

**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)

УТВЕРЖДАЮ:

Декан / директор \_\_\_\_\_

Матросов В.В.

« 27 » \_\_\_\_\_ июня 2018 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Прикладные задачи теории колебаний

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**Бакалавриат**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

**Информационные системы и технологии**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

**бакалавр**

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

**Очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2018 год

### 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Прикладные задачи теории колебаний» относится к дисциплинам по выбору вариативной части (блок Б1.В.ДВ7) основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) высшего образования по направлению подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (уровень бакалавриата) на радиофизическом факультете ННГУ. Дисциплина изучается в 7-м семестре.

#### Целями освоения дисциплины являются:

- формирование у студентов представлений о применении некоторых фундаментальных явлений, изучаемых методами теории колебаний, в устройствах передачи информации;
- умение использовать методы теории колебаний для решения современных задач проектирования систем передачи информации.

### 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (Код компетенции, этап формирования)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-3 способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям. Этап формирования базовый	З1 (ОПК-3) Знание современных проблем и достижений в теории синхронизации и автоматического регулирования, а также использования синхронизации и хаотической динамики в прикладных задачах У1 (ОПК-3) Умение применять новейшие результаты нелинейной динамики при решении задач когерентного сложения мощностей, фазирования и передачи информации, используя базы данных Н1 (ОПК-3) Владение навыками анализа научной литературы по тематике курса и разработки алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования
ПК-3 способность использовать современные инструментальные и вычислительные средства Этап формирования базовый	З1 (ПК-3) Знание современных средств численного моделирования нелинейной динамики У1 (ПК-3) Умение применять методы численного интегрирования для исследования динамики систем синхронизации и автоматического регулирования

### 3. Структура и содержание дисциплины «Прикладные задачи теории колебаний»

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 32 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия семинарского типа), 1 час мероприятия промежуточной аттестации – зачет, 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося

Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины.  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)			В том числе																
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы												Самостоятельная работа обучающегося часы				
	Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего										
	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное		
Цифровые системы синхронизации и фазирования	9						4								4			5		
Аналоговые системы синхронизации и фазирования	12						6								6			6		
Динамика системы фазовой автоподстройки частоты с различными фильтрами	11						5								5			6		
Схемы нелинейного фазирования в ансамблях автогенераторов. Устойчивость режима синхронизации	10						5								5			5		
Недостатки систем нелинейного фазирования	9						4								4			5		
Эффекты кластерной и «модовой» синхронизации в цепочке автогенераторов	9						4								4			5		
Динамический хаос. Характеристики хаотических колебаний	7						2								2			5		
Хаотическая синхронизация. Использование хаоса для передачи информации	4						2								2			2		
В т.ч.текущий контроль	1						1								1					
Промежуточная аттестация - Зачет																				

Текущий контроль успеваемости проходит в форме опроса на занятиях. Итоговый контроль осуществляется на зачете.

#### **4. Образовательные технологии**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных занятий.

**Образовательные технологии, способствующие формированию компетенций используемые на занятиях лекционного типа:**

- лекции с проблемным изложением учебного материала.

#### **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы – основная и дополнительная литература.

##### **5.1 Вопросы, которые должны быть проработаны в ходе самостоятельной работы**

1. Цифровая система частотно-фазовой автоподстройки. Расчет устойчивости системы. Остаточная разность фаз и частот при линейном и квадратичном дрейфе частоты.
2. Электрооптическая система фазовой стабилизации в волоконном усилителе. Остаточная разность фаз. Расчет устойчивости для фильтра второго порядка, фильтра с интегратором.
3. Влияние задержки в электрооптической цепи автоподстройки на устойчивость системы (возникновение автомодуляционного режима). Пример системы стабилизации фазовых флюктуаций в оптоволоконной линии связи для передачи эталонных единиц времени и частоты.
4. Система фазовой автоподстройки частоты, вывод уравнения модели. Остаточная разность фаз и пример точной подстройки фазы. Расчет устойчивости.
5. Динамика системы фазовой автоподстройки частоты с фильтром первого порядка в цепи управления (модель сверхпроводящего джозефсоновского контакта). Понятие полосы удержания и захвата, существование режима бистабильности.
6. Электронное управление лучом в фазированных антенных решетках (ФАР). Активные ФАР. Схема синхронизации автогенераторов общим опорным сигналом и схема каскадного соединения автогенераторов. Расчет пределов поворота диаграммы направленности.
7. Фазирование в цепочке взаимосвязанных автогенераторов. Существование и устойчивость режима синхронизации с линейным градиентным распределением фаз вдоль цепочки. Расчет устойчивости для связей с инерционностью первого порядка.
8. Характерное время установления синхронного режима и влияние ошибки управляющих параметров на точность синхронизации в схемах нелинейного фазирования.
9. Кластерная синхронизация в цепочке взаимосвязанных генераторов с линейным градиентным распределением собственных частот.
10. «Модовая» синхронизация в цепочке взаимосвязанных генераторов с линейным градиентным распределением собственных частот.
11. Понятие динамического хаоса. Характеристики хаотических колебаний, ляпуновские показатели.
12. Схемы генерации хаотических колебаний радиодиапазона.
13. Хаотическая синхронизация. Различные виды хаотической синхронизации и их характеристики.
14. Схемы передачи информации, использующие хаотическую несущую.

## 6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

### 6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, навыков), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

ОПК-3 способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>Знания</u> Знание фундаментальных разделов радиофизики, необходимых для прикладного использования явлений синхронизации, фазирования в ансамблях автогенераторов, а также хаотической динамики	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала с рядом негрубых ошибок	Знание основного материала с рядом заметных погрешностей	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок и погрешностей	Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей

ПК-3 способность использовать современные инструментальные и вычислительные средства

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>Знания</u> Знание современных проблем и достижений в теории синхронизации и автоматического регулирования	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала с рядом негрубых ошибок	Знание основного материала с рядом заметных погрешностей	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок и погрешностей	Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей

<u>Умения</u> Умение применять новейшие результаты нелинейной динамики при решении задач когерентного сложения мощностей, фазирования и передачи информации	Отсутствует способность решения стандартных задач	Наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	Способность решения основных стандартных задач с существенными ошибками	Способность решения всех стандартных задач с незначительными погрешностями	Способность решения всех стандартных задач без ошибок и погрешностей	Способность решения стандартных и нестандартных задач	Способность решения стандартных задач и широкого круга нестандартных задач
<u>Навыки</u> Навыки анализа научной литературы по тематике курса	Полное отсутствие навыка	Отсутствие навыка	Владение навыком в минимальном объеме	Посредственное владение навыком	Достаточное владение навыком	Хорошее владение навыком	Всестороннее владение навыком

## 6.2. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине. Описание шкал оценивания

Предусмотрена процедура аттестации обучающихся в форме зачета в конце семестра. Отводимое на подготовку ответов время – около 1 академического часа. Шкала оценивания имеет два значения: зачет, незачет. Итоговый контроль сформированности компетенций в виде знаний обеспечивается ответами на контрольные вопросы, в виде умений и навыков – защитой отчета о лабораторной работе.

### Критерии оценок:

Зачтено	Обучающийся после подготовки с использованием конспекта лекций может последовательно изложить ответ на контрольный вопрос, знает основные понятия и определения из материала дисциплины.
Не зачтено	Студент после подготовки с использованием конспекта лекций не может последовательно изложить ответ на контрольный вопрос, либо не знает основные понятия и определения из материала дисциплины.

## 6.3. Примеры типовых контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций.

1. Цифровая система частотно-фазовой автоподстройки. Пример системы формирования группового сигнала эталонной частоты.
2. Электрооптическая система фазовой стабилизации в волоконном усилителе. Остаточная разность фаз. Задача когерентного сложения мощностей в решетке оптоволоконных усилителей.
3. Влияние задержки в электрооптической цепи автоподстройки на устойчивость системы (возникновение автомодуляционного режима). Пример системы стабилизации фазовых флюктуаций в оптоволоконной линии связи.

4. Система фазовой автоподстройки частоты, вывод уравнения модели. Остаточная разность фаз и пример точной подстройки фазы.
5. Динамика системы фазовой автоподстройки частоты с фильтром первого порядка в цепи управления (модель сверхпроводящего джозефсоновского контакта). Понятие полосы удержания и захвата, существование режима бистабильности.
6. Электронное управление лучом в фазированных антенных решетках (ФАР). Активные ФАР. Схема синхронизации автогенераторов общим опорным сигналом и схема каскадного соединения автогенераторов.
7. Фазирование в цепочке взаимосвязанных автогенераторов. Существование и устойчивость режима синхронизации с линейным градиентным распределением фаз вдоль цепочки.
8. Характерное время установления синхронного режима и влияние ошибки управляющих параметров на точность синхронизации в схемах нелинейного фазирования.
9. Кластерная синхронизация в цепочке взаимосвязанных генераторов с линейным градиентным распределением собственных частот.
10. «Модовая» синхронизация в цепочке взаимосвязанных генераторов с линейным градиентным распределением собственных частот.
11. Понятие динамического хаоса. Характеристики хаотических колебаний, ляпуновские показатели.
12. Схемы генерации хаотических колебаний радиодиапазона.
13. Хаотическая синхронизация. Различные виды хаотической синхронизации и их характеристики.
14. Схемы передачи информации, использующие хаотическую несущую.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Системы фазовой синхронизации /Под ред. В.В. Шахгильдяна, Л.Н. Белюстиной. М.: Радио и связь, 1982. С.55.(3)
2. 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 (1)
3. 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.(1)
4. Кузнецов С.П. Динамический хаос. Москва: Физматлит, 2001.(1)
5. Дмитриев А.С., Панас А.И. Динамический хаос: новые носители информации для систем связи – М.: Издательство Физико-математической литературы, 2002.(0)

### **б) дополнительная литература:**

1. Пиковский А.С., Розенблюм М.Г., Куртс Ю. Синхронизация: фундаментальное нелинейное явление. М.: Техносфера, 2003.(0)
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.(1)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные аудитории.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

Автор \_\_\_\_\_ Мишагин К.Г.

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_ Осипов Г.В.

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

Программа одобрена на заседании методической комиссии Радиофизического факультета. Протокол № 02/18 от «27» июня 2018 года.