

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГАОУВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор**

\_\_\_\_\_ **Р.Г. Минзарипов**  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **20\_\_** г.

МП

**РЕКОМЕНДОВАНО**

Решением Ученого совета

Института \_\_\_\_\_

ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский)  
федеральный университет »

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **20\_\_** г., протокол № \_\_\_\_

**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания**

**по направлению магистратуры 03.04.03 Радиофизика  
ПРОФИЛЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ В СРЕДАХ**

За основу вопросов собеседования берется программа государственного экзамена по направлению 03.03.03 бакалавриата «Радиофизика»

Основное содержание:

### ТЕОРИЯ КОЛЕБАНИЙ

1. Динамические системы, виды движений во временной области и фазовом пространстве.
2. Особые точки в системах второго и третьего порядков. Критерии устойчивости стационарных состояний линейных и нелинейных систем.
3. Линейный и нелинейный осцилляторы: фазовый портрет, резонанс в нелинейном осцилляторе при силовом и параметрическом возбуждениях.
4. Автоколебательные системы с мягким режимом возбуждения. Уравнение Ван-дер-Поля, анализ стационарных колебаний методом медленно меняющихся амплитуд.
5. Релаксационные генераторы. Переход от невырожденных колебательных систем к вырожденным.
6. Многомерные динамические системы.
7. Автоколебательные системы с запаздывающей обратной связью.
8. Параметрические усилители.

### ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

1. Уравнения Максвелла в сплошных средах в дифференциальной и интегральной формах, граничные условия для напряженностей и индукций электрического и магнитного полей, материальные соотношения.
2. Теорема Пойнтинга (закон сохранения энергии), уравнение непрерывности (закон сохранения заряда).
3. Электродинамические потенциалы. Уравнения Даламбера для потенциалов.
4. Электромагнитные волны в однородных изотропных средах. Свойства плоских электромагнитных волн.
5. Излучение электромагнитных волн. Запаздывающие потенциалы. Излучение в электрическом дипольном приближении. Классификация зон излучения.
6. Электромагнитное поле диполя Герца.
7. Реакция излучения. Сила лучистого трения. Самосогласованный предел применимости классической электродинамики.
8. Уравнения электродинамики в комплексной форме. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Поляризация плоских электромагнитных

волн.

9. Движение заряженных частиц в постоянных электрическом и магнитном полях.

## ФИЗИКА ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ

1. Упругие волны в жидкостях, газах и твердых телах: основные свойства
2. Электромагнитные волны в изотропной плазме и проводящих средах.
3. Нормальная и аномальная дисперсия волн. Фазовая и групповая скорости.
4. Приближение геометрической оптики. Принцип Ферма.
5. Электромагнитные волны TE, TM и TEM типов в линиях передачи. Резонаторы.
6. Излучение звука: акустический импеданс излучателя, присоединенная масса, сопротивление излучения.
7. Излучение электромагнитных волн: ближняя и дальняя зоны, сопротивление излучения, диаграмма направленности, поляризация.
8. Отражение и преломление волн на границе раздела сред. Граничные условия.
9. Волны в слоистых средах. Рефракция радиоволн в тропосфере и ионосфере Земли.
10. Волны в анизотропных средах: эффекты Фарадея и Керра, обыкновенные и необыкновенные волны.
11. Волны в нелинейных средах. Самовоздействие волн (нелинейное поглощение волн, нелинейное просветление среды).

## СТАТИСТИЧЕСКАЯ РАДИОФИЗИКА

1. Случайные процессы и их вероятностное описание.
2. Спектрально-корреляционный анализ случайных сигналов. Теорема Винера-Хинчина.
3. Гауссовские случайные процессы.
4. Марковские процессы и их описание.
5. Узкополосные случайные процессы. Теорема Котельникова для случайных процессов.
6. Время корреляции и ширина спектра случайного процесса.
7. Пуассоновские процессы и дробовой шум.

## КВАНТОВАЯ РАДИОФИЗИКА

1. Взаимодействие квантовых систем с электромагнитным излучением. Соотношение между вероятностями индуцированного и спонтанного процессов. Свойства лазерного излучения.
2. Квантование свободного электромагнитного поля. Энергетический спектр и стационарные состояния свободного электромагнитного поля. Понятие электромагнитного вакуума.
3. Оператор Гамильтона системы заряженных частиц и электромагнитного поля.
4. Вероятность спонтанного излучения. Вероятности излучения и поглощения в электродипольном приближении.
5. Механизмы уширения спектральных линий квантовых систем: доплеровское уширение, ударное уширение.
6. Релаксация. Продольное и поперечное время релаксации.

## ВОПРОСЫ

1. Собственные колебания в линейной консервативной системе с одной степенью свободы. Метод фазовой плоскости (ФП). ФП линейной консервативной системы.
2. Собственные колебания в линейной неконсервативной системе с одной степенью свободы в случае сильного затухания. Фазовый портрет.
3. Диаграмма особых точек линейной системы с одной степенью свободы.
4. Вынужденные колебания в нелинейной консервативной системе с одной степенью свободы (задача Дуффинга).
5. Предельный переход от невырожденных колебательных систем к вырожденным.
6. Метод медленно меняющихся амплитуд.
7. Второй метод Ляпунова анализа устойчивости. Устойчивость стационарных состояний нелинейных систем.
10. Уравнения Максвелла макроскопической электродинамики. Закон сохранения заряда.
11. Граничные соотношения в макроскопической электродинамике.
12. Материальные соотношения.
13. Скалярный и векторный потенциалы в макроскопической электродинамике. Градиентная или калибровочная инвариантность уравнений Максвелла. Калибровка Лоренца в макроскопической электродинамике.

14. Закон сохранения энергии в макроскопической электродинамике.
15. Волновые уравнения для напряженностей и потенциалов электромагнитного поля в однородных и изотропных диэлектриках. Свойства плоских электромагнитных волн в диэлектриках.
16. Распространение плоских монохроматических электромагнитных волн в проводниках и их свойства.
17. Западающие потенциалы излучателя в электрическом дипольном приближении.
18. Напряженности электрического и магнитного поля в электрическом дипольном приближении. Классификация зон излучения. Интенсивность излучения в волновой зоне.
19. Излучение диполя Герца.
20. Излучение точечного заряда, движущегося с ускорением.
21. Реакция излучения точечного заряда, движущегося с ускорением. Сила лучистого трения или лоренцева торможения. Классический радиус электрона.
22. Рассеяние плоских монохроматических электромагнитных волн системой изотропных гармонических осцилляторов. Резонансная флуоресценция. Томсоновское и Рэлеевское рассеяния.
23. Специальная теория относительности. Относительность одновременности. Постулаты Эйнштейна.
24. Преобразования Лоренца и следствия из них. Закон сложения скоростей в теории относительности. Теория относительности и причинность.
25. Четырехмерная формулировка физических законов. 4-радиус-вектор, 4-скорость, 4-импульс, 4-ускорение.
26. Четырехмерная формулировка микроскопической электродинамики. 4-плотность тока. 4-потенциал. Уравнение непрерывности, калибровка Лоренца и уравнения Даламбера в четырехмерной форме.
27. Тензор электромагнитного поля. Микроскопические уравнения Максвелла в четырехмерной форме.
28. Функции Лагранжа и Гамильтона релятивистских заряженных частиц в стационарных электромагнитных полях.

Физика волновых процессов.

29. Плоские звуковые волны в жидкостях и газах.
30. Электромагнитные волны в проводящих средах.
31. Нормальная и аномальная дисперсия волн. Фазовая и групповая скорости.
32. Распространение волн в неоднородных средах (Приближение геометрической

оптики).

33. Электромагнитные волны ТЕ, ТМ и ТЕМ типов в линиях передачи. Резонаторы СВЧ.
34. Излучение элементарного электрического вибратора. Ближняя и дальняя зоны, сопротивление излучения, диаграмма направленности, поляризация.
35. Отражение и преломление плоских электромагнитных волн с различной поляризацией на плоской границе раздела сред. (Граничные условия. Законы отражения и преломления).
36. Геометрическая оптика слоисто-неоднородной среды. Рефракция радиоволн в плоско-слоистых средах. Рефракция радиоволн в тропосфере и ионосфере Земли.
37. Распространение электромагнитных волн в анизотропных средах. Распространение плоских высокочастотных волн в магнитоактивной плазме. Эффект Фарадея.
38. Уравнения для нелинейных волн в средах с дисперсией. Нелинейное поглощение волн. Нелинейное просветление среды.
39. Стационарные случайные процессы (стационарность в узком и широком смыслах). Корреляционная функция
40. Временные характеристики случайного процесса и критерий эргодичности случайного процесса
41. Спектральная плотность мощности случайного процесса и ширина спектра спектральной плотности мощности случайного процесса.
42. Белый шум, квазибелый шум.
43. Узкополосный процесс. Автокорреляционная функция узкополосного процесса.
44. Прохождение случайных процессов через линейные цепи. Применение импульсных характеристик. Применение частотных характеристик.
45. Проверка двухальтернативных гипотез. Критерий максимума правдоподобия, критерий Неймана-Пирсона.
46. Применение функционала отношения правдоподобия для обнаружения полностью известного сигнала (алгоритм).
47. Применение функционала правдоподобия для оценки параметров сигнала. Корреляционный приемник, согласованный фильтр.
48. Оценка параметров сигналов. Свойства точечных оценок Неравенство Рао-Крамера.
49. Мера информации по Шеннону. Количество информации.

50. Скорость передачи информации и пропускная способность. Теорема Шеннона для канала без шумов.
51. Теорема Шеннона о пропускной способности для частотно-ограниченного канала.
52. Взаимодействие квантовых систем с электромагнитным излучением.
53. Соотношение между вероятностями индуцированного и спонтанного процессов. Свойства лазерного излучения.
54. Механизмы уширения спектральных линий квантовых систем: доплеровское уширение, ударное уширение.
55. Релаксация. Продольное и поперечное время релаксации.
56. Уравнение переноса излучения в усиливающей среде. Коэффициент усиления.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов С.И. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики: Учеб. пос. / С.И. Кузнецов, А.М.Лидер - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Вузов. учеб.: НИЦ ИНФРА-М, 2015 - 212 с.: 60x90 1/16.(п) ISBN 978-5-9558-0350-0, 500 экз. Режим доступа: - <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=438135">http://znanium.com/bookread.php?book=438135</a>	ЭБС «Знани- ум»
2. Савельев И.В. Курс общей физики : В 5 кн. : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев .— Москва : Астрель : АСТ, 2003. Кн.2: Электричество и магнетизм .— Москва : Астрель : АСТ, 2003 .— 336с. : ил. — Предм. указ.: с.334-336 .— ISBN 5-17-003760-0 ((Кн.2)) .— ISBN 5-17-008962-7 ((ООО "Изд-во АСТ")) .— ISBN 5-271-01183-6 ((Кн.2)) .— ISBN 5-271-01033-3 ((ООО "Изд-во Астрель")) .	295
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред [Электронный ресурс]. М. Физматлит. 2005. – 651 с. Режим доступа: - <a href="http://e.lanbook.com/view/book/2234">http://e.lanbook.com/view/book/2234</a>	ЭБС «Лань»
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. Главы 1-9. [Электронный ресурс] М. Физматлит. 2006. – 504 с. Режим доступа: - <a href="http://e.lanbook.com/view/book/2236">http://e.lanbook.com/view/book/2236</a>	ЭБС «Лань»
5. Давыдов А.С. Квантовая механика: учебное пособие. [Электронный ресурс] - СПб: БХВ Петербург, 2011. - 704 с. Режим доступа: - <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=351130">http://znanium.com/bookread.php?book=351130</a> .	ЭБС «Знани- ум»
6. Ландау, Л.Д. Статистическая физика: Учеб.пособие для студ.ун-тов [Электронный ресурс] / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского.-М.: Физматлит, Б.г..-(Теоретическая физика;Т.5). Ч.1.- 5-е изд.,стереотип..-2005.-616 с. Режим доступа: -	ЭБС «Лань»

<p><a href="http://e.lanbook.com/view/book/2230/">http://e.lanbook.com/view/book/2230/</a></p>	
<p>7. Горелик, Г. С. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику [Электронный ресурс] / Г. С. Горелик; под ред. С. М. Рытова. - 3-е изд. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 656 с. - ISBN 978-5-9221-0776-1. Режим доступа: - <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=416548">http://znanium.com/bookread.php?book=416548</a></p>	<p>ЭБС «Знани-ум»</p>
<p>8. Семенов, В. П. Основы механики жидкости [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. П. Семенов. – М. : ФЛИНТА, 2013. – 375 с. - ISBN 978-5-9765-0870-5. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=462982">http://znanium.com/bookread.php?book=462982</a></p>	<p>ЭБС «Знани-ум»</p>
<p>9. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.А. Кураев, Т.Л. Попкова, А.К. Сеницын. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 424 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-006211-2, 500 экз. Режим доступа: - <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=367972">http://znanium.com/bookread.php?book=367972</a></p>	<p>ЭБС «Знани-ум»</p>
<p>10.Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Статистическая радиофизика и оптика, [Электронный ресурс] Физматлит, 2010 - : 423 с. - ISBN: 978-5-9221-1204-8 Режим доступа: - <a href="http://e.lanbook.com/view/book/48263/">http://e.lanbook.com/view/book/48263/</a></p>	<p>ЭБС «Лань»</p>
<p>11.Подлесный, С. А., Зандер Устройства приема и обработки сигналов [Электронный ресурс] : - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 352 с. - ISBN 978-5-7638-2263-2. Режим доступа: - <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=441113">http://znanium.com/bookread.php?book=441113</a></p>	<p>ЭБС «Знани-ум»</p>
<p>12.Харкевич А.А. Основы радиотехники [Текст] / А.А. Харкевич . -3-е изд. стер. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 512 с.</p>	<p>70</p>
<p>13.Сажнев А М Микушин, А. В. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб. Пособие / А. В. Микушин, А. М. Сажнев, В. И. Сединин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 832 с.: [Электронный ресурс], Режим доступа:- <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=350706">http://znanium.com/bookread.php?book=350706</a></p>	<p>ЭБС Знаниум</p>
<p>14.Электронные приборы и устройства: Учебник / Ф.А. Ткаченко. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2011. - 682 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-004658-7, 2000 экз. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=209952">http://znanium.com/bookread.php?book=209952</a></p>	<p>ЭБС «Знани-ум»</p>
<p>15.Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / А.А. Кураев, Т.Л. Попкова, А.К. Сеницын. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 424 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-006211-2, 500 экз. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=367972">http://znanium.com/bookread.php?book=367972</a></p>	<p>ЭБС «Знани-ум»</p>
<p>16.Комиссаров, Ю. А. Общая электротехника и электроника [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Ю. А. Комиссаров, Г. И. Бабокин; под ред. П. Д. Саркисова. - М.: Химия, 2010. - 604 с. - ISBN 978-5-98109-085-1. – Режим доступа: <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=488007">http://znanium.com/bookread.php?book=488007</a></p>	<p>ЭБС «Знани-ум»</p>



17. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие. — 3-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 768 с. — (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-0606-9. — Режим доступа: <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=354905">http://znanium.com/bookread.php?book=354905</a>	ЭБС «Знани- ум»
---	-----------------------

Задается 2 вопроса.

Полный ответ на вопрос – 50 баллов,

неполный – 24 балла,

частичный – 12 баллов,

отсутствие ответа – 0 баллов.

Испытание сдано при наборе 71 и более баллов.