

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«31» мая 2023 г. № 6

## **Рабочая программа дисциплины**

Основы теории колебаний

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Системы подвижной цифровой защищенной связи

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Основы теории колебаний» относится к части ООП специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем», которая формируются участниками образовательных отношений.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-3 Способен разрабатывать средства защиты и реализовывать алгоритмы обработки информации в беспроводных системах связи	ПК-3.1. Знает основы теории нелинейных колебаний, необходимые для решения задач обработки информации в беспроводных системах связи	Знает основы качественной теории нелинейных колебаний (понятия, определения, теоремы, бифуркации) необходимые для анализа нелинейных процессов протекающих в беспроводных системах связи	Собеседование
	ПК-3.2. Умеет применять теорию нелинейных колебаний для решения задач обработки информации в беспроводных системах связи	Умеет применять методы качественной теории нелинейных колебаний и теории бифуркаций для анализа физических явлений и процессов, возникающих в беспроводных системах связи, а также разрабатывать и реализовывать средства защиты информации, базирующиеся на эффектах нелинейного поведения динамических систем	Задачи (практические задания)
	ПК-3.3. Владеет: аппаратом теории нелинейных колебаний для решения задач обработки информации в беспроводных системах связи	Владеет аппаратом теории нелинейных колебаний, при построении и анализе динамических моделей нелинейных процессов, возникающих в системах связи, в том числе в системах подвижной цифровой защищенной связи.	Задачи (практические задания)

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ	___ ЗЕТ	___ ЗЕТ
Часов по учебному плану	108		
в том числе			
аудиторные занятия (контактная			

<b>работа):</b>			
- занятия лекционного типа	32		
- занятия семинарского типа			
( практические занятия /	16		
лабораторные работы)	16		
самостоятельная работа	43		
КСР	1		
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	зачет		

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,  форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Базовые идеи и подходы теории колебаний	7	4			4	3
2. Основные методы теории колебаний	52	16	16		32	20
3. Исследование базовых моделей теории колебаний	48	12		16	28	20
Итого:	107	32	16	16	64	43

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках практических и лабораторных занятий. Итоговый контроль осуществляется на зачете.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя изучение дополнительных разделов дисциплины с использованием учебной литературы.

Текущий контроль усвоения материала проводится путем проведения опроса.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

## 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	не зачтено		зачтено				
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.  Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки  при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки  при решении стандартных задач без недочетов.	Продemonстрированы навыки  при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

## Шкала оценки при промежуточной аттестации

оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

### 5.2.1. Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
Динамические системы. Понятия фазового пространства, фазовой траектории, классификация динамических систем.	ПК-3
Динамика одномерных динамических систем с непрерывным и дискретным временем. Бифуркации одномерных динамических систем.	ПК-3
Динамика двумерных динамических систем. Особые траектории двумерных динамических систем, грубость динамических систем, бифуркации двумерных динамических систем.	ПК-3
Базовые модели колебательных процессов. Линейный и нелинейный осциллятор. Основные свойства.	ПК-3
Подходы и методы анализа двумерных нелинейных процессов	ПК-3
Явление синхронизации. Динамика автоколебательной системы, поведения генератора при выходе из режима синхронизации в случае сильного и слабого сигналов.	ПК-3
Динамика системы фазовой автоподстройки частоты (ФАП) с фильтром первого порядка. Динамические характеристики системы ФАП. Динамика джозефсоновского контакта.	ПК-3

### 5.2.2. Типовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Построить бифуркационную диаграмму  $(x^*, \mu)$  и грубые фазовые портреты динамической системы

$$\dot{x} = x^2 - \mu^2 + 1.$$

2. Исследовать состояния равновесия динамической системы

$$\begin{cases} \dot{x} = x(y^2 - 1) \\ \dot{y} = x + y^2 - 4 \end{cases}.$$

3. Построить фазовые портреты динамической системы

$$\ddot{x} + x(x-4)(1-x) = 0.$$

4. Для динамической системы

$$\ddot{x} + x = \mu \dot{x}(\alpha - \dot{x}^2 + x^4),$$

в случае  $0 < \mu < 1$  найти зависимость амплитуды колебаний от параметра  $\alpha$ , отметить бифуркационные значения параметра и указать тип бифуркации. Построить грубые фазовые портреты.

5. Построить фазовый портрет динамической системы

$$\mu \dot{x} = -y - x(x^2 - 5),$$

$$\dot{y} = x - y,$$

где  $0 < \mu < 1$ . Перечислить особые траектории и указать их тип.

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Некоркин В.И. Лекции по основам теории колебаний: Учебное пособие. – Нижний Новгород: издательство Нижегородского госуниверситета, 2012. -311с.
2. А.А. Андронов, А.А. Витт, С.Э. Хайкин. Теория колебаний, -М.: Наука, 1981. - 568 с.
3. Алдошин Г. Т. Теория линейных и нелинейных колебаний. Изд-во "Лань", 2013, 320с.  
[Электронный ресурс: [https://e.lanbook.com/book/4640?category\\_pk=918#authors](https://e.lanbook.com/book/4640?category_pk=918#authors)]
4. Фазовая плоскость лампового генератора: Составитель Петров В.В. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский университет, 2011.  
[Электронный ресурс:  
[http://www.rf.unn.ru/rus/ktk/sites/default/files/manual\\_petrov\\_lamp.doc](http://www.rf.unn.ru/rus/ktk/sites/default/files/manual_petrov_lamp.doc)]
5. Матросов В.В. Вынужденная синхронизация. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский университет, 2013.  
[http://www.rf.unn.ru/rus/ktk/sites/default/files/manual\\_matrosov\\_forced\\_synch.pdf](http://www.rf.unn.ru/rus/ktk/sites/default/files/manual_matrosov_forced_synch.pdf)
6. Исследование динамики систем с разрывными колебаниями: Составитель Мотова М.И. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский университет, 2010.  
[Электронный ресурс:  
[http://www.rf.unn.ru/rus/ktk/sites/default/files/manual\\_motova\\_break.doc](http://www.rf.unn.ru/rus/ktk/sites/default/files/manual_motova_break.doc)]
- 7.

б) дополнительная литература:

1. М.И. Рабинович, Д.И. Трубецков. Введение в теорию колебаний и волн. -М.: Наука, 1984 (1 изд.), 1992 (2 изд.), 2002 (3 изд.).

2. В.Д. Горяченко Элементы теории колебаний. Учебное пособие. Красноярск. Изд.-во Краснояр. ун-та. 1995.
3. Сборник задач по теории колебаний. Под ред. В.И. Королева, Л.В. Постникова, -М.: Наука, 1978.
4. Матросов В.В., Шалфеев В.Д. Многокольцевые системы фазовой синхронизации // Учебно-методические материалы по программе повышения квалификации «Новые подходы к проблемам генерации, обработки, хранения, защиты информации и их применения», Н.Новгород. ННГУ, 2007, 125с

Автор (ы) \_\_\_\_\_ В.В. Матросов

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Матросов

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «25» мая 2023 года, протокол № 04/23.