

# ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО КОНКУРСНОЙ ГРУППЕ «ФРКТ ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ»

## ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ

Билет включает 2 вопроса. Первый вопрос - из раздела программы, соответствующего научной специальности, по которой поступающий намерен обучаться. Второй вопрос - по будущей диссертационной работе поступающего: тематика, имеющийся задел, наличие научного руководителя, публикаций. Могут быть также заданы вопросы по содержанию выпускной квалификационной работы (магистра, специалиста).

На подготовку дается 1 час, при этом разрешено пользоваться литературой за исключением электронных носителей. Не разрешается использование средств связи и доступа в интернет. Поступающий отвечает по билету в форме устного собеседования, в ходе которого могут быть заданы доп. вопросы по соответствующему разделу программы.

### Раздел «Радиофизика»

1. Уравнения электромагнитного поля. Материальные уравнения. Граничные условия.
2. Плоские однородные и неоднородные волны. Электромагнитные волны в среде с проводимостью. Поток энергии. Поляризация.
3. Свойства электромагнитных волн в анизотропных средах. Эффект Фарадея, эффект Коттон-Мутона, обыкновенная и необыкновенная волны, их поляризация.
4. Векторные операции в криволинейных ортогональных системах координат. Метод Бромвича. Уравнения для функций Бромвича. Потенциалы Дебая. Потенциалы Абрагама.
5. Цилиндрические электромагнитные волны. Сферические электромагнитные волны.
6. Приближение геометрической оптики. Уравнения эйконала. Дифференциальное уравнение луча.
7. Электромагнитные волны в металлических волноводах. Критическая частота и критическая длина волновода.  $TE$ -,  $TN$ - и  $TEM$ -волны.
8. Диэлектрические волноводы, световоды. Линзовые линии и открытые резонаторы. Гауссовские пучки.
9. Волны в одномерно- и двумерно-периодических структурах. Теорема Флоке.
10. Функция Грина для безграничного пространства. Запаздывающие потенциалы. Условия излучения.
11. Электромагнитное поле элементарных источников. Электрический и магнитный диполи Герца. Ближняя и дальняя зоны. Диаграмма направленности. Сопротивление и проводимость излучения.

12. Поле в ограниченной области пространства. Теорема эквивалентности. Векторизованная формула Кирхгофа. Принцип Гюйгенса-Френеля.
13. Формулировка граничной задачи. Дифракция плоской волны на плоской границе раздела двух сред. Формулы Френеля. Скин-эффект. Граничные условия Леонтовича.
14. Методы согласования плоской границы раздела двух сред и диэлектрического слоя.
15. Строгие методы решения граничных задач электродинамики. Задачи рассеяния на цилиндре и сфере.
16. Численные методы решения граничных задач электродинамики. Метод интегральных уравнений. Метод конечных элементов. Проекционные методы.
17. Метод Кирхгофа в теории дифракции. Дифракция в зоне Френеля и Фраунгофера.
18. Антенны для ДВ, СВ и СВЧ диапазонов, их основные характеристики. Параболические антенны. Фазированные антенные решетки.
19. Антенны в режиме приема. Эффективная площадь и шумовая температура приемной антенны.
20. Задачи оптимального приема сигнала. Апостериорная плотность вероятности. Функция правдоподобия. Статистическая проверка гипотез. Критерии Байеса, Неймана-Пирсона и Вальда проверки гипотез.
21. Источники шумов и их классификация. Количественные характеристики шумов. Эквивалентная шумовая температура (ЭШТ). Коэффициент шума.
22. Априорные сведения о сигнале и шуме. Наблюдение и сообщение. Задачи интерполяции, фильтрации и экстраполяции.
23. Шумовая температура приемника. Шумовая температура антенны. Шумовая температура атмосферы. Полоса сигнала, полоса шума.
24. Линейная фильтрация Колмогорова-Винера на основе минимизации дисперсии ошибки. Принцип ортогональности ошибки и наблюдения. Реализуемые линейные фильтры и уравнение Винера-Хопфа. Выделение сигнала из шума. Согласованный фильтр.
25. Корреляционные и спектральные характеристики стационарных случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина. Белый шум и другие примеры спектров и корреляционных функций.
26. Физические основы и принципы действия передающих устройств СВЧ. Пространственно-временные диаграммы группирования электронов. Фазовые и энергетические соотношения.
27. Принцип действия генераторов на лавинно пролетных диодах (ЛПД), генераторов на диодах Ганна, генераторов и усилителей на СВЧ транзисторах.

28. Случайные величины и процессы, способы их описания. Стационарный случайный процесс. Статистическое усреднение и усреднение во времени. Эргодичность. Измерение вероятностей и средних значений.
29. Корреляционные и спектральные характеристики стационарных случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина. Белый шум и другие примеры спектров и корреляционных функций.
30. Модели случайных процессов: гауссовский процесс, узкополосный стационарный шум, импульсные случайные процессы, дробовой шум.

### **Раздел «Лазерная физика»**

1. Тепловое излучение и формула Планка.
2. Законы фотоэффекта. Концепция фотона.
3. Спектр атома водорода, формула Бальмера.
4. Теория атома водорода Н.Бора.
5. Дипольно-разрешенный переход в атоме и двухуровневая система.
6. Сечение фотоперехода и спектральная форма линии.
7. Основные фотопроцессы в двухуровневой системе.
8. Фотовозбуждение и фотоионизация вещества.
9. Рассеяние излучения: релеевское, рамановское, комптоновское.
10. Двухуровневая система в поле теплового излучения, коэффициенты Эйнштейна.
11. Квантовые состояния электромагнитного поля.
12. Уравнения Максвелла в среде.
13. Распространение электромагнитных волн в веществе.
14. Физический принцип работы лазера.
15. Балансные уравнения, описывающие работу лазера.
16. Основные свойства лазерного излучения.
17. Принципиальная схема лазера.
18. Лазерный резонатор, продольные и поперечные моды.
19. Основные типы лазеров и их особенности.
20. Различные режимы работы лазера.
21. Генерация гармоник лазерного излучения.
22. Параметрический усилитель излучения.

23. Генерация ультракоротких лазерных импульсов.
24. Когерентные процессы в лазерном поле.
25. Применение лазеров в науке и технологиях.

## Литература

### *Радиофизика*

1. Никольский В.В. Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов/ В.В.Никольский, Т.И. Никольская. – 6-е изд. – М.: Эдиториал УРСС, 2012. – 544 с.
2. Л. А. Вайнштейн, Электромагнитные волны. М.: Радио и связь, 1988.
3. А. Ю. Гринев, Численные методы решения прикладных задач электродинамики. М.: Радиотехника, 2012.
4. Г. Т. Марков, А. Ф. Чаплин, Возбуждение электромагнитных волн. М.: Радио и связь, 1983.
5. С. А. Balanis, Advanced engineering electromagnetics. N.Y.: John Wiley & Sons, 1989.
6. С. М. Рытов. Введение в статистическую радиофизику. Часть 1. Случай-ные процессы. – М.: Наука, 1976.
7. С. М. Рытов, Ю. А. Кравцов, В. И. Татарский. Введение в статистическую радиофизику. Часть 2. Случайные поля. – М.: Наука, 1978.
8. М. Букингом. Шумы в электронных приборах и ситемах. – М.: Мир, 1986.
9. С.З. Кузьмин, Основы проектирования систем цифровой обработки радиолокационной информации. М.: Радио и связь, 1986.
10. Д.М. Сазонов, Антенны и устройства СВЧ. – М.: Высш. шк., 1988.
11. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток. – Учебное пособие для ВУЗов. Под ред. Д.И. Воскресенского, М.,»Радиотехника», 2012.
12. М. В. Вамберский, В. И. Казанцев, С. А. Шелухин, Передающие устройств СВЧ. М.: "Высшая школа", 1984.

### *Лазерная физика*

1. В.А.Астапенко Взаимодействие излучения с атомами и наночастицами. Долгопрудный: Интеллект 2010, 492 с.
2. В.А.Астапенко Электромагнитные процессы в среде, наноплазмоника и метаматериалы. Долгопрудный: Интеллект 2012, 583 с.
3. В.А.Астапенко, Ю.С. Протасов. Введение в квантовую электронику. ч.І. М.: из-во Янус-К, 2013, 476 стр.
4. В.А.Астапенко, Е.Ф.Ищенко, Ю.С. Протасов. Введение в квантовую электронику. ч.ІІ. М.: из-во Янус-К, 2013, 477 стр.

5. В.А.Астапенко. Взаимодействие электромагнитных импульсов с классическими и квантовыми системами. Учебное пособие. Изд. МФТИ, Москва, 2013 г., 232 с.