

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

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО
президиумом Ученого совета ННГУ

протокол № 13 от
« 30 » ноября 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Прикладные задачи теории колебаний

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
03.04.03 - Радиофизика

Направленность образовательной программы
Нелинейные колебания и волны

Форма обучения
очная

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.01, «Прикладные задачи теории колебаний» относится к части ОПОП направления подготовки 03.04.03 Радиофизика, формируемой 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	
<i>ПК-1: Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области физики и радиофизики при решении задач своей профессиональной деятельности</i>	<i>ПК-1.1. Применяет принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских и практических задач.</i>	<i>ПК-1.1</i> Знает математические методы, необходимые для саморазвития в области динамики радиофизических систем, включая системы автоматического регулирования, знает новейший отечественный и зарубежный опыт в исследовании вопросов применения эффектов нелинейной динамики в задачах радиофизики	Собеседование на зачете
	<i>ПК-1.2. Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников, в том числе с использованием современных информационных и коммуникационных технологий.</i>	<i>ПК-1.2</i> Умеет применять новейшие результаты нелинейной динамики при решении задач когерентного сложения мощностей, фазирования и передачи информации.	
<i>ПК-2: Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области физики и радиофизики и оформл</i>	<i>ПК-2.1. Анализирует современное состояние исследований в области физики и радиофизики, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов.</i>	<i>ПК-2.1</i> Знает фундаментальные разделы радиофизики, необходимые для исследования явлений синхронизации и фазирования в ансамблях автогенераторов.	Собеседование на зачете
	<i>ПК-2.2. Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи.</i>	<i>ПК-2.2</i> Умеет применять новейшие результаты нелинейной динамики при решении задач когерентного сложения мощностей,	

	<p>ПК-2.3. Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР.</p> <p>ПК-2.4. Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики.</p>	<p>фазирования и передачи информации</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками анализа динамики систем синхронизации.</p> <p>ПК-2.4. Умеет анализировать полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики.</p>	
<p>ПК-3. Способен разрабатывать и подготавливать составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок</p>	<p>ПК-3.1. Использует знание нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР, применяет заданные требования и правила при оформлении рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.</p> <p>ПК-3.2. Представляет результаты НИР академическому и бизнессообществу.</p> <p>ПК-3.3. Участвует в составлении и подаче конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика.</p>	<p>ПК-3.1 Имеет базовые знания о правилах оформления проектов и результатов НИР.</p> <p>ПК-3.2 Умеет выделять фундаментальные и прикладные результаты исследований, делать презентацию результатов</p> <p>ПК-3.3 Владеет навыком подачи заявок на выполнение НИР</p>	

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0
	зачет

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	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	
	очная	очная	очная	очная	очная	очная
Тема 1: Цифровые системы синхронизации и фазирования	9	0	4	0	4	5
Тема 2: Аналоговые системы синхронизации и фазирования	9	0	4	0	4	5
Тема 3: Динамика системы фазовой автоподстройки частоты с различными фильтрами	9	0	4	0	4	5
Тема 4: Схемы нелинейного фазирования в ансамблях автогенераторов. Устойчивость режима синхронизации	9	0	4	0	4	5
Тема 5: Недостатки систем нелинейного фазирования	9	0	4	0	4	5
Тема 6: Эффекты кластерной и «модовой» синхронизации в цепочке автогенераторов	8	0	4	0	0	4
Тема 7: Динамический хаос. Характеристики хаотических колебаний	9	0	4	0	0	5
Тема 8: Хаотическая синхронизация. Использование хаоса для передачи информации	9	0	4	0	0	5
Аттестация	0					
КСР	1				1	
Итого	72	0	32	0	33	39

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках: групповых консультаций, индивидуальных консультаций.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<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 незначительных 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	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные

	умений вследствие отказа обучающегося от ответа	основные умения. Имели место грубые ошибки.	негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	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 ошибок и 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

<i>вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
Цифровая система частотно-фазовой автоподстройки. Пример системы формирования группового сигнала эталонной частоты.	ПК-1, ПК-2, ПК-3
Электрооптическая система фазовой стабилизации в волоконном усилителе. Остаточная разность фаз. Задача когерентного сложения мощностей в решетке оптоволоконных усилителей.	ПК-1, ПК-2, ПК-3
Влияние задержки в электрооптической цепи автоподстройки на устойчивость системы (возникновение автомодуляционного режима). Пример системы стабилизации фазовых флуктуаций в оптоволоконной линии связи.	ПК-1, ПК-2
Система фазовой автоподстройки частоты, вывод уравнения модели. Остаточная разность фаз и пример точной подстройки фазы.	ПК-1, ПК-2
Динамика системы фазовой автоподстройки частоты с фильтром первого порядка в цепи управления (модель сверхпроводящего джозефсоновского контакта). Понятие полосы удержания и захвата, существование режима бистабильности.	ПК-1, ПК-2
Электронное управление лучом в фазированных антенных решетках (ФАР). Активные ФАР. Схема синхронизации автогенераторов общим опорным сигналом и схема каскадного соединения автогенераторов.	ПК-1, ПК-2, ПК-3
Фазирование в цепочке взаимосвязанных автогенераторов. Существование и устойчивость режима синхронизации с линейным градиентным распределением фаз вдоль цепочки.	ПК-1, ПК-2
Характерное время установления синхронного режима и влияние ошибки управляющих параметров на точность синхронизации в схемах нелинейного фазирования.	ПК-1, ПК-2
Кластерная синхронизация в цепочке взаимосвязанных генераторов с линейным градиентным распределением собственных частот.	ПК-1, ПК-2
«Модовая» синхронизация в цепочке взаимосвязанных генераторов с линейным градиентным распределением собственных частот.	ПК-1, ПК-2
Понятие динамического хаоса. Характеристики хаотических колебаний, ляпуновские показатели.	ПК-1, ПК-2
Схемы генерации хаотических колебаний радиодиапазона.	ПК-1, ПК-2
Хаотическая синхронизация. Различные виды хаотической синхронизации и их характеристики.	ПК-1, ПК-2
Схемы передачи информации, использующие хаотическую несущую.	ПК-1, ПК-2, ПК-3

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Системы фазовой синхронизации /Под ред. В.В. Шахгильдяна, Л.Н. Белюстиной. М.: Радио и связь, 1982. С.55.
2. Мишагин К.Г., Шалфеев В.Д., Пономаренко В.П. Нелинейная динамика систем фазирования в антенных решетках / Учебное пособие. Изд-во ННГУ. Н. Новгород, 188 с.
3. Мишагин К.Г. Синхронизация атомных часов: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. – 26 с.
4. Кузнецов С.П. Динамический хаос. Москва: Физматлит, 2001.
5. Дмитриев А.С., Панас А.И. Динамический хаос: новые носители информации для систем связи – М.: Издательство Физико-математической литературы, 2002.

б) дополнительная литература:

1. Пиковский А.С., Розенблюм М.Г., Куртс Ю. Синхронизация: фундаментальное нелинейное явление. М.: Техносфера, 2003.
2. Афраймович В.С., Некоркин В.И., Осипов Г.В., Шалфеев В.Д. Устойчивость, структуры и хаос в нелинейных сетях синхронизации / Под ред. А.В. Гапонова, М.И. Рабиновича; Горький, 1989.
3. Жодзишский М.И., Сила-Новицкий С.Ю., Прасолов В.А. и др. Цифровые системы фазовой синхронизации / Под ред. Жодзишского М.И. М.: Сов. Радио, 1980. 208 с.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лекционные аудитории.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.04.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Мишагин К.Г. к.ф.-м.н., доц. каф. теории колебаний и автоматического регулирования

Заведующий кафедрой: Матросов В.В. д.ф.-м.н., проф.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии радиофизического факультета, от 14.11.22, протокол № 08/22.