

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт солнечно-земной физики
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИСЗФ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ:

Врио директора ИСЗФ СО РАН,



А.В. Медведев

«28» марта 2017 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
для поступающих на обучение по программам подготовки
научно-педагогических кадров в аспирантуре ИСЗФ СО РАН

Направление подготовки
03.06.01 — «Физика и астрономия»

Направленность (профиль)
01.04.03 — Радиоп физика

Иркутск 2017

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа предназначена для лиц, поступающих в аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (далее ИСЗФ СО РАН) по направлению подготовки 03.06.01– Физика и астрономия; направленность (профиль) 01.04.03 – Радиофизика.

Программа является руководящим учебно-методическим документом для целенаправленной подготовки к вступительному испытанию.

Программа вступительного испытания сформирована на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.03. Радиофизика (уровень магистратуры), утвержденного Приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 30.10.2014 г. №1417 и в соответствии с Приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 12.01.2017 г. №13 «Об утверждении порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре».

II. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Вступительное испытание проводится в форме устного экзамена. Экзаменационный билет состоит из трех теоретических вопросов. Ответ на каждый теоретический вопрос оценивается по пятибалльной шкале согласно таблице 1. Итоговый балл за вступительное испытание определяется как среднее арифметическое полученных оценок.

Таблица 1 Критерии оценки ответа на теоретический вопрос

Баллы	Критерии оценки
5 (Отлично)	Полные, исчерпывающие, аргументированные ответы на все основные и дополнительные вопросы. Ответы отличаются логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, демонстрирующих знание источников, понятийного аппарата и умение ими пользоваться при ответе.
4 (Хорошо)	Не достаточно полные и аргументированные ответы на все основные и дополнительные вопросы. Ответы отличаются логичностью, четкостью, знанием понятийного аппарата и литературы по теме вопроса при незначительных упущениях при ответе.
3 (Удовлетворительно)	Неполные и слабо аргументированные ответы,

	демонстрирующее общее представление и понимание сути вопроса, понятийного аппарата и обязательной литературы.
2 (Не удовлетворительно)	Самое общее представление о рассматриваемом вопросе, отвечающее лишь минимальным требованиям. Серьезные ошибки.
1 (Плохо)	Отсутствие ответа на вопросы билета; ответ только на один вопрос; попытка ответа на вопрос без раскрытия основного содержания; подмена ответа на вопрос экзаменационного билета, ответом на смежные вопросы (относящиеся к тем же темам); несанкционированный доступ к учебным материалам.

III. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

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, метод Крылова-Боголюбова. Укороченные уравнения. Усреднение в системах, содержащих быстрые и медленные движения.

Колебательные системы с двумя и многими степенями свободы. Нормальные колебания. Вынужденные колебания. Автоколебательные системы с двумя и более степенями свободы. Взаимная синхронизация колебаний двух генераторов.

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

Устойчивость стационарных режимов автономных и неавтономных колебательных систем. Временные и спектральные методы оценки устойчивости.

Собственные и вынужденные колебания линейных распределенных систем. Собственные функции системы (моды). Разложение вынужденных колебаний по системе собственных функций.

Распределенные автоколебательные системы. Лазер как пример такой системы. Условия самовозбуждения. Одномодовый и многомодовый режимы генерации.

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 приближениях теории дисперсии. Фазовая и групповая скорости. Параболическое уравнение для огибающей. Расплывание и компрессия импульсов. Поле в средах с временной дисперсией. 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 Бюргерса 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. Измерение вероятностей и средних значений.

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 стационарный шум, импульсные случайные процессы, дробовой шум.

Отклик линейной системы на шумовые воздействия; функция Грина, интеграл Дюамеля. Действие шума на колебательный контур, фильтрация шума. Нелинейные преобразования (умножения частоты и амплитудное детектирование узкополосного шума).

Тепловой шум; классический и квантовый варианты формулы Найквиста. Тепловое излучение абсолютно черного тела. Случайные поля. Пространственная и временная когерентность.

Дифракция случайных волн. Теорема Ван Циттерта-Цернике. Дифракция регулярной волны на случайном фазовом экране. Тепловое электромагнитное поле. Теорема взаимности.

Рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. Борновское приближение, метод плавных возмущений. Рассеяние волн на шероховатой поверхности. Понятие об обратной задаче рассеяния.

Взаимодействие случайных волн. Генерация второй оптической гармоники, самофокусировка и самомодуляция частично когерентных волн. Преобразование спектров шумовых волн в нелинейных средах без дисперсии.

Раздел 4. Антенны и распространение радиоволн

Вибратор Герца. Ближняя и дальняя зоны. Диаграмма направленности. Коэффициент усиления и коэффициент рассеяния антенны. 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. Ионосфера и ее строение.

Раздел 5. Выделение сигналов на фоне помех

Задачи оптимального приема сигнала. Апостериорная плотность вероятности. Функция правдоподобия. Статистическая проверка гипотез. Критерии Байеса,

Априорные сведения о сигнале и шуме. Наблюдение и сообщение. Задачи интерполяции, фильтрации и экстраполяции.

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.

Сравнение фильтрации методом Колмогорова—Винера и Калмана—Бьюси.

Основные задачи нелинейной фильтрации и синтеза систем.

Основная литература

1. Карлов Н.В., Кириченко Н.А. Колебания, волны, структуры. – М.: Физматлит, 2001.
2. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн. М.: Наука, 1990.
3. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Основы теории колебаний и волн. М.: Наука, 1987.
4. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 2000.

Дополнительная литература

1. Моисеев Н.Н. Асимптотические методы нелинейной механики. М.: Наука, 1981.
2. Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Введение в статистическую радиофизику и оптику. М.: Наука, 1981.
3. Цейтлин Н. М. Антенная техника и радиоастрономия. М.: Радио и связь, 1976.
4. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Радио и связь, 1991.
5. Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Наука, 1989.
6. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. М.: Наука, 1981.
7. Мигулин В.В., Медведев В.И., Мустель Е.Р., Парыгин В.Н. Основы теории колебаний. М.: Наука, 1988.

8. Заславский Г.М., Сагдеев Р.З. Введение в нелинейную физику: От маятника до турбулентности и хаоса. М.: Наука, 1988.
9. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. М.: Наука, 1974.
10. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. Ч.1: Случайные процессы. М.: Наука, 1976.
11. Рытов С.М., Кравцов Ю.А., Татарский В.И. Введение в статистическую радиофизику. Ч.2: Случайные поля. М.: Наука, 1978.
12. Бахрах Л.Д., Кременецкий С.Д. Синтез излучающих систем. М.: Радио и связь, 1974.
13. Букингем М. Шумы в электронных приборах и системах. М.: Мир, 1986.
14. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. М.: Радио и связь, 1989.
15. Ландау Л.В., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Т.V, Ч.1 М.: Наука, 1999.

Составил:

В. н. с., к.ф.-м.н.



Н. В. Ильин

Согласовано:

Зам. директора по научной работе
и инновационной деятельности,
к.ф.-м.н.



В.В. Хахинов