



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе  
Вокин А. И.



31 октября 2022 г.

**ПРОГРАММА**

вступительного испытания по направлению

**03.04.03 «Радиофизика»**

направленность (профиль) «Информационные процессы и системы»

для поступающих на направления магистратуры

## 1. Пояснительная записка

Программа предназначена для подготовки к вступительному испытанию для поступающих в магистратуру физического факультета Иркутского государственного университета по направлению 03.04.03 «Радиофизика» (профиль «Информационные процессы и системы»).

Поступление в магистратуру по направлению 03.04.03 «Радиофизика» проводится на конкурсной основе по результатам вступительного испытания в форме письменного тестирования. Целью тестирования является выявления степени сформированности общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

Вступительные испытания для поступающих в магистратуру проводятся в объеме требований, необходимых для дальнейшего успешного обучения по программе магистерской подготовки. Программа вступительных испытаний составляется на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования бакалавриата по направлению «Радиофизика» и позволяет оценить качество знаний, необходимых для освоения программы подготовки магистра по избранному направлению.

Программа включает ключевые вопросы по базовым дисциплинам общепрофессионального цикла, предусмотренным образовательным стандартом. К основным требованиям, предъявляемым к знаниям и умениям поступающих, относятся наличие у них личностных качеств, которые позволят им осуществлять научно-исследовательскую.

Содержание тестов разрабатывается обеспечивающими кафедрами и утверждается их заведующим. Программа вступительного испытания доводится до сведения претендентов ответственным секретарем отборочной комиссии физического факультета после подачи ими заявления. Варианты тестов предоставляются претендентам непосредственно перед проведением испытания. Результаты тестирования представляются в отборочную комиссию на следующий день после проведения испытания.

## **2. Структура вступительного испытания**

Испытание включает в себя 50 заданий по радиофизике и физической электронике. В программе представлен примерный вариант теста.

## **3. Система оценивания вступительного испытания**

При проведении теста используется 100-бальная система оценивания. За каждый правильный ответ на вопрос теста абитуриенту начисляется 2 балла. Тест считается успешно пройденным, если абитуриент набрал 60 и более баллов.

## **4. Продолжительность вступительного испытания**

Продолжительность тестирования составляет 2 академических часа (90 минут) с момента объявления заданий вступительного испытания.

## **5. Вопросы для подготовки к вступительному испытанию**

### **Раздел 1. Теория колебаний**

Линейные колебательные системы с одной степенью свободы. Силовое и параметрическое воздействие на линейные и слабонелинейные колебательные системы.

Автоколебательная система с одной степенью свободы. Энергетические соотношения в автоколебательных системах. Методы расчета автоколебательных систем.

Воздействие гармонического сигнала на автоколебательные системы.

Синхронизация. Явления затягивания и гашения колебаний. Применение затягивания для стабилизации частоты.

Аналитические и качественные методы теории нелинейных колебаний. Анализ возможных движений и бифуркаций в фазовом пространстве: метод малого параметра, метод Ван-дер-Поля.

Колебательные системы с двумя и многими степенями свободы. Нормальные колебания. Вынужденные колебания.

Параметрическое усиление и параметрическая генерация. Параметрические усилители и генераторы. Деление частоты.

Хаотические колебания в динамических системах. Понятие о хаотическом (странном) аттракторе. Возможные пути потери устойчивости регулярных колебаний и перехода к хаосу.

## Раздел 2. Теория волн

Плоские однородные и неоднородные волны. Плоские акустические волны в вязкой теплопроводящей среде, упругие продольные и поперечные волны в твердом теле, электромагнитные волны в среде с проводимостью. Поток энергии. Поляризация.

Распространение сигнала в диспергирующей среде. Простейшие физические модели диспергирующих сред. Волновой пакет в первом и втором приближении теории дисперсии. Фазовая и групповая скорости. Параболическое уравнение для огибающей. Расплывание и компрессия импульсов. Поле в средах с временной.

Дисперсионные соотношения Крамерса—Кронига и принцип причинности.

Свойства электромагнитных волн в анизотропных средах. Оптические кристаллы, уравнение Френеля, обыкновенная и необыкновенная волны. Магнитоактивные среды. Тензор диэлектрической проницаемости плазмы в магнитном поле; нормальные волны, их поляризация.

Волны в периодических структурах. Механические цепочки, акустические и оптические фононы. Полосы пропускания и непрозрачности. Электрические цепочки, сплошная среда со слабыми периодическими неоднородностями. Связанные волны.

Приближение геометрической оптики. Уравнения эйконала. Дифференциальное уравнение луча. Лучи и поле волны в слоисто-неоднородных средах.

Электромагнитные волны в металлических волноводах. Диэлектрические волноводы, световоды. Линзовые линии и открытые резонаторы. Гауссовские пучки.

Метод Кирхгофа в теории дифракции. Функции Грина. Условия излучения. Дифракция в зоне Френеля и Фраунгофера. Характеристики поля в фокусе линзы.

Волны в нелинейных средах без дисперсии. Образование разрывов. Ударные волны. Уравнение Бюргера для диссипативной среды и свойства его решений.

Генерация гармоник исходного монохроматического сигнала, эффекты нелинейного поглощения, насыщения и детектирования.

Уравнение Кортевега-де-Вриза и синус - Гордона. Стационарные волны. Понятие о солитонах. Взаимодействия плоских волн в диспергирующих средах.

Генерация второй гармоники. Параметрическое усиление и генерация.

Самовоздействие волновых пучков. Самофокусировка света. Приближения нелинейной квазиоптики и нелинейной геометрической оптики. Обращение волнового фронта. Интенсивные акустические пучки; параметрические излучатели звука.

### **Раздел 3. Статистическая радиофизика**

Случайные величины и процессы, способы их описания. Стационарный случайный процесс. Статистическое усреднение и усреднение во времени. Эргодичность.

Вероятность и статистические характеристики случайных величин.

Корреляционные и спектральные характеристики стационарных случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина. Белый шум и другие примеры спектров и корреляционных функций.

Модели случайных процессов: гауссовский процесс, узкополосный шум, импульсные случайные процессы, дробовой шум.

Отклик линейной системы на шумовые воздействия. Тепловой и дробовой шум. Случайные поля. Пространственная и временная когерентность.

### **Раздел 4. Излучение и распространение радиоволн**

Вибратор Герца. Ближняя и дальняя зоны. Диаграмма направленности. Коэффициент усиления и коэффициент рассеяния антенны. Антенны для ДВ-, СВ-и СВЧ-диапазонов. Параболическая антенна. Фазированные антенные решетки. Эффективная площадь и шумовая температура приемной антенны.

Геометрическое и дифракционное приближения при анализе распространения радиоволн. Влияние неровностей земной поверхности. Земные и

тропосферные радиоволны. Рассеяние и поглощение радиоволн в тропосфере. Эффект «замирания». Тропосферный волновод. Распространение радиоволн в ионосфере. Дисперсия и поглощение радиоволн в ионосферной плазме. Ионосферная рефракция. Ход лучей в подводном звуковом канале и тропосферном радиоволноводе.

### **Раздел 5. Физическая электроника.**

Типы химической связи. Структурные и физические особенности ионных, ковалентных и молекулярных кристаллов. Простейшие упаковки.

Кристаллические и аморфные тела. Жидкие кристаллы. Трансляционная симметрия. Элементарная ячейка. Решетка Браве. Точечные и пространственные группы. Особенности распространения волн в периодических структурах. Закон Брэгга- Вульфа. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна. Описание энергетического состояния кристалла на основе концепции квазичастиц. Примеры квазичастиц: фононы, магноны, экситоны, плазмоны и др. Электроны в металле как квазичастицы. Квазиимпульс. Закон дисперсии. Теорема Блоха. Периодические граничные условия. Плотность состояний. Статистика газа квазичастиц. Бозоны и фермионы. Взаимодействие квазичастиц.

Колебания узлов кристаллической решетки; фононы. Акустическая и оптическая ветви колебаний. Теплоемкость кристаллической решетки. Дебаевская частота. Ангармонизм и тепловое расширение. Фактор Дебая-Уоллера в рассеянии рентгеновских лучей.

Электронные состояния в кристаллах. Одноэлектронная модель. Приближение сильной и слабой связи. Зонная схема и типы твердых тел. Вырожденный электронный газ. Электронная теплоемкость. Поверхность Ферми. Тензор эффективной массы. Электроны и дырки. Положение уровня Ферми в невырожденных полупроводниках

Среднее время жизни носителей. Уравнения кинетики. Решение уравнений кинетики для одномерного полупроводника. Подвижность носителей и коэффициенты диффузии. Квазиуровни Ферми. Свойства квазиуровней Ферми.

Двойной электрический слой. Принцип работы солнечных электрических батарей. Инжекция неосновных носителей через р/п переход. Изменение

квазиуровней Ферми в переходной области. Концентрация носителей на границе р/п перехода. Ширина переходной области. Контактная разность потенциалов. Емкость р/п перехода. Статическая вольт-амперная характеристика р/п перехода. Плотность тока, протекающего через переход при переменном напряжении. Диффузионная емкость и диффузионная проводимость. Эквивалентная схема перехода на низких и высоких частотах. Переходные процессы в диодах. Пробой р/п перехода.

### **Раздел 6. Теория информации и базы данных**

Информационная энтропия. Принципы экономного кодирования информации. Фундаментальный предел теории информации при кодировании. Теоремы Шеннона для передачи информации в каналах без помех и с помехами. Принципы помехоустойчивого кодирования. Структурирование информации для ее компьютерного хранения. Принципы построения реляционных баз данных. Быстрый поиск данных в реляционных базах.

### **Раздел 7. Теоретические основы цифровой электроники**

Основные логические функции одного и двух переменных, правила алгебры логики, минимизация логических функций. Базовые элементы цифровой электроники, графические обозначения логических элементов (функции: И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ, триггеры: RS, D, JK, T).

### **Раздел 8. Проектирование локальных сетей**

Команды (утилиты) операционной системы для управления в сетях TCP/IP (настройка хоста, управление маршрутизацией, диагностика связи). Идентификаторы стека протоколов TCP/IP (name, adress, port, MAC, MASK), Распределение и особенности IP адресов v4.0 (классы, подсети, маски, unicast, broadcast, multicast, приватные).

### **Раздел 9. Цифровые системы передачи информации**

Структура цифровой системы передачи информации. Методы уплотнения каналов. Линейное кодирование. Корректирующие коды (помехоустойчивое кодирование). ИКМ модуляторы, ИКМ демодуляторы. Дифференциальное кодирование. Система ФАПЧ и ее применение.

## **Раздел 10. Теория передачи сигналов**

Основные задачи оптимального приема и их формулировка. Апостериорная вероятность. Обнаружение детерминированного сигнала и сигнала со случайной начальной фазой. Различение детерминированных сигналов и сигналов со случайной начальной фазой. Оценка параметров сигналов. Оптимальная фильтрация сигналов. Разрешение сигналов. Сложные сигналы.

## **Раздел 11. Радиотехнические цепи и сигналы**

Комплексный коэффициент передачи линейной цепи. Способы описания прохождения сигналов через линейные цепи. Спектры периодических и непериодических радиосигналов. Спектры типовых радиосигналов (гармонический сигнал, сигналы с АМ и угловой модуляцией, спектры дискретных сигналов).

### **6. Образец фонда оценочных средств**

1. На возникновение собственных апериодических колебаний в линейной диссипативной системе влияет:

- а) задание начальных условий
- б) определенное соотношение параметров системы
- в) изменение амплитуды внешней силы

2. В линейной диссипативной системе с «отрицательным» трением наблюдаются:

- а) колебания, нарастающие по экспоненциальному закону
- б) колебания, затухающие по экспоненциальному закону
- в) колебания, затухающие по линейному закону

3. Какой из приведенных случаев может служить примером параметрических колебаний:

- а) раскачивание качелей человеком, стоящим на земле
- б) раскачивание качелей человеком, находящимся на качелях
- в) колебания качелей, возникшие из-за разового внешнего толчка

4. Волна описывается математически:

- а) функцией координат

б) функцией многих переменных

в) функцией времени

5. Стоячие волны это:

а) распределения возмущений, постоянные во времени и пространстве

б) волны с неизменной начальной фазой

в) волны с фиксированным положением максимумов и минимумов

6. Волновой пакет это:

а) сумма двух волн с близким частотами

б) суперпозиция падающей и отраженной волны

в) ограниченное в пространстве и времени волновое поле

7. Показатель преломления определяется:

а) величиной групповой скорости

б) величиной фазовой скорости

в) углами падения и отражения

8. Каким соотношением связан энергетический спектр сигнала на входе и выходе линейной системы?

а)  $S_y(\omega) = |S_x(\omega)|^2 K(\omega)$

б)  $S_y(\omega) = K(\omega) S_x(\omega)$

в)  $S_y(\omega) = |K(\omega) S_x(\omega)|^2$

г)  $S_y(\omega) = |K(\omega)|^2 S_x(\omega)$

9. Узкополосный гауссовский случайный процесс имеет

а) амплитуду, распределенную по закону Рэлея и фазу, распределенную равномерно;

б) амплитуду, распределенную по нормальному закону и фазу, распределенную равномерно;

в) амплитуду, распределенную по закону Райса и фазу, распределенную по нормальному закону;

г) амплитуда и фаза распределены нормально.

10. Если случайный гауссовский процесс пропустить через устройство, имеющее нелинейную амплитудную характеристику, то на выходе получим сигнал

- а) имеющий нормальный закон распределения;
- б) имеющий гауссовский закон распределения;
- в) имеющий закон распределения отличный от гауссовского;
- г) с детерминированным законом изменения амплитуды.

11. Диаграмма направленности изотропного излучателя, расположенного над Землей, имеет в вертикальной плоскости многолепестковую структуру вследствие:

- а) электрических свойств материала, из которого сделан излучатель
- б) отражающих свойств земной поверхности
- в) диэлектрических свойств тропосферы

12. Наименьшие потери длинные радиоволны испытывают при распространении вдоль:

- а) песчаного грунта
- б) морской поверхности
- в) пресного водоема

13. Тропосфера оказывает наибольшее влияние на распространение радиоволн:

- а) декаметрового диапазона
- б) километрового диапазона
- в) миллиметрового диапазона

14. Напряженность дифракционного поля радиоволны при распространении вдоль поверхности Земли убывает медленнее для:

- а) дециметровых радиоволн
- б) сантиметровых радиоволн
- в) километровых радиоволн

15. Укажите температурную зависимость концентрация носителей заряда в металлах:

- а) возрастает с ростом температуры

б) убывает с ростом температуры

в) не зависит от температуры

16. Примесные полупроводники n-типа образуют атомы, у которых на валентной орбите:

а) три электрона

б) четыре электрона

в) пять электронов

17. Полупроводник является невырожденным, если концентрация носителей:

а) меньше эффективной плотности состояний

б) больше эффективной плотности состояний

в) равна эффективной плотности состояний

18. Скорость генерации неравновесных носителей заряда в полупроводнике определяется:

а) температурой

б) внешним источником

в) структурными особенностями кристалла

19. В области p-n перехода концентрация носителей изменяется:

а) быстро

б) медленно

в) практически не изменяется

20. Ширина p-n перехода зависит от:

а) концентрации электронов и дырок

б) контактной разности потенциалов

в) комбинации всех трех величин

### 7. Ключ к образцу фонда оценочных средств

Номер	Вариант ответа
1	б
2	а
3	в
4	б

5	в
6	в
7	б
8	г
9	а
10	в
11	б
12	б
13	в
14	в
15	в
16	в
17	а
18	б
19	а
20	в

## 8. Рекомендуемая литература

### *Основная литература по разделам 1-4*

1. Ахманов и др. Статистическая радиофизика и оптика. М.: Физматлит, 2010.
2. Бакулев П. А. , Сосновский А. А. Радиолокационные и радионавигационные системы. – М. : Радио и связь, 2004.
3. Кайно Г. Акустические волны. Устройства, визуализация и аналоговая обработка сигналов. М.: Мир, 1990.
4. Карлов Н.В., Кириченко Н.А. Колебания, волны, структуры. - М.: Физматлит, 2001.
5. Моисеев Н.Н. Асимптотические методы нелинейной механики. М.: Наука, 1981.
6. Соловьянова И.П., Наймушин М.П. Теория волновых процессов. Электромагнитные волны: Учебное пособие. - Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005.
7. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн : Учебник для ВУЗов, 2-е изд., испр.- М.: Горячая линия – Телеком, 2004.
8. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Радио и связь, 2004.

9. Трубецков Д. И., Рожнов А. Г. Линейные колебания и волны. М. Физматлит, 2001.

10. Ярив А., Юх П. Оптические волны в кристаллах. М.: Мир, 1987.

***Дополнительная литература по разделам 1-4***

1. Букингем М. Шумы в электронных приборах и системах. М.: Мир, 1986.

2. Заславский Г.М., Сагдеев Р.З. Введение в нелинейную физику: От маятника до турбулентности и хаоса. М.: Наука, 1988.

3. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем М.: Радиотехника, 2003.

4. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника. Уч. пособие. 2-е изд. 2008 г.

5. Рыскин Н. М., Трубецков Д. И. Нелинейные волны: Учеб. пособие. -- М.: Физматлит, 2000.

6. Стрелков С.П. Введение в теорию колебаний. СПб.: Лань, 2005.

7. Трубецков Д.И., Храмов А.Е. Лекции по СВЧ электронике для физиков. Том 2. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.

8. Фриман Р. Волоконно – оптические системы связи / Р. Фриман. - М.: Техносфера, 2007.

***Основная литература по разделу 5***

1. Давыдов А.С. Теория твердого тела. -М.:Наука,1989.

2. Жеребцов И.П. Основы электроники. Л.:Энергоатомиздат,1989.

3. Моллер Р., Кейтис Т. Элементы интегральных схем. - М.: Мир,1998

4. Росадо Л. Физическая электроника и микроэлектроника. М.: Высшая школа,1991.

5. Шалимова К.В. Физика полупроводников. М.:Энергоатомиздат,1995.

***Дополнительная литература по разделу 5***

1. Бонч- Бруевич В.П., Калашников С.Г. Физика полупроводников, М.: Наука, 2007

2. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. Изд.2, Мир, 1994.

3. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела, М.: Наука, 2000

4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Часть 1, М.: Наука, 2006
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: Наука, 2002
6. Павлов П.Ф., Хохлов А.Р. Физика твердого тела. М.: Высшая школа, 2005
7. Уэрг З., Томсон Р. Физика твердого тела. Изд.2, Мир, 1991.
8. Физическая энциклопедия. ТТ.1-5, М.: 1988- 1998
9. Херман М. Полупроводниковые сверхрешетки. М.: Мир, 2004

#### **9. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

Не предусмотрены данной программой.

#### **10. Разработчики программы вступительного испытания**

Колесник С. Н., и. о. заведующего кафедрой радиофизики и радиоэлектроники Физического факультета ИГУ, кандидат физико-математических наук.

*Данная программа соответствует методическим рекомендациями «О порядке разработки и требованиях к структуре, содержанию и оформлению программ вступительных испытаний», утвержденные ректором от 21.11.2022 г.*