



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
2.1.ДВ.1.2 ПРИНЦИПЫ УСИЛЕНИЯ, ГЕНЕРАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ
СИГНАЛАМИ

Шифр и наименование группы научных специальностей: **1.3 Физические науки**

Шифр и наименование научной специальности: **1.3.4. Радиофизика**
Форма обучения: очная

Институт математики, естествознания и техники
Кафедра: Физики, радиотехники и электроники

Трудоёмкость в ЗЕТ - 3

Трудоёмкость в часах – 108

Разработчик: к.ф.-м.н., доцент Пешков И.В.

Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Принципы усиления, генерации и управления сигналами» разработана в соответствии с федеральными государственными требованиями, утвержденными приказом Министерства образования и науки высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: формирование у аспирантов углубленных представлений об общих радиофизических закономерностях колебательно-волновых процессов (как линейных, так и нелинейных) в системах различной физической природы.

Задачи изучения дисциплины: овладеть радиофизическими методами анализа процессов колебательно-волновой природы в различных физических системах; получить представление о современных методах генерации, усиления и трансформации электромагнитного излучения различных частотных диапазонов; ознакомиться с основными подходами для разработки квазиоптических линий передач; получить навыки использования новейших методов статистической радиофизики, включая построение эмпирических прогностических моделей сложных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина относится к образовательному компоненту программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, включена в раздел «Элективные дисциплины (модули)».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны:

знать: наиболее перспективные и быстро развивающиеся направления разделов физики, затрагиваемых настоящим курсом; основные нерешенные научные проблемы; недавние и планируемые новаторские эксперименты; а также активно действующие в рамках рассматриваемых тематик научные коллективы

уметь: применять полученные знания для анализа процессов генерации, усиления, передачи и трансформации электромагнитного излучения различных частотных диапазонов, а также нелинейной динамики сложных пространственно-временных процессов и систем

владеть: современным математическим аппаратом для научных исследований в различных областях физики и радиофизики с учетом отечественного и зарубежного опыта

4. СТРУКТУРА, ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 108 часа. Аудиторных часов – 38, в том числе – 18 часов лекций, 18 часов практических занятий. Самостоятельная работа – 72 часа.

4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, академ. часы			
		аудиторные занятия			
		Всего часов	Лекции	практические (лабораторные)	
1.	Раздел 1. Устройства генерирования и формирования сигналов		4	4	16
2.	Место и функции радиопередающих устройств		2	2	8
3.	Основные этапы развития техники и теории РПДУ		2	2	8
4.	Раздел 2. Классификация, каскады, структурная схема и параметры		2	2	8
5.	Классификация РПДУ Каскады и блоки РПДУ Структурная схема РПДУ Параметры радиопередатчика Излучения радиопередатчика и проблема электромагнитной совместимости		2	2	8

6.	Раздел 3. Общие принципы генерирования и усиления ВЧ и СВЧ колебаний		4	4	16
7.	Классификация и физический механизм работы ВЧ и СВЧ генераторов. Генератор на биполярном транзисторе. Генератор на полевом транзисторе Генератор на диоде Клистронный генератор Генератор на лампе бегущей волны Время взаимодействия носителей заряда с электромагнитным полем Принцип синхронизма и фазировки носителей заряда с электромагнитным полем Мощность взаимодействия носителей заряда с электромагнитным полем		4	4	16
8.	Раздел 4. Задачи оптимального приема сигнала		8	8	32
9.	Апостериорная плотность вероятности. Функция правдоподобия. Статистическая проверка гипотез. Критерии Байеса, Неймана-Пирсона и Вальда проверки гипотез. Априорные сведения о сигнале и шуме. Наблюдение и сообщение. Задачи интерполяции, фильтрации и экстраполяции. Линейные фильтры Колмогорова-Винера и Калмана-Бьюси. Принцип минимальной длины описания		2	2	8
10.	Задачи оптимального приема сигнала. Апостериорная плотность вероятности. Функция правдоподобия. Статистическая проверка гипотез. Критерии Байеса, Неймана-Пирсона и Вальда проверки гипотез. Принцип ортогональности ошибки и наблюдения. Реализуемые линейные фильтры и уравнение Винера-Хопфа. Выделение сигнала из шума. Согласованный фильтр.		2	2	8
11.	Усилители СВЧ-диапазона (резонаторный, бегущей волны). Полоса пропускания усилителя бегущей волны.		2	2	8

12	Генерация волн в СВЧ-диапазоне. Принцип работы и устройство лампы бегущей и обратной волны, магнетрона и клистрона. Отрицательное дифференциальное сопротивление и генераторы СВЧ на полевых транзисторах, туннельных диодах, диодах Ганна и лавиннопролетных диодах. Эффект Джозефсона.		2	2	8
ИТОГО:		108	18	18	72

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Текущий контроль по дисциплине осуществляется в форме (контрольной работы, тестирования)...

Типовой вариант к/р

Для гауссовой плотности с $\sigma = 1$ и $x_0 = 3$

(а) Используйте Python/NumPy и постройте график функции для $-10 \leq x \leq 10$.

(б) Какова вероятность $P(x \leq 2)$?

5.2. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре в форме зачета.

Перечень вопросов к зачету

1. Место и функции радиопередающих устройств
2. Классификация РПДУ Каскады и блоки РПДУ Структурная схема РПДУ Параметры радиопередатчика Излучения радиопередатчика и проблема электромагнитной совместимости
3. Классификация и физический механизм работы ВЧ и СВЧ генераторов Генератор на электровакуумном приборе Генератор на биполярном транзисторе. Генератор на полевом транзисторе Генератор на диоде Клистронный генератор Генератор на лампе бегущей волны Время взаимодействия носителей заряда с электромагнитным полем Принцип синхронизма и фазировки носителей заряда с электромагнитным полем Мощность взаимодействия носителей заряда с электромагнитным полем
4. Апостериорная плотность вероятности. Функция правдоподобия. Статистическая проверка гипотез. Критерии Байеса, Неймана-Пирсона и Вальда проверки гипотез. Априорные сведения о сигнале и шуме. Наблюдение и сообщение. Задачи интерполяции, фильтрации и экстраполяции. Линейные фильтры Колмогорова-Винера и Калмана-Бьюси. Принцип минимальной длины описания
5. Принцип ортогональности ошибки и наблюдения. Реализуемые линейные фильтры и уравнение Винера-Хопфа. Выделение сигнала из шума.

Согласованный фильтр.

6. Усилители СВЧ-диапазона (резонаторный, бегущей волны). Полоса пропускания усилителя бегущей волны.
7. Генерация волн в СВЧ-диапазоне. Принцип работы и устройство лампы бегущей и обратной волны, магнетрона и клистрона. Отрицательное дифференциальное сопротивление и генераторы СВЧ на полевых транзисторах, туннельных диодах, диодах Ганна и лавиннопролетных диодах. Эффект Джозефсона.

Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (выбрать)

Критерии оценивания для зачета

Оценка «зачтено». Систематическое посещение занятий в течение учебного года - аспирант посетил более 75% аудиторных занятий. В процессе обучения показал заинтересованность в предмете.

Оценка «не зачтено». Пропущено значительное количество занятий без уважительной причины - аспирант посетил менее 75% аудиторных занятий. В процессе обучения не проявил интереса к предмету.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература,

1. А. А. Балакин, Г. М. Фрайман. Основы теории колебаний и волн. Динамика сосредоточенных и распределенных систем Федер. агентство науч. орг., Федер. исслед. центр «Ин-т приклад. физики РАН». – Нижний Новгород : ФИЦ ИПФ РАН, 2016. – 232 с. – 2 экз.
2. М.И. Рабинович, Д.И. Трубецков. Введение в теорию колебаний и волн. – НИЦ «регулярная и хаотическая динамика». 2000. – 560 с. – 3 экз.
3. Шиховцев И.В., Якубов В.П. Статистическая радиофизика. Курс лекций / Новосибирский государственный университет. Новосибирск, 2011. 157 с. Электронный ресурс - Методические материалы НГУ: http://wwwold.inp.nsk.su/students/radio/2014/stat_RF_v3.pdf.

6.2. Дополнительная литература

1. Гошин, Г.Г. Устройства СВЧ и антенны : учебное пособие / Г.Г.Гошин. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – Ч. 2. Антенны. – 160 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208588>.
2. Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: учебное пособие / — 5-е изд., стер. — М. : КНОРУС, 2013. — 448 с. ISBN 978-5-406-00746-4. – 5 экз.

6.3. Электронные образовательные ресурсы

1.	www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы.