

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и
инновациям

_____ Лоцилов А.Г.

« ____ » _____ 2020 г.

ПРОГРАММА
вступительного испытания по
специальной дисциплине

по направлению подготовки
03.06.01 – ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

профиль программы
РАДИОФИЗИКА

Томск, 2020

Программа вступительных испытаний при приеме на обучение по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре формируется на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

В основу программы положены соответствующие разделы вузовских дисциплин: Статистическая радиотехника, Электродинамика и распространение радиоволн, Радиотехнические цепи и сигналы,

НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИН И НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ! (уровень магистра или специалиста): теория колебаний, теория волн, статистическая радиофизика, принципы усиления, генерации и преобразования сигналов, антенны и распространение радиоволн, выделение сигналов на фоне помех.

Составители программы: Акулиничев Ю.П., д.т.н., профессор кафедры РТС

ПРОГРАММА РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании кафедры _____
протокол № ____ от _____ 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой РТС

С.В. Мелихов

Разработчик

Ю.П. Акулиничев

Зав. отделом аспирантуры и докторантуры

Т.Ю. Коротина

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа вступительного испытания по направлению 03.06.01, профилю **Радиофизика** предназначена для поступающих в аспирантуру в качестве руководящего учебно-методического документа для целенаправленной подготовки к сдаче вступительного испытания.

Программа включает содержание профилирующих учебных дисциплин, входящих в Основную образовательную программу высшего образования, по которой осуществляется подготовка студентов, в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта.

Целью программы вступительных испытаний является определение уровня знаний, готовности и возможности поступающего к освоению программы подготовки в аспирантуре, к самостоятельному выполнению научной работы, подготовке и защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 01.04.03 – Радиофизика.

Поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать высокий уровень практического и теоретического владения материалом вузовского курса по следующим дисциплинам: теория колебаний, теория волн, статистическая радиофизика, принципы усиления, генерации и преобразования сигналов, антенны и распространение радиоволн, выделение сигналов на фоне помех.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. 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.

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.

2.2. Теория волн

Волновое уравнение. Гармонические волны. Уравнение Гельмгольца. Плоские, цилиндрические и сферические волны.

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. Фазовая и групповая скорости. Параболическое уравнение для комплексной огибающей напряженности поля. Расплывание и компрессия импульсов. Поле в средах с временной дисперсией.

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.

Приближение геометрической оптики. Лучи и поле волны в слоисто-неоднородных средах.

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

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

Численные методы расчета характеристик волновых полей: конечно-разностные методы, метод конечных элементов и др.

2.3. Статистическая радиофизика

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

Корреляционные и спектральные характеристики стационарных случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина. Примеры спектров и корреляционных функций.

Модели случайных процессов: гауссовский процесс, узкополосный стационарный шум. Белый шум. Марковские случайные процессы и последовательности.

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).

Случайные поля. Пространственная и временная когерентность.

Рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. Борновское приближение, метод плавных возмущений. Рассеяние волн на шероховатой поверхности.

2.4. Принципы усиления, генерации и преобразования сигналов

Принцип работы, устройство и параметры лазеров (примеры: гелий-неоновый лазер, лазер на рубине, полупроводниковый лазер).

Оптические резонаторы. Резонатор Фабри-Перо, конфокальный и концентрический резонаторы. Неустойчивый резонатор. Продольные и поперечные типы колебаний. Спектр частот и расходимость излучения. Добротность.

Режимы работы лазеров: непрерывный режим генерации, режим модуляции добротности резонатора, режим синхронизации мод.

Молекулярный генератор. Квантовые стандарты частоты (времени).

Полые металлические и диэлектрические волноводы СВЧ-диапазона. Типы волн. Основные параметры и характеристики. Вопросы согласования. Объемные и диэлектрические резонаторы.

Усилители СВЧ-диапазона (резонаторный, бегущей волны). Полоса пропускания усилителя бегущей волны.

Генерация волн в СВЧ-диапазоне. Принцип работы и устройство лампы бегущей и обратной волн, магнетрона и клистрона. Отрицательное дифференциальное сопротивление и генераторы СВЧ на полевых транзисторах, туннельных диодах, диодах Ганна и лавиннопролетных диодах.

Селектирующие и корректирующие СВЧ цепи, согласование импедансов. Устройства деления и сложения мощностей. Активные СВЧ устройства.

Методы измерения характеристик радиотехнических устройств. Векторный анализ цепей и спектральный анализ сигналов.

Взаимодействия света со звуком. Принципы работы устройств акустооптики (модуляторы и дефлекторы света, преобразователи свет-сигнал, акустооптические фильтры), анализаторы спектра и корреляторы.

2.5. Антенны и распространение радиоволн

Ближняя и дальняя зоны антенны. Основные параметры и характеристики передающих и приемных антенн: диаграмма направленности, поляризация, диапазон частот, коэффициент усиления, входное сопротивление, шумовая температура. Антенны для ДВ-, КВ-, УКВ- и СВЧ-диапазонов. Вибраторные антенны и решетки. Параболические зеркальные антенны. Фазированные антенные решетки. Интегрированные антенны и антенные решетки.

Геометрическое и дифракционное приближения при анализе распространения радиоволн. Влияние неровностей земной поверхности. Земные и тропосферные радиоволны. Рассе-

яние и поглощение радиоволн в тропосфере. Эффект «замирания». Тропосферный волновод. Распространение радиоволн в ионосфере. Дисперсия и поглощение радиоволн в ионосферной плазме. Ионосферная рефракция.

2.6. Выделение сигналов на фоне помех

Задачи оптимального приема сигналов: обнаружение, оценка параметров, фильтрация. Априорная и апостериорная плотности вероятности. Функция правдоподобия. Статистическая проверка гипотез: Критерии Байеса, Неймана–Пирсона.

Линейная фильтрация Колмогорова-Винера на основе минимизации дисперсии ошибки. Реализуемые линейные фильтры и уравнение Винера-Хопфа. Выделение сигнала из шума. Согласованный фильтр. Марковский фильтр.

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания проводятся в письменной форме. Продолжительность проведения письменного экзамена – не более 90 минут.

Уровень знаний поступающего оценивается по 100 балльной шкале. Минимальный балл, подтверждающий успешное прохождение вступительного испытания, равен 45.

Протокол приема вступительного экзамена подписывается членами комиссии с указанием их ученой степени, ученого звания, занимаемой должности.

Протокол заседания экзаменационной комиссии после утверждения ректором (проректором по научной работе) ТУСУРа хранятся в отделе аспирантуры и докторантуры.

Во время проведения вступительных испытаний их участникам и лицам, привлекаемым к их проведению, запрещается иметь при себе и использовать средства связи. Участники вступительных испытаний могут иметь при себе и использовать справочные материалы и электронно-вычислительную технику (например, письменные принадлежности, непрограммируемый калькулятор и т.д.).

При нарушении поступающим во время проведения вступительных испытаний правил приема, утвержденных организацией, уполномоченные должностные лица организации вправе удалить его с места проведения вступительного испытания с составлением акта об удалении.

4. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА ДЛЯ СДАЧИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

1. Метод Кирхгофа в теории дифракции. Функции Грина.
2. Земные и тропосферные радиоволны.
3. Задачи оптимального приема сигналов: обнаружение, оценка параметров, фильтрация.

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

5.1. Основная литература

1. Воскресенский Д.И. и др. Устройства СВЧ и антенны. – М: Радиотехника, 2006. – 376 с.
2. Ерохин Г. А. и др. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн.– М: Горячая линия-Телеком, 2004. – 491 с.
3. М.Б. Виноградова, О.В. Руденко, А.П. Сухоруков. Теория волн. - М.: Наука. Гл. ред. физ. - мат. лит. 1979. - 384 с.
4. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Радио и связь, 1991.
5. Ярив А., Юх П. Оптические волны в кристаллах. М.: Мир, 1987.
6. Кайно Г. Акустические волны. Устройства, визуализация и аналоговая обработка сигналов. М.: Мир, 1990.
7. Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Наука, 1989.

8. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники. М.: Радио и связь, 1989.

5.2. Дополнительная литература

1. Боков, Л.А. Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие / Л.А. Боков, В.А. Замотринский, А.Е. Мандель ; - Томск : ТУСУР. 2013. - 410 с. : ил.,табл., схем. - ISBN 978-5-86889-578-4 ;Тоже[Электронный ресурс].URL: <https://edu.tusur.ru/publications/3289> (дата обращения 01.09.2020)

2. Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики: в 5 кн. : [учеб. пособие для вузов]/ Игорь Владимирович Савельев; И. В. Савельев. - Москва: Астрель: АСТ Кн. 4: Волны ; Оптика. - 2003. - 256 с

3. Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Введение в статистическую радиофизику и оптику. М.: Наука, 1981.

4. Андронов А.А, Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. М.: Наука, 1981.

5. Мигулин В.В., Медведев В.И., Мустель Е.Р., Парыгин В.Н. Основы теории колебаний. М.: Наука, 1988.

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

7. Рытов С.М., Кравцов Ю.А., Татарский В.И. Введение в статистическую радиофизику. Ч. 2: Случайные поля. М.: Наука, 1978.

8. Качмарек Ф. Введение в физику лазеров. М.: Мир, 1981.

9. Фейнберг Е. Л. Распространение радиоволн вдоль земной поверхности. М.: Наука, 1999.

10. А. Оппенгейм, Р.Шафер. Цифровая обработка сигналов. Техносфера, Москва, 2006.

5.3. Периодические издания: Доклады ТУСУР; IEEE Transactions on Antennas and Propagation; IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing; Известия ВУЗов. Радиофизика; Радиотехника и электроника.

5.4. Перечень интернет-ресурсов:

1. eLIBRARY – Научная электронная библиотека (Москва) <http://elibrary.ru/>

2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru/window/>

3. Федеральный портал «Российское образование»: <http://www.edu.ru/>.