

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

"УТВЕРЖДАЮ"

Заведующий ОПКВК

 В.П. Драгунов
«ФМ» _____ 2022 г.
аспирантура

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру по специальности

1.3.4 – Радиофизика

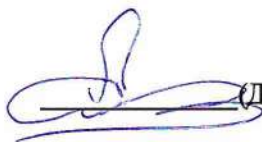
Новосибирск 2022

Программа обсуждена на заседании ученого совета физико-технического факультета

протокол № 1 от 21 февраля 2022 г.

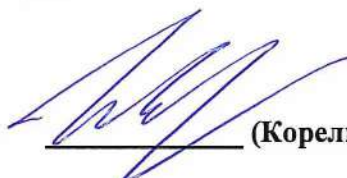
Программу разработал

д.ф.-м.н., профессор

 (Дмитриев А.К.)

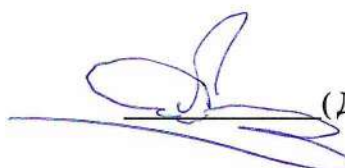
Декан ФТФ,

д.ф.-м.н., доцент

 (Корель И.И.)

Ответственный за основную образовательную программу

д.ф.-м.н., профессор

 (Дмитриев А.К.)

1. Внешние требования

Билеты разработаны в соответствии с ФГОСЗ подготовки магистров

2. Структура и содержание программы вступительного экзамена

1. Теория колебаний

1. Классификация колебательных систем, примеры колебательных систем и явлений в природе и технике. Линейные и нелинейные колебательные системы. Точные и приближенные методы. Метод медленно меняющихся амплитуд, метод Н.Н. Боголюбова. Фазовая плоскость, фазовые траектории, сепаратрисы, понятие бифуркаций. Исследование устойчивости.
2. Свободные колебания. Вынужденные линейные и нелинейные колебания, уравнения движения, стационарные движения. Автоколебательные системы с запаздывающей обратной связью, зоны возбуждения. Вынужденные колебания при гармоническом возбуждении.

2. Электродинамика

3. Уравнения Максвелла: дифференциальная и интегральная формы. Граничные условия для электромагнитного поля. Вектор и теорема Пойнтинга.
4. Волновое уравнение для электромагнитного поля. Скалярный и векторный потенциалы. Вектор Герца. Решение однородного волнового уравнения: сферические, плоские, цилиндрические волны. Решение неоднородного волнового уравнения: запаздывающие потенциалы. Поля электрического и магнитного диполей. Поле колеблющегося диполя. Излучение ускоренного заряда, радиационное трение.
5. Уравнения электродинамики в комплексном представлении. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Вектор Пойнтинга и теорема Пойнтинга в комплексном представлении. Поле элементарного электрического вибратора в комплексном представлении, структура поля. Излучение элементарного магнитного вибратора. Поляризация электромагнитных волн.
6. Основные принципы электродинамики: двойственности, взаимности, Гюйгенса-Френеля-Кирхгофа. Теорема об эквивалентности.
7. Силы Кулона и Лоренца. Импульс и давление электромагнитного поля. Движение заряда в постоянном магнитном поле. Движение заряда в постоянном электрическом поле. Движение заряда в однородных скрещенных полях. Дрейф заряда в поперечно неоднородном магнитном поле. Пространственно-временная инвариантность магнитного момента заряда при движении в продольно неоднородном магнитном поле. Диэлектрическая проницаемость облака заряженных частиц. Электромагнитные поля в плазме и металлах.
8. Постулаты Эйнштейна и матрица преобразования Лоренца. Четырех-векторы и тензоры. Четырех-векторы потенциала и тока: основные уравнения, преобразование, свойства. Решение неоднородного волнового уравнения для потенциала в четырехмерном пространстве. Четырех-вектор потенциала точечного заряда, потенциалы Льенара-Вихерта. Электромагнитное поле произвольно движущегося заряда.
9. Тензоры электромагнитного поля. Преобразование компонент электромагнитного поля. Единство электрических и магнитных полей. Релятивистские инварианты электромагнитного поля. Инвариантность фазы волны. Релятивистский эффект Доплера.

3. Волновые процессы

1. Первая и вторая канонические формы волнового уравнения. Плоские, цилиндрические и сферические волны. Гармонические волны. Уравнение Гельмгольца. Волновой вектор. Неоднородные плоские волны.
2. Волновое сопротивление среды. Суперпозиция волн. Основные свойства электромагнитных волн.
3. Распространение электромагнитных волн в проводящей среде. Глубина проникновения (скин-слой). Поверхностный импеданс металла. Энергетические соотношения для волн в среде с потерями.
4. Дисперсия волн. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорости. Дисперсионное уравнение.
5. Прохождение волны через границу раздела двух сред. Угол полного внутреннего отражения. Угол Брюстера.
6. Волны в анизотропных средах. Тензоры магнитной и диэлектрической проницаемостей намагниченных феррита и плазмы. Необыкновенные волны. Эффекты Фарадея и Коттона-Мутона.
7. Излучение волн. Ближняя и дальняя зоны. Диаграмма направленности. Физический смысл мнимых углов.

4. Статистическая радиофизика

1. Понятие случайного процесса. Функция распределения и плотность распределения значений в одном сечении случайного процесса. Моментные функции. Функция корреляции случайного процесса. Характеристическая функция. Разложение характеристической функции по моментам. Кумулянтное разложение.
2. Стационарные и нестационарные случайные процессы. Спектральное представление случайного процесса. Теорема Винера-Хинчина. Эргодические процессы. Дисперсия временного среднего. Центральная предельная теорема. Свойства нормального случайного процесса.
3. Марковские процессы. Уравнение Смолуховского. Нормальные Марковские процессы. Диффузионные процессы и уравнения Фокера-Планка-Колмогорова. Винеровский процесс.
4. Случайный поток импульсов. Распределение Пуассона. Энергетический спектр дробового и теплового шума. Формулы Шоттки и Найквиста.
5. Линейная фильтрация случайных процессов. Белый шум на входе линейной инерционной системы. Моделирование корреляционных связей на ЭВМ. Нормализация закона распределения процесса на выходе линейной инерционной системой. Непрерывность и дифференцируемость случайного процесса в среднеквадратическом смысле, необходимые и достаточные условия. Статистические свойства производной случайного процесса.
6. Случайный процесс на выходе нелинейной системы. Преобразование закона распределения значений. Методы моделирования случайных процессов на ЭВМ. Функция корреляции и энергетический спектр случайного процесса на выходе безинерционной нелинейной системы.
7. Квазигармонические флуктуации и узкополосный случайный процесс. Аналитический сигнал. Взаимная корреляция сопряженных процессов. Распределения огибающей и фазы нормального узкополосного шума. Распределение огибающей и фазы смеси "сигнал+шум". Теорема Котельникова для случайного процесса с ограниченным спектром. Дискретизация процесса и обрезание спектра процесса.
8. Обнаружение сигнала на фоне шума, оптимизация отношения сигнал/шум. Согласованная фильтрация. Корреляционный прием. Согласованный фильтр и отношение правдоподобия. Критерии обнаружения. Выделение сигнала из шума. Оптимальный прием. Адаптивные системы.

9. Понятие случайного волнового поля. Статистическая однородность и изотропность. Обобщение теоремы Винера-Хинчина. Случайный волновой пучок. Угловой энергетический спектр.
10. Количественное определение информации. Средняя собственная и взаимная информации. Свойства средней собственной и взаимной информации. Кодирование и декодирование сигналов. Пропускная способность канала связи. Теорема Шеннона.

3 Перечень вопросов к экзамену

1. Методы медленно меняющихся амплитуд и Н.Н. Боголюбова.
2. Автоколебательные системы с запаздывающей обратной связью.
3. Отражение плоской электромагнитной волны от границы раздела двух сред. Углы полного внутреннего отражения и Брюстера.
4. Эффекты Фарадея и Коттона-Мутона.
5. Уравнения Максвелла.
6. Волновое уравнение.
7. Принцип перестановочной двойственности.
8. Граничное условие для тангенциальных компонент электрического поля.
9. Что такое ток смещения?
10. Вектор Пойнтинга.
11. Волновое сопротивление свободного пространства.
12. Комплексная диэлектрическая проницаемость.
13. Дипольный момент элементарного электрического вибратора.
14. Дипольный момент элементарного магнитного вибратора.
15. Преобразование Лоренца.
16. Определение случайного процесса.
17. Двумерная условная плотность вероятности случайного процесса и ее основные свойства.
18. Уравнение Смолуховского для условной плотности вероятности марковского процесса.
19. Моментные функции случайного процесса.
20. Кумулянтные функции случайного процесса, их связь с характеристической функцией.
21. Ковариационная функция случайного процесса. Коэффициент корреляции.
22. Гауссовские случайные процессы.
23. Ковариационная матрица n отсчетов случайного процесса и ее основные свойства.
24. Основные свойства гауссовских случайных процессов.
25. Стационарные случайные процессы.
26. Свойства корреляционной функции стационарного случайного процесса.
27. Понятие времени корреляции.
28. Теорема Винера-Хинчина.
29. Определение пуассоновского импульсного случайного процесса.
30. Согласованный фильтр.
31. Мера информации, пропускная способность каналов связи.

4. Учебно-методическое обеспечение программы

а) основная литература:

1. Основы теории колебаний / Под ред. В.В. Мигулина. – М.: Наука, 1988. – 391 с.
2. Матвеев А.Н. Электродинамика. – М.: Высшая школа, 1970.
3. Фёдоров В.Н. Основы электродинамики. – М.: Высшая школа, 1980. – 399 с.
4. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн. – М.: Наука, 1979.

5. Марков Г.Т., Петров Б.М., Грудинская Г.П. Электродинамика и распространение радиоволн. – М.:Сов.радио,1979.
6. Вайнштейн Л.А. Электромагнитные волны. – М.: Радио и связь, 1988.
7. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. Ч.1, 2. – М.: Наука, 1976. – 496 с.
8. Якубов В.П., Беличенко В.П., Фисанов В.В. Основы электродинамики излучения и его взаимодействия с веществом. – Томск: НТЛ, 2010. – 310 с.
9. Якубов В.П. Статистическая радиофизика. – Томск: НТЛ, 2006. – 210 с.
10. Баскаков С.И. Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Высшая школа, 1992. – 416 с.

б) дополнительная литература:

1. Гольдштейн Л.Д., Зернов Н.В. Электромагнитные поля и волны. – М.: Сов. радио, 1971.
2. Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Введение в статистическую радиофизику и оптику. – М.: Наука, 1981. – 640 с.
3. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. – М.: Радио и связь, 1982. – 624 с.
4. Пономарев Г.А., Пономарева В.Н., Якубов В.П. Статистические методы в радиофизике: Практикум с применением диалого-вычислительных комплексов. – Томск: изд-во Томск. ун-та, 1989. – 235 с.
5. Угаров В.А. Специальная теория относительности. – М.: Наука, 1977. – 384 с.
6. Научный журнал «Радиотехника и электроника».
7. Научный журнал «Известия ВУЗов. Радиофизика».
8. Реферативный журнал «Физика».

5. Правила аттестации аспирантов по дисциплине

Аттестация осуществляется в устной форме по билетам. Билет вступительного испытания включает два вопроса. Вопросы являются теоретическими и требуют обстоятельного ответа с доказательством всех необходимых утверждений и определением всех необходимых понятий. Каждый вопрос оценивается по трехбалльной шкале: 0 – ответ на вопрос отсутствует или неверный; 1 – ответ не полный или частично неверный; 2 – ответ правильный, исчерпывающий. Максимальное количество баллов, которое можно получить на экзамене – 6. Если при сдаче экзамена испытуемый набрал 6 баллов, то он получает оценку «отлично», если испытуемый набрал 4-5 баллов, то он получает оценку «хорошо», если испытуемый набрал 3 балла, то он получает оценку «удовлетворительно», если испытуемый набрал меньше 3 баллов, то он получает оценку «неудовлетворительно»