

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 (143)»

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

Рабочая программа дисциплины

«ОСНОВЫ ТЕОРИИ КОЛЕБАНИЙ И ВОЛН»

Направление: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Многоканальные телекоммуникационные системы

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Леонова Наталья
Всеволодовна
Дата подписания: 31.05.2026

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 08.06.2026

Год набора – 2026

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-3.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-3.2	Знает принципы работы преобразователей сообщения в сигнал информационный, понимает физику процессов, происходящих при этом в преобразователях	Знать принципы работы преобразователей сообщения в сигнал информационный, понимать физику процессов, происходящих при этом в преобразователях. Уметь 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. Владеть методами 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», «Теория электрических цепей», «Физика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Общая теория связи», «Электромагнитные поля и волны», «Физические основы оптоэлектроники»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)
--------------------	---

	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	32	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 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	Гармонические колебания с одной степенью свободы	1	4			1, 2	4	2, 3	4	Контрольн ая работа
2	Затухающие и вынужденные колебания	2	4			3, 4	4	2, 3	4	Контрольн ая работа
3	Параметрические колебания. Автоколебания.	3	2			5	2	2, 3	4	Контрольн ая работа
4	Колебания в системах с несколькими степенями свободы	4	4			6	2	2, 3	5	Контрольн ая работа
5	Продольные звуковые волны	5	3			7	4	2, 3	4	Контрольн ая работа
6	Поперечные звуковые волны	6	3			8	4	2, 3	4	Контрольн ая работа
7	Волны в пространстве двух и трех измерений	7	2			9	2	2, 3	2	Контрольн ая работа
8	Волны в линиях передачи	8	4			10	4	2, 3	4	Контрольн ая работа
9	Электромагнитны е волны	9	4			11	4	2, 3	4	Контрольн ая работа
10	Излучение электромагнитны х волн	10	2			12	2	1, 2, 3	9	Контрольн ая работа
	Промежуточная аттестация									Зачет

	Всего		32			32		44	
--	-------	--	----	--	--	----	--	----	--

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Гармонические колебания с одной степенью свободы	Вывод дифференциального уравнения гармонических колебаний. Энергия гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний.
2	Затухающие и вынужденные колебания	Вывод дифференциального уравнения затухающих колебаний. Энергия затухающих колебаний. Вывод дифференциального уравнения вынужденных колебаний. Явление резонанса при вынужденных колебаниях, избирательность колебательного контура. Энергия вынужденных колебаний.
3	Параметрические колебания. Автоколебания.	Параметрическая раскачка колебаний без учета затухания, с учетом затухания, с учетом нелинейных эффектов. Автоколебания. Автоколебательные системы осцилляторного типа и накопительного типа.
4	Колебания в системах с несколькими степенями свободы	Собственные колебания с двумя степенями свободы, симметричная модель. Режим биений. Собственные колебания с двумя степенями свободы, несимметричная модель. Вынужденные колебания с двумя степенями свободы.
5	Продольные звуковые волны	Вывод волнового уравнения для продольных звуковых волн в газах. Энергия звуковых волн. Удельный акустический импеданс. Продольные звуковые волны в твердом теле. Отражение и прохождение звуковых волн на границе раздела двух сред.
6	Поперечные звуковые волны	Волновое уравнение для поперечных волн в струне. Импеданс струны. Процессы отражения и прохождения волн на границе двух струн. Согласование импедансов. стоячие волны в струне фиксированной длины. Волновые пакеты, групповая скорость.
7	Волны в пространстве двух и трех измерений	Плоская волна в пространстве двух и трех измерений. Волновое уравнение в случае двух и трех измерений. Волноводы.
8	Волны в линиях передачи	Волны в линиях передачи без потерь. Волновое сопротивление линии передачи. Отражение от конца линии передачи. Короткозамкнутая линия передачи. Волны в линиях передачи с потерями. Волновое сопротивление линии передачи с потерями.
9	Электромагнитные волны	Электромагнитные волны в непроводящей среде. Вектор Умова – Пойтинга. Волновое сопротивление диэлектрика для электромагнитных

		волн. Электромагнитные волны в проводящей среде. Волновое сопротивление проводящей среды для электромагнитных волн. Отражение и прохождение электромагнитных волн на границе раздела сред.
10	Излучение электромагнитных волн	Излучение элементарного вибратора. Энергия элементарного вибратора. Излучение полуволнового вибратора. Излучение антенны, состоящей из двух параллельных полуволновых вибраторов. Излучение антенны в виде одномерной решетки из полуволновых вибраторов. Излучение антенны в виде решетки из сдвоенных полуволновых вибраторов.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Уравнения гармонических колебаний	2
2	Энергия гармонических колебаний	2
3	Затухающие колебания	2
4	Вынужденные колебания	2
5	Параметрические и автоколебания	2
6	Колебания в системе с двумя степенями свободы	2
7	Продольные звуковые волны	4
8	Поперечные волны в струне	4
9	Волны в направляющих системах	2
10	Волны в линиях передачи	4
11	Электромагнитные волны	4
12	Излучение электромагнитных волн	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	5
2	Подготовка к контрольным работам	20
3	Подготовка к практическим занятиям	19

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 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» Профиль подготовки: «Многоканальные телекоммуникационные системы» - ИрННТУ, 2018. - 20 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 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» Профиль подготовки: «Многоканальные телекоммуникационные системы» - ИрННТУ, 2018. - 20 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 семестр 3 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Текущий контроль включает в себя 5 контрольных работ:

Контрольная работа № 1. Гармонические колебания

Контрольная работа № 2. Затухающие и вынужденные колебания

Контрольная работа № 3. Параметрические колебания. Автоколебания. Колебания в системе с N степенями свободы

Контрольная работа № 4. Продольные и поперечные звуковые волны. Волны в направляющих системах.

Контрольная работа № 5. Волны в линиях передачи. Электромагнитные волны. Излучение электромагнитных волн

Темы контрольных работ, вопросы и задачи к ним приведены в методических указаниях (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.).

Пример контрольной работы:

Контрольная работа № 1. Гармонические колебания

Описание процедуры: Студент отвечает на 2 теоретических вопроса и решает 3 задачи (пример билета приведен ниже).

Билет № 1

Основные виды колебаний, понятие равновесия.

Энергия гармонического осциллятора (на примере пружинного маятника).

Опираясь на уравнение гармонического осциллятора, для системы, изображенной на рисунке (математический маятник), получить уравнение колебаний, определить циклическую частоту, возвращающую силу, коэффициент жесткости, записать решение. Записать уравнения относительно смещения x и углового перемещения φ .

Маятник колеблется с амплитудой a . Найдите фазовую постоянную для решений

$x=a \sin [(\omega t \pm \varphi)]$, $x=a \cos [(\omega t \pm \varphi)]$ если колебания начинаются из положения $x = -a$.

Для системы, изображенной на рисунке (тело прикреплено к средней точке струны с постоянным натяжением T), найти формулу для энергии и вывести уравнение движения из условия .

Вопросы для контроля:

Основные виды колебаний, понятие равновесия.

Гармонические колебания, их основные параметры: амплитуда, период, частота, циклическая частота, фаза.

Уравнение гармонических колебаний на примере пружинного маятника.

Смещение, скорость и ускорение при гармонических колебаниях.

Уравнение гармонических колебаний на примере колебательного контура. Период, частота колебаний.

Уравнение гармонического осциллятора. Обобщенная масса, возвращающая сила, циклическая частота.

Комплексное представление колебаний, сложение колебаний одной частоты.

Векторные диаграммы.

Линейность и принцип суперпозиции.

Энергия гармонического осциллятора (на примере пружинного маятника).

Энергия гармонического осциллятора (на примере колебательного контура).

Энергия суммы колебаний

Критерии оценивания.

Критерии оценки:

Не решена ни одна задача – неудовлетворительно.

Нечеткие ответы на вопросы, но одна задача решена – удовлетворительно.

Нет ответа на один вопрос, или не решена одна задача – хорошо.

Подробные, исчерпывающие ответы на все вопросы, все задачи решены верно – 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-3.2	В целом сформировавшееся знание основных средств обработки информации.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 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 прохождение 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

Описание процедуры зачета

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

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. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2008. - 557.
2. Детлаф А. А. Курс физики : учебное пособие для втузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский, 2008. - 719.
3. Иродов И. Е. Задачи по общей физике : учебное пособие / И. Е. Иродов, 2016. - 416.
4. Леонова Н. В. Основы теории колебаний и волн : методические указания к практическим занятиям и СРС: по направлению 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи": профиль подготовки: "Многоканальные телекоммуникационные системы" / Н. В. Леонова, 2018. - 21.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-15494.pdf>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2014. - 557.
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.

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 2007 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