов – удовлетворительно.

Студент набрал 75 – 90 баллов – хорошо.

Студент набрал свыше 90 баллов – отлично.

### **6.1.2 учебный год 3 | Тест**

#### **Описание процедуры.**

После изучения каждого раздела студент отвечает на вопросы и решает задачи тестов в дистанционном режиме.

Пример теста к разделу «Колебания»

1. Колебания –

1. процесс, при котором меняется координата
  2. любой периодически повторяющийся процесс \*
  3. процесс, при котором параметр меняется по синусоидальному закону
2. Каковы основные свойства различных видов колебаний?
- Свободные колебания колебания, при которых после начального возмущения система не подвергается внешнему воздействию
- Гармонические колебания идеализированные свободные колебания малой амплитуды без учета потери энергии
- Затухающие колебания свободные колебания, амплитуда которых со временем уменьшается
- Вынужденные колебания колебания, которые система совершает под действием периодической внешней силы, имеющей колебательный характер
- Автоколебания колебания, которые система совершает под действием непериодической внешней силы
- Параметрические колебания колебания, которые система совершает за счет периодического изменения параметров колебательной системы
3. Степень свободы
1. количество связанных движений, которые может совершать система
  2. количество независимых движений, которые может совершать система \*
- количество движений, которые может совершать система
4. Для вывода уравнения механического колебательного процесса используют
1. второй закон Ньютона \*
  2. закон Ома
  3. уравнение Бернулли
  4. закон Кирхгофа
  5. уравнения Максвелла
5. При гармонических колебаниях полная энергия системы равна 10 Дж, коэффициент жесткости 103 кг/с<sup>2</sup>. Определить амплитуду колебаний.
1. 0,14 м \*
  2. 0,20 м
  3. 0,02 м
6. Гармонические колебания маятника описываются уравнением  $x=a \sin(\omega t+\varphi)$ . Найти начальную фазу  $\varphi$ , если колебания начинаются из положения  $x = a$ .
1. 900 \*
  2. 600
  3. 450
  4. 00
  5. -900
  6. -450
  7. 300
  8. -300
7. Определить частоту гармонических колебаний в электрическом колебательном контуре, если индуктивность равна 1,5 мГн, а емкость 9 пФ.
1. 8,6 МГц
  2. 1,37 МГц \*
  3. 1,37 кГц
  4. 8,6 кГц
8. Чем различаются докритическая и закритическая диссипация?
- При докритической диссипации коэффициент затухания меньше частоты собственных колебаний, амплитуда колебаний уменьшатся со временем по экспоненциальному закону
- При закритической диссипации коэффициент затухания больше частоты собственных

колебаний, наблюдается аperiodический процесс

коэффициент затухания равен частоте собственных колебаний, наблюдаются колебания постоянной амплитуды

9. В электрическом колебательном контуре индуктивность равна 20 мГн, емкость 90 пФ, сопротивление 4000 Ом. Определить коэффициент затухания и частоту колебаний.

1. 2500 с<sup>-1</sup> , 0,118 МГц \*
2. 3500 с<sup>-1</sup> , 0,738 МГц
3. 2500 с<sup>-1</sup> , 0,745 МГц
4. 25 с<sup>-1</sup> , 0,186 МГц

10. За 20 с амплитуда колебаний уменьшилась в 2 раза. Определить коэффициент затухания и характерное время затухания

1. 0,035 с<sup>-1</sup> , 28,85 с \*
2. 0,35 с<sup>-1</sup> , 2,86 с
3. 3,5 с<sup>-1</sup> , 57,71 с
4. 0,035 с<sup>-1</sup> , 57,71 с

11. Коэффициент затухания равен 0,5 с<sup>-1</sup> . Определить, за какое время амплитуда колебаний уменьшится в 3 раза.

1. 2,20 с \*
2. 22 с
3. 57,71 с
4. 9,75 мс

12. Декремент затухания –

1. величина, показывающая, во сколько раз уменьшится амплитуда колебаний за период T \*
2. величина, показывающая, во сколько раз увеличивается амплитуда колебаний за период T
3. величина, показывающая, во сколько раз уменьшится частота колебаний за время колебаний

13. Полоса пропускания –

1. диапазон изменения частоты вынужденных колебаний, в пределах которого мощность тока в колебательном контуре остается не меньше половины максимальной \*
2. диапазон изменения частоты вынужденных колебаний, в пределах которого ток в колебательном контуре остается не меньше половины максимального
3. диапазон изменения частоты вынужденных колебаний, в пределах которого ток в колебательном контуре остается не меньше половины максимального

14. Явление резонанса в последовательном колебательном контуре заключается в резком возрастании тока при приближении частоты вынужденных колебаний к частоте собственных колебаний контура \*

1. в резком уменьшении тока при приближении частоты вынужденных колебаний к частоте собственных колебаний контура
2. в резком возрастании напряжения при приближении частоты вынужденных колебаний к частоте собственных колебаний контура
3. в резком уменьшении напряжения при приближении частоты вынужденных колебаний к частоте собственных колебаний контура

15. Мода колебаний –

1. колебание системы на одной из собственных частот \*
2. колебание системы на частоте вынуждающей силы
3. одно из возможных колебаний системы

16. Определить резонансную частоту вынужденных колебаний в последовательном колебательном контуре с L=20 мГн, C=70 пФ, R=104 Ом

1. 0,845 МГц

2. 0,135 МГц \*
3. 0,845 кГц
4. 0,135 кГц

17. Определить ширину полосы пропускания при вынужденных колебаниях в последовательном колебательном контуре с  $L=20$  мГн,  $C=70$  пФ,  $R=104$  Ом

1.  $0,85 \cdot 10^6$  с<sup>-1</sup>
2.  $0,5 \cdot 10^6$  с<sup>-1</sup> \*
3.  $0,85 \cdot 10^3$  с<sup>-1</sup>
4.  $0,5 \cdot 10^3$  с<sup>-1</sup>

Вопросы для контроля:

1. Колебания как универсальный тип поведения систем, выведенных из положения равновесия. Виды колебаний.
2. Гармонические колебания, их основные параметры: амплитуда, период, частота, циклическая частота, фаза.
3. Уравнение гармонических колебаний на примере пружинного маятника. Смещение, скорость и ускорение при гармонических колебаниях.
4. Уравнение гармонических колебаний на примере колебательного контура. Период, частота колебаний.
5. Энергия гармонического осциллятора (на примере пружинного маятника).
6. Энергия гармонического осциллятора (на примере колебательного контура).
7. Линейность и принцип суперпозиции.
8. Комплексное представление колебаний, сложение колебаний одной частоты. Векторные диаграммы.
9. Затухающие колебания (докритическая диссипация). Основные характеристики затухающих колебаний.
10. Аперiodические затухающие колебания (закритическая диссипация).
11. Вынужденные колебания. Зависимость амплитуды и фазы колебаний от частоты вынуждающей силы.
12. Импедансы элементов колебательного контура. Резонанс напряжений. Полоса пропускания контура и ее связь с добротностью.
13. Параметрическая раскачка колебаний без учета затухания на примере колебательного контура.
14. Параметрические колебания с учетом затухания. Нелинейные эффекты.
15. Автоколебательные системы осцилляторного типа.
16. Автоколебательные системы накопительного типа.
17. Собственные механические и электрические колебания с двумя степенями свободы (симметричная система). Нормальные координаты и собственные частоты колебаний системы. Моды колебаний.
18. Собственные механические колебания с двумя степенями свободы (несимметричная система).
19. Вынужденные колебания системы с двумя степенями свободы. Резонанс. Теорема взаимности. Динамическое демпфирование.

### Критерии оценивания.

- Студент набрал менее 60 баллов – неудовлетворительно.  
 Студент набрал 60 – 75 баллов – удовлетворительно.  
 Студент набрал 75 – 90 баллов – хорошо.

Студент набрал свыше 90 баллов – отлично.

## 6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-3.3	Знает теоретический материал по физическим основам колебательных и волновых процессов. Понимает технику расчетов. Владеет навыками решения дифференциальных и алгебраических уравнений, описывающих колебательные и волновые процессы	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий
ПКО-1.5	Свободно справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий

### 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

#### 6.2.2.1 Учебный год 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

##### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

Контрольные вопросы к зачету

1. Основные виды колебаний, понятие равновесия.
2. Гармонические колебания, их основные параметры: амплитуда, период, частота, циклическая частота, фаза.
3. Уравнение гармонических колебаний на примере пружинного маятника. Смещение, скорость и ускорение при гармонических колебаниях.
4. Уравнение гармонических колебаний на примере колебательного контура. Период, частота колебаний.
5. Уравнение гармонического осциллятора. Обобщенная масса, возвращающая сила, циклическая частота.
6. Комплексное представление колебаний, сложение колебаний одной частоты. Векторные диаграммы.
7. Линейность и принцип суперпозиции.
8. Энергия гармонического осциллятора (на примере пружинного маятника).
9. Энергия гармонического осциллятора (на примере колебательного контура).
10. Энергия суммы колебаний

11. Затухающие колебания на примере колебательного контура.
12. Докритическая диссипация. Характеристики затухающих колебаний.
13. Закритическая диссипация. Частные случаи. Аперiodические колебания
14. Модель линейного осциллятора с затуханием.
15. Энергия затухающих гармонических колебаний при слабой диссипации.
16. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний в колебательном контуре. Основные характеристики.
17. Частное решение дифференциального уравнения вынужденных колебаний в колебательном контуре. Импедансы.
18. Зависимость амплитуды и фазы установившихся вынужденных колебаний от частоты внешней гармонической силы.
19. Явление резонанса напряжений и резонансные кривые. Полоса пропускания контура.
20. Энергия при вынужденных колебаниях в колебательном контуре.
21. Возбуждение контура несинусоидальной периодической ЭДС
22. Установление вынужденных колебаний. Раскачка колебаний в контуре при возбуждении на резонансной частоте.
23. Параллельное соединение колебательного контура и источника ЭДС. Резонанс токов.
24. Параметрические колебания. Понятие. Примеры.
25. Параметрические колебания в колебательном контуре с переменной емкостью (без диссипации)
26. Параметрические колебания в колебательном контуре с переменной емкостью (с учетом диссипации)
27. Влияние нелинейных эффектов на параметрические колебания с учетом диссипации
28. Автоколебания. Примеры. Типы автоколебательных систем.
29. Автоколебательные системы осцилляторного типа. Общая схема. Примеры. Описание автоколебаний на примере электрического звонка.
30. Мягкий и жесткий режим автоколебаний в системах осцилляторного типа. Форма установившихся колебаний при различной добротности.
31. Автоколебательные системы накопительного типа. Общая схема. Примеры. Описание автоколебаний на примере гидравлического осциллятора.
32. Автоколебательные системы накопительного типа. Общая схема. Примеры. Описание автоколебаний на примере генератора пилообразного напряжения.
33. Собственные механические и электрические колебания с двумя степенями свободы (симметричная система). Нормальные координаты и собственные частоты колебаний системы. Моды колебаний.
34. Связанные колебания одинаковой амплитуды. Биения.
35. Собственные механические колебания с двумя степенями свободы (несимметричная система).
36. Вынужденные колебания в системе с двумя степенями свободы. Резонанс. Теорема взаимности. Динамическое демпфирование.
37. Вывод волнового уравнения для продольных звуковых волн в газах
38. Решение волнового уравнения для продольных звуковых волн в газах
39. Распределение энергии в продольных звуковых волнах в газах
40. Интенсивность звуковых волн и удельный акустический импеданс
41. Волновое уравнение для продольных волн в твердом теле
42. Отражение и похождение звуковых волн на границе раздела сред
43. Вывод волнового уравнения для струны
44. Решение волнового уравнения для струны

45. Импеданс струны
46. Отражение и прохождение волн на границе двух струн. Амплитудные коэффициенты отражения и пропускания
47. Отражение и прохождение энергии на границе двух струн. Энергетические коэффициенты отражения и пропускания
48. Согласование импедансов
49. Стоячие волны на струне фиксированной длины. Коэффициент стоячей волны
50. Энергия колеблющейся струны
51. Сложение двух волн с почти одинаковыми частотами
52. Волновой пакет, состоящий из многих гармоник. Теорема о ширине частотной полосы.
53. Вывод волнового уравнения для идеальной линии передачи без потерь
54. Волновое сопротивление идеальной линии передачи без потерь
55. Отражение от конца линии передачи
56. Короткозамкнутая линия передачи. Стоячие волны
57. Вывод волнового уравнения для линии передачи с потерями. Роль сопротивления. Решение волнового уравнения.
58. Волновое сопротивление идеальной линии передачи с потерями
59. Вывод волнового уравнения для электромагнитных волн в непроводящей среде. Общий случай
60. Вывод волнового уравнения для плоских электромагнитных волн в непроводящей среде.
61. Решение волнового уравнения для плоских электромагнитных волн в непроводящей среде. Вектор Пойтинга.
62. Волновое сопротивление диэлектрика для электромагнитных волн
63. Вывод волнового уравнения для плоских электромагнитных волн в проводящей среде.
64. Решение волнового уравнения для плоских электромагнитных волн в проводящей среде. Глубина скин-слоя.
65. Волновое сопротивление проводящей среды для электромагнитных волн
66. Отражение и прохождение электромагнитных волн на границе раздела сред при нормальном падении
67. Связь между волновым сопротивлением и показателем преломления
68. Плоская волна в пространстве двух и трех измерений
69. Вывод волнового уравнения в случае двух измерений
70. Распространение волн в волноводах
71. Излучение элементарного вибратора. Напряженности электрического и магнитного поля
72. Вектор Умова-Пойтинга для элементарного вибратора. Диаграмма направленности. Сопротивление излучения диполя
73. Излучение полуволнового вибратора
74. Излучение антенны, состоящей из двух параллельных полуволновых вибраторов с одинаковыми фазами. Диаграммы направленности
75. Излучение антенны, состоящей из двух параллельных полуволновых вибраторов, отстоящих на четверть волны и колеблющихся со сдвигом фазы  $\pi/2$ . Диаграмма направленности
76. Излучение антенны в виде одномерной решетки из полуволновых вибраторов. Амплитуда результирующих колебаний. Диаграмма направленности
77. Излучение решетки из сдвоенных вибраторов. Амплитуда колебаний. Диаграмма направленности

Успешному проведению зачета способствует систематическое посещение лекционных, практических и семинарских занятий, тщательная проработка вопросов, выносимых на обсуждения на групповых занятиях и самостоятельная подготовка обучающихся. При подготовке к зачету необходимо ознакомиться с вопросами, составить структурно-логическую схему ответа на каждый вопрос, используя при этом материалы лекционных практических и семинарских занятий, рекомендуемую преподавателем литературу. При возникновении сложностей в процессе подготовки к зачету необходимо обратиться за консультацией к преподавателю.

Зачет является заключительным этапом изучения учебной дисциплины и имеет целью проверить теоретические знания обучающихся, их навыки и умение применять полученные знания при решении практических задач. Зачет проводится в объеме рабочей программы учебной дисциплины. В билет включены два теоретических вопроса из разных разделов программы.

### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Имеет знания основного материала, допускаются некоторые неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, возможны некоторые затруднения при выполнении практических работ	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы

## 7 Основная учебная литература

1. Детлаф А. А. Курс физики : учебное пособие для втузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский, 2008. - 719.
2. Трофимова Т. И. Краткий курс физики : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова, 2007. - 351.
3. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2008. - 557.
4. Леонова Н. В. Основы теории колебаний и волн : методические указания к практическим занятиям и СРС: по направлению 11.03.01 "Радиотехника": профиль подготовки: "Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов" / Н. В. Леонова, 2018. - 23.

## 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Кашин. Курс физики : учебное пособие для втузов. Т. 2 : Электричество и магнетизм. Колебания и волны, 1963. - 643.
2. Трофимова Т. И. Краткий курс физики с примерами решения задач : учебное пособие / Т. И. Трофимова, 2010. - 279.
3. Савельев Игорь Владимирович. Курс физики : учеб. для втузов. Т. 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика / Игорь Владимирович Савельев, 1989. - 462.

4. Яворский Курс физики [Текст]. Т. 3 : Волновые процессы. Оптика. Атомная и ядерная физика, 1971. - 534.

#### **9 Ресурсы сети Интернет**

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

#### **10 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

#### **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08\_2007
2. Microsoft Office 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)
3. PTC Mathcad University Edition\_поставка 2014
4. MATLAB\_поставка 2015

#### **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Моноблок Mitac /USB 2.0 480Gb/s
2. Интерактивная система /ActivBoard