



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»  
(СГУ)**

**Программа**

**вступительного испытания в магистратуру на направление подготовки  
03.04.03 «Радиофизика»  
(«*Моделирование колебательных и волновых процессов в нелинейных  
системах и средах*», «*Радиоэлектроника*»)**

**Саратов – 2020**

## **Пояснительная записка**

Вступительное испытание «Радиофизика» направлено на выявление степени готовности абитуриентов к освоению магистерских программ («Моделирование колебательных и волновых процессов в нелинейных системах и средах», «Радиоэлектроника» направления подготовки 03.04.03 «Радиофизика», реализуемой на физическом факультете. В ходе вступительного испытания оцениваются обобщенные знания и умения по дисциплинам указанного направления; выявляется степень сформированности компетенций, значимых для успешного освоения соответствующей магистерской программы.

Вступительное испытание проводится в форме собеседования.

## **Содержание программы**

### **Теоретические основы радиотехники**

1. Сигналы и их математические модели. Регулярные и случайные сигналы. Периодические, непериодические, импульсные сигналы. Аналоговые, дискретные, квантованные и цифровые сигналы.

2. Метод комплексных амплитуд. Формы представления гармонических колебаний. Основные свойства комплексных амплитуд.

3. Спектральное представление сигналов. Спектры периодических сигналов. Спектр последовательности прямоугольных импульсов. Спектры непериодических сигналов. Основные свойства спектров и теоремы о спектрах.

4. Сигналы с ограниченным спектром и их математические модели. Комплексное представление узкополосных сигналов. Аналитический сигнал. Преобразование Гильберта.

5. Модулированные сигналы. Амплитудная модуляция. Сигналы с угловой модуляцией. Принципы угловой модуляции. Частотная и фазовая модуляция.

6. Классификация радиоэлектронных цепей и систем. Сосредоточенные и распределенные системы. Свойства линейных и нелинейных систем.

### **Литература**

1. Нефедов В.И., Сигов А.С. / Под ред. В.И. Нефедова. М.: Высш.шк., 2009.

2. Хохлов А.В. Теоретические основы радиоэлектроники. Саратов. Изд-во Саратов. ун-та, 2005.

3. Калинин В.И., Герштейн Г.М. Введение в радиофизику. - М.: Физматгиз, 1957.

### **Основы теории колебаний**

1. Динамические системы. Динамическая система и ее математическая модель. Классификация динамических систем.

2. Устойчивость и бифуркации динамических систем. Устойчивость состояний равновесия. Основы классификации состояний равновесия (центр, узел, фокус, седло).

3. Линейный осциллятор. Консервативный линейный осциллятор. Воздействие внешней гармонической силы на линейный осциллятор. Явление резонанса.

4. Нелинейный осциллятор. Примеры нелинейных осцилляторов. Качественный анализ типов движения. Воздействие периодической силы на нелинейный осциллятор. Нелинейный резонанс и гистерезис.

5. Параметрический резонанс. Параметрические колебания и параметрический резонанс. Уравнение Матье.

6. Автоколебания. Определение автоколебаний. Мягкий и жесткий режим возбуждения колебаний. Внешнее воздействие на генератор Ван дер Поля периодическим сигналом. Эффект синхронизации (захват частоты и фазы колебаний).

7. Детерминированный хаос. Примеры систем с хаотической динамикой. Основные характеристики хаотических аттракторов.

#### Литература

1. Анищенко В.С., Вадивасова Т.Е. Лекции по нелинейной динамике. Саратов: изд-во Сарат. ун-та, 2010.

2. Анищенко В.С., Астахов В.В., Вадивасова Т.Е. Регулярные и хаотические автоколебания. Синхронизация и влияние флуктуаций. Догородный: ИД «Интеллект», 2009.

3. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. М.-Ижевск: РХД, 2000.

4. Аникин В.М., Голубенцев А.Ф. Аналитические модели детерминированного хаоса. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.

#### Статистическая радиофизика

1. Статистические характеристики случайных процессов. Моментные функции. Стационарные случайные процессы. Вероятностная сходимость. Эргодические случайные процессы. Спектральное представление случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина.

2. Модели случайных процессов и шумы в радиоустройствах. Нормальный случайный процесс. Белый шум и узкополосный случайный процесс. Естественные и технические источники шума в радиоустройствах, их природа и статистические характеристики.

3. Марковские процессы и стохастические дифференциальные уравнения. Уравнение Чепмена- Колмогорова. Марковские цепи и их свойства. Диффузионные процессы, уравнение Фоккера-Планка-Колмогорова.

Винеровский процесс. Стохастические дифференциальные уравнения.

4. Флуктуации в автогенераторе. Роль флуктуаций в автоколебательных системах. Корреляционная функция и спектр автоколебаний в присутствии шума.

#### Литература

1. Стратонович Р.Л. Случайные процессы в динамических системах. – Ижевск: Изд-во ИКИ, 2009.

2. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Радио и связь, 2004.
3. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. Ч. I. М., 1976.
4. Рытов С.М., Кравцов Ю.А., Татарский В.И. Введение в статистическую радиофизику. Часть II. М.: Наука, 1978.
5. Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Введение в статистическую радиофизику и оптику. М.: Наука, 1981.

### **Основы теории волн**

1. Колебания распределенных систем. Переход к сплошной среде. Дисперсия. Эволюционные и дисперсионные уравнения.
2. Акустические и электромагнитные волны в диспергирующих и диссипативных средах. Скорость распространения волн. Фазовая и групповая скорости.
3. Волны в анизотропных и неоднородных средах. Распространение плоских гармонических волн в плавно-неоднородных средах. ВКБ-приближение
4. Нелинейные волны. Волна в среде с квадратичной нелинейностью. Резонанс гармоник в простой волне. Опрокидывание волн. Акустические и электромагнитные нелинейные волны.
5. Стационарные уединенные волны. Уравнение Кортевега-де-Вриза. Уравнение Бюргерса.
6. Волны в активных средах. Нелинейные бегущие волны. Автоволны.
7. Турбулентность. Пространственно-временной хаос. Картина турбулентности по Ландау. Сценарий Рюэля-Такенса.

### **Литература**

1. Ланда П.С. Нелинейные колебания и волны. М.: КД Либроком, 2010.
2. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. М.-Ижевск: РХД, 2000.
3. Ландау Л.Д и др. Теоретическая физика. Т.6. Гидродинамика. М., 2003.
4. Виноградова М.Б. и др. Теория волн. М.: Наука, 1979.
5. Васильев В.А. и др. Автоволновые процессы. М.: Наука, 1987.

### **Электромагнитные СВЧ поля и волны**

1. Формулировка внутренних и внешних краевых задач электродинамики СВЧ; точные и приближенные граничные условия.
2. Объемные резонаторы как колебательные системы СВЧ: классификация типов колебаний; колебания Е- и Н-типов; резонаторы прямоугольного и круглого сечений; элементы теории возмущения резонаторов; вынужденные колебания в резонаторе.
3. Регулярные волноведущие системы: особенности волнового процесса в регулярных линиях; дисперсия волн в волноводе; свойства ортогональности собственных мод в волноводе; простейшие волноведущие структуры; типичные нерегулярности в волноведущих системах; волноводная дифракция; многомодовая матрица рассеяния; возбуждение волноводов.

4. Периодические нерегулярные волноводы (замедляющие системы): пространственные гармоники; дисперсия волн; сопротивление связи; методы расчета замедляющих систем.

#### Литература

1. Бредов, М. Классическая электродинамика. СПб: Лань, 2003.
2. Гольштейн, Л.Д. и др. Электромагнитные поля и волны. М.:, 1971.
3. Григорьев, А.Д. Электродинамика и техника СВЧ. М.: Высш. шк., 1990.
4. Каценеленбаум, Б.З. Высокочастотная электродинамика. М., 1966.
5. Никольский, В.В. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Наука, 1978.
6. Никольский, В.В. и др. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Наука, 1989.
7. Фальковский, О.И. Техническая электродинамика. М.: Связь, 1978.

#### Квантовая радиофизика

1. Квантование свободного электромагнитного поля.
2. Чистые и смешанные состояния. Матрица плотности в квантовой теории и ее свойства.
3. Оптические пучки в однородных и линзоподобных средах.
4. Оптический резонатор. Устойчивость мод в оптическом резонаторе.
5. Механизмы уширения спектральных линий. Спектральный контур линии.
6. Методы создания инверсной разности населенностей.
7. Внешние и внутренние параметры мазерных и лазерных систем.

#### Литература

1. Давыдов, А.С. Квантовая механика. – СПб: «БХВ-Петербург», 2011.
2. Мессиа, А. Квантовая механика. тт.1, 2. – М.: Наука, 1979.
3. Файн, В.М., Ханин, Я.И. Квантовая радиофизика. тт. 1, 2. М., 1975.
4. Фейнман, Р. Квантовая электродинамика. – М.: КД Либроком, 2010.

Программа утверждена Ученым советом физического факультета и согласована с Отделом по организации приема на основные образовательные программы СГУ

Начальник отдела по организации приема  
на основные образовательные программы,  
ответственный секретарь Центральной  
приемной комиссии СГУ

 С.С. Хмелев