

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Поволжский государственный технологический университет»

Утверждено решением научно-
технического совета ПГТУ
от «24» 03 2022 г., протокол № 3

Председатель НТС, проректор по
научной работе

Д.В. Иванов



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В АСПИРАНТУРУ
по специальной дисциплине
«Радиофизика»

научная специальность
аспирантуры

1.3.4. Радиофизика

Программа составлена:

Шванов В.А., д.ф.-м.н., проф., зав.каф. ФМ | Шванов |
(Фамилия И.О., уч. степень, уч. звание, должность) (подпись)

_____|_____|
(Фамилия И.О., уч. степень, уч. звание, должность) (подпись)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФМ
Протокол № 6 от 23.03. 2022 г.

Зав. кафедрой Шванов • | Шванов В.А. |

Настоящая программа составлена в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

Вступительные испытания по специальной дисциплине проводятся в форме экзамена в устной форме по билетам, одним из вопросов является собеседование по теме научных интересов поступающего в рамках содержания вступительного реферата или ранее опубликованных статей по избранному направлению подготовки.

Программа

Теория колебаний

1. Введение. Предмет теории колебаний, место теории колебаний в современной физике и технике.
2. Периодическая функция, синусоидальная функция. Примеры гармонических колебаний. Единый подход к колебаниям различной физической природы. Амплитуда, частота, циклическая частота, фаза. Фазовые соотношения между гармоническими колебаниями.
3. Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Смещение при простых гармонических колебаниях. Скорость и ускорение при гармонических колебаниях. Энергия гармонического осциллятора.
4. Линейность и принцип суперпозиции. Суперпозиция двух скалярных гармонических колебаний с одинаковой частотой, графическая интерпретация и векторная диаграмма. Неаддитивность энергии при суперпозиции. Суперпозиция двух взаимно перпендикулярных векторов, колеблющихся по гармоническому закону с одинаковыми частотами. Суперпозиция гармонических колебаний с близкими частотами, биения. Метод комплексных величин для линейных колебаний.
5. Затухающий гармонический осциллятор. Поведение затухающего осциллятора под действием внешней периодической силы, установившиеся вынужденные колебания. Зависимость амплитуды и фазы установившихся вынужденных колебаний от частоты внешней гармонической силы, явление резонанса и резонансные кривые. Параметрический резонанс.
6. Изображение колебательных процессов в системе с одной степенью свободы на «фазовой плоскости». «Фазовый портрет» незатухающих и затухающих гармонических колебаний, а также колебаний с «отрицательным затуханием». Особые точки и замкнутые кривые.
7. Колебания нелинейной консервативной системы. Колебания физического маятника, определение периода колебаний.
8. Общие сведения об автоколебаниях. Генератор электромагнитных колебаний, анализ и решение нелинейного уравнения генератора.
9. Свободные колебания систем с двумя степенями свободы. Нормальные координаты и нормальные моды колебаний. Моды дискретной системы с N - степенями свободы. Связанные колебания нагруженной струны. Моды поперечных колебаний непрерывной струны или стоячие волны. Волновое уравнение.

Теория волновых процессов

10. Решение волнового уравнения. Гармонические бегущие волны в одномерном пространстве и фазовая скорость. Волновое сопротивление (импеданс) и поток энергии на примере струны.
11. Отражение и прохождение на границе двух струн, отражение и прохождение энергии, энергетические коэффициенты отражения и пропускания.
12. Волны в линиях передачи. Идеальная линия передачи (без потерь). Коаксиальные кабели. Отражение от конца линии передачи. Согласованная нагрузка, короткозамкнутая линия передачи. Роль сопротивления в линии передачи. Волновое сопротивление линии передачи с потерями.
13. Групповая скорость. Импульсы. Фурье - анализ импульсов, фурье - анализ бегущих волновых пакетов.
14. Волновое уравнение для электромагнитных волн. Электромагнитные волны в среде. Когда среда проводник и когда диэлектрик? Волновое сопротивление диэлектрика и проводящей среды для электромагнитных волн. Плоские электромагнитные волны в изотропных средах.
15. Приближение геометрической оптики. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Показатели преломления и поглощения. Глубина проникновения. Дифференциальное уравнение луча. Лучи и поле волны в слоисто-неоднородных средах.
16. Отражение и прохождение электромагнитных волн на границе раздела сред (нормальное падение). Связь между волновым сопротивлением и показателем преломления.
17. Плоская волна в пространстве двух и трех измерений. Волновое уравнение в случае двух измерений. Волноводы.
18. Магнитоактивная плазма. Необыкновенные и обыкновенные волны. Особенности распространения электромагнитных волн в ионосферной плазме. Рефракция радиоволн в ионосфере и тропосфере. Основы теории ионосферного распространения дециметровых волн. Наклонное падение. Критические частоты.
19. Распространение сигнала в диспергирующей среде. Простейшие физические модели диспергирующих сред. Расплывание и компрессия импульсов.
20. Основы теории излучения электромагнитных волн: излучение элементарного вибратора, излучение полуволнового вибратора, антенна в виде одномерной решетки из полуволновых вибраторов, антенна в виде двумерной решетки.

Статистическая радиофизика и теория информации

21. Случайные процессы. Определение, способы представления и классификация случайных процессов. Усреднение по ансамблю и по времени. Стационарность и эргодичность. Корреляционная функция процесса и ее свойства.
22. Спектрально-корреляционный анализ процесса. Спектры мощности сигналов, функции корреляции и их взаимосвязи. Время корреляции и ширина спектра. Когерентность. Узкополосные случайные процессы.
23. Случайные процессы в линейных системах. Принцип суперпозиции. Спектральное

- и временное описание линейных систем. Преобразование функции корреляции и спектров. Принцип действия спектроанализатора. Время анализа и точность измерения спектра.
24. Обнаружение и измерение параметров сигналов в шумах. Постановка задачи и методы ее решения. Отношение сигнал/шум, пороговые сигналы. Критерии обнаружения сигнала. Оптимальная фильтрация. Согласованные фильтры. Основы теории оценивания параметров сигналов в шумах.
 25. Теория информации. Основные понятия теории информации. Энтропия и её свойства. Определение информации и ее связь с энтропией. Свойства информации. Дискретные каналы связи. Теорема Шеннона.
 26. Дискретные случайные процессы и их основные характеристики. Стационарные и эргодические процессы. Спектр мощности случайного процесса. Теорема Винера-Хинчина.
 27. Преобразование частоты дискретизации: интерполяция и децимация. Алгоритмы преобразования частоты.
 28. Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Алгоритмы БПФ с разрежением по времени и разрежением по частоте.
 29. Периодограмма случайного процесса. Дисперсия периодограммы. Дисперсия спектра мощности. Периодограммные методы расчета спектров. Понятие о временном окне.
 30. Импульсная, передаточная и частотные характеристики, их свойства. Связь между импульсной, передаточной и частотной характеристиками.

Вопросы вступительного экзамена

1. Предмет теории колебаний, место теории колебаний в современной физике и технике.
2. Периодическая функция, синусоидальная функция. Примеры гармонических колебаний. Единый подход к колебаниям различной физической природы. Амплитуда, частота, циклическая частота, фаза. Фазовые соотношения между гармоническими колебаниями.
3. Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Смещение при простых гармонических колебаниях. Скорость и ускорение при гармонических колебаниях. Энергия гармонического осциллятора.
4. Линейность и принцип суперпозиции. Суперпозиция двух скалярных гармонических колебаний с одинаковой частотой, графическая интерпретация и векторная диаграмма. Неаддитивность энергии при суперпозиции.
5. Суперпозиция двух взаимно перпендикулярных векторов, колеблющихся по гармоническому закону с одинаковыми частотами. Суперпозиция гармонических колебаний с близкими частотами, биения. Метод комплексных величин для линейных колебаний.
6. Затухающий гармонический осциллятор. Поведение затухающего осциллятора под действием внешней периодической силы, установившиеся вынужденные колебания.
7. Зависимость амплитуды и фазы установившихся вынужденных колебаний от

частоты внешней гармонической силы, явление резонанса и резонансные кривые. Параметрический резонанс.

8. Изображение колебательных процессов в системе с одной степенью свободы на «фазовой плоскости». «Фазовый портрет» незатухающих и затухающих гармонических колебаний, а также колебаний с «отрицательным затуханием». Особые точки и замкнутые кривые.

9. Колебания нелинейной консервативной системы. Колебания физического маятника, определение периода колебаний.

10. Общие сведения об автоколебаниях. Генератор электромагнитных колебаний, анализ и решение нелинейного уравнения генератора.

11. Свободные колебания систем с двумя степенями свободы. Нормальные координаты и нормальные моды колебаний. Моды дискретной системы с N - степенями свободы.

12. Связанные колебания нагруженной струны. Моды поперечных колебаний непрерывной струны или стоячие волны.

13. Волновое уравнение. Решение волнового уравнения. Гармонические бегущие волны в одномерном пространстве и фазовая скорость.

14. Волновое сопротивление (импеданс) и поток энергии на примере струны.

15. Отражение и прохождение на границе двух струн, отражение и прохождение энергии, энергетические коэффициенты отражения и пропускания.

16. Волны в линиях передачи. Идеальная линия передачи (без потерь). Коаксиальные кабели. Отражение от конца линии передачи. Согласованная нагрузка, короткозамкнутая линия передачи. Роль сопротивления в линии передачи.

17. Волновое сопротивление линии передачи с потерями.

18. Групповая скорость. Импульсы. Фурье - анализ импульсов, фурье - анализ бегущих волновых пакетов.

19. Волновое уравнение для электромагнитных волн. Электромагнитные волны в среде.

20. Когда среда проводник и когда диэлектрик? Волновое сопротивление диэлектрика и проводящей среды для электромагнитных волн.

21. Плоские электромагнитные волны в изотропных средах.

22. Приближение геометрической оптики. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Показатели преломления и поглощения. Глубина проникновения.

23. Дифференциальное уравнение луча. Лучи и поле волны в слоисто-неоднородных средах.

24. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Показатели преломления и поглощения. Глубина проникновения.

25. Отражение и прохождение электромагнитных волн на границе раздела сред (нормальное падение). Связь между волновым сопротивлением и показателем преломления.

26. Плоская волна в пространстве двух и трех измерений.

27. Волновое уравнение в случае двух измерений. Волноводы.

28. Магнитоактивная плазма. Необыкновенные и обыкновенные волны.

29. Особенности распространения электромагнитных волн в ионосферной плазме.

30. Рефракция радиоволн в ионосфере и тропосфере. Основы теории ионосферного распространения декаметровых волн. Наклонное падение. Критические частоты.

31. Распространение сигнала в диспергирующей среде. Простейшие физические модели диспергирующих сред. Расплывание и компрессия импульсов.

32. Основы теории излучения электромагнитных волн: излучение элементарного вибратора, излучение полуволнового вибратора, антенна в виде одномерной решетки из полуволновых вибраторов, антенна в виде двумерной решетки.
33. Случайные процессы. Определение, способы представления и классификация случайных процессов.
34. Усреднение по ансамблю и по времени. Стационарность и эргодичность. 31. Корреляционная функция процесса и ее свойства.
35. Спектрально-корреляционный анализ процесса. Спектры мощности сигналов, функции корреляции и их взаимосвязи.
36. Время корреляции и ширина спектра. Когерентность.
37. Узкополосные случайные процессы.
38. Случайные процессы в линейных системах. Принцип суперпозиции.
39. Спектральное и временное описания линейных систем. Преобразование функции корреляции и спектров.
40. Принцип действия спектроанализатора. Время анализа и точность измерения спектра.
41. Обнаружение и измерение параметров сигналов в шумах. Постановка задачи и методы ее решения.
42. Отношение сигнал/шум, пороговые сигналы. Критерии обнаружения сигнала.
43. Оптимальная фильтрация. Согласованные фильтры.
44. Основы теории оценивания параметров сигналов в шумах.
45. Основные понятия теории информации. Энтропия и её свойства.
46. Определение информации и ее связь с энтропией. Свойства информации.
47. Дискретные каналы связи. Теорема Шеннона.
48. Дискретные случайные процессы и их основные характеристики. Стационарные и эргодические процессы. Спектр мощности случайного процесса. Теорема Винера-Хинчина.
49. Преобразование частоты дискретизации: интерполяция и децимация. Алгоритмы преобразования частоты.
50. Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Алгоритмы БПФ с разрежением по времени и разрежением по частоте.
51. Периодограмма случайного процесса. Дисперсия периодограммы. Дисперсия спектра мощности. Периодограммные методы расчета спектров. Понятие о временном окне.
52. Импульсная, передаточная и частотные характеристики, их свойства. Связь между импульсной, передаточной и частотной характеристиками.
53. Дискретные случайные процессы и их основные характеристики. Стационарные и эргодические процессы. Спектр мощности случайного процесса. Теорема Винера-Хинчина.
54. Преобразование частоты дискретизации: интерполяция и децимация. Алгоритмы преобразования частоты.
55. Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Алгоритмы БПФ с разрежением по времени и разрежением по частоте.
56. Периодограмма случайного процесса. Дисперсия периодограммы. Дисперсия спектра мощности. Периодограммные методы расчета спектров. Понятие о временном окне.
57. Импульсная, передаточная и частотные характеристики, их свойства. Связь между импульсной, передаточной и частотной характеристиками.

Литература

1. Введение в физику колебательных и волновых процессов: учеб. пособие / Е. Ф. Козяев, Д. Р. Бакиева. - Йошкар-Ола : МарГТУ, 2009. - 107 с. : ил. -
2. Физика : учеб. пособие / А. Д. Ивлиев. - Изд. 2-е, испр. - СПб. [и др.] : Лань, 2009. - 671 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). -
3. Курс общей физики : учеб. пособие / М. Г. Валишев, А. А. Повзнер. - Изд. 2-е, стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2010. - 573 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). -
4. Колебания и волны в природе и технике. Компьютеризированный курс : учеб. пособие / В. И. Каганов. - М. : Горячая линия - Телеком, 2008. - 335 с. : ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений).
5. Электродинамика и распространение радиоволн : учебник для вузов / В. А. Неганов [и др.]; под ред. В. А. Неганова, С. Б. Раевского. - Изд. 4-е, стер. - М. : Радиотехника, 2009. - 743 с. : ил.
6. Электромагнитные волны и оптика: учеб. пособие / О. С. Литвинов, В. С. Горелик. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 446 с. : ил. - (Физика в техническом университете). -
7. Электродинамика : учеб. пособие / В. И. Белодед. - Минск : Новое знание ; М. : Инфра-М, 2011. - 204 с. : ил. - (Высшее образование). -
8. Электричество и магнетизм: учеб. пособие / А. Н. Матвеев ; ред. совет : Ж. И. Алферов [и др.]. - Изд. 3-е, стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. - 459, [4] с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (Классическая учебная литература по физике) (Лучшие классические учебники). -
9. Догадин, Николай Борисович. Основы радиотехники : учеб. пособие / Н. Б. Догадин. - СПб. [и др.] : Лань, 2007. - 270 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). -
10. Основы радиоэлектроники сверхвысоких частот : учеб. пособие / Н. С. Голубева. В. Н. Митрохин. - Изд. 2-е, стер. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 486 с. : ил. - (Электроника в техническом университете) (Электроника) (Прикладная электроника). -
11. Антенны и функциональные узлы СВЧ- и КВЧ-диапазонов. Методы расчета и технология изготовления : [науч. изд.] / [С. А. Бабунько и др.] ; под ред. А. Ю. Седакова ; НИИИС. - М. : Радиотехника, 2011. - 111 с. : ил. -
12. Радиоприемные устройства: учеб. пособие / А. Г. Онищук, И. И. Забеньков, А. М. Амелин. - Минск : Новое знание, 2006. - 240 с. : ил. -
13. Н. В. Карлов, Н.А. Кириченко. Колебания. волны. структуры. - М.: Физматлит, 2001.

Дополнительная литература

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. -М.: Физматлит, 2006.
2. Карлов Н.В., Кириченко Н.А. Колебания. волны. структуры. Издательство: ФИЗМАТ-ЛИТ, 2008.
3. В. С. Анищенко, В. В. Астахов, Т. Е. Вадивасова «Регулярные и хаотические автоколебания. Синхронизация и влияние флуктуаций». Издательство: Интеллект, 2009.
4. В.С. Анищенко «Сложные колебания в простых системах. Механизмы возникновения.

- структура и свойства динамического хаоса в радиофизических системах». Издательство: Либроком. 2009.
5. Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Введение в статистическую радиофизику и оптику. -- М.: Наука. 1981.
 6. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. -- М.: Радио и связь, 5 1989.
 7. Солонина, Улохович, Арбузов, Соловьева, Гук, "Основы цифровой обработки сигналов". 2003.
 8. Сергиенко, "Цифровая обработка сигналов". 2001.
 9. Антенно-фидерные устройства : учеб. пособие / А. М. Сомов. В. В. Старостин. Р. В. Кабетов ; под ред. А. М. Сомова. - М. : Горячая линия - Телеком. 2011. - 404 с. : ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений). -
 10. Переходные процессы в колебательных системах и цепях : [науч. изд.] / И. Д. Золотарев. Я. Э. Миллер. - М. : Радиотехника. 2010. - 301 с. : ил. -
 11. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники : учеб. пособие для вузов. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний. 2010 - . Ч. 1 / А. А. Раскин. В. К. Прокофьева. - 2010. - 163. [1] с. : ил. -
 12. Основы надежности электронных средств : учеб. пособие / Н. П. Ямпурин. А. В. Баранова; под ред. Н. П. Ямпурин. - М. : Academia. 2010. - 237. [1] с. : ил., табл. - (Высшее профессиональное образование). -
 13. Методы фильтрации многомерных случайных полей / К.К. Васильев. В.Р. Крашенинников. - Саратов : Изд-во Сарат. ун-та. 1990. - 124 с. : ил. -
 14. Б. Р. Левин. Теоретические основы статистической радиотехники. - М.: Радио и связь. 1989.
 15. Л. В. Ландау. Е. М. Лифшиц. Статистическая физика. - М.: Наука. 1999. том V. часть 1.
 16. Е. Л. Фейнберг. Распространение радиоволн вдоль земной поверхности. - М.: Наука. 1999.
 17. А. А. Андронов. А. А. Витт. С. Э. Хайкин. Теория колебаний. - М.: Наука. 1981.
 18. В. В. Мигулин. В. И. Медведев. Е. Р. Мустель. В. Н. Парыгин. Основы теории колебаний. - М.: Наука. 1988.
 19. Г. М. Заславский. Р. З. Сагдеев. Введение в нелинейную физику: От маятника до турбулентности и хаоса. - М.: Наука. 1988.

Критерии оценки на экзамене по специальной дисциплине

«Отлично» – Ответ поступающим в аспирантуру дан полный, без замечаний, продемонстрированы знания по специальной дисциплине. Поступающий свободно владеет теоретическим материалом, понятийным аппаратом; представил логичную структуру ответа, аргументированные и структурированные выводы, иллюстрирующие примеры. Поступающим продемонстрировано представление о планируемом диссертационном исследовании.

«Хорошо» – Ответ поступающего в аспирантуру правильный, но неполный. Приведены иллюстрирующие примеры, но обобщающее мнение недостаточно аргументировано. Поступающий правильно, но недостаточно полно отвечает на экзаменационные вопросы; затрудняется при ответе на дополнительные вопросы. Поступающим продемонстрировано представление о планируемом диссертационном исследовании.

«Удовлетворительно» – Ответ поступающего в аспирантуру правильный в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, есть ошибки в деталях. Поступающий не может ответить на дополнительные вопросы. Поступающим не продемонстрировано представление о планируемом диссертационном исследовании.

«Неудовлетворительно» – Поступающим даны правильные ответы менее чем на половину вопросов билета или же в половине из них имеются грубые ошибки, подтверждающие, что испытуемый не знает соответствующий предмет. Поступающим продемонстрировано представление о планируемом диссертационном исследовании.