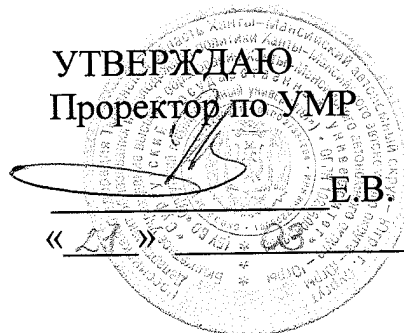


**БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ХАНТЫ-МАНСКИЙ АУТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ
«Сургутский государственный университет»**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УМР



Е.В. Коновалова

« 21 » _____ 2019 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

Направление подготовки:
03.06.01 Физика и астрономия

Направленность программы
Радиофизика

Отрасль науки
Физико-математические науки

Квалификация
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная

Сургут, 2019 г.

Содержание

1. Общие положения.....	4
2. Цель вступительных испытаний.....	4
3. Содержание программы	4
4. Вопросы к вступительному экзамену	6
5. Рекомендованная литература.....	7
6. Критерии оценки ответов вступительного экзамена.....	9

1. Общие положения

Программа вступительного экзамена по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия направленность Радиофизика включает в себя вступительные испытания соответствующей направленности программы по специальной дисциплине в форме тестирования и устного экзамена.

Программа вступительных испытаний содержит описание процедуры, содержание программы вступительных испытаний и критерии оценки ответов.

Вступительные испытания в аспирантуру СурГУ проводятся на русском языке.

Организация и проведение вступительных испытаний осуществляется в соответствии с Правилами приема, принятыми Ученым советом СурГУ, утвержденными ректором СурГУ и действующими на текущий год поступления в аспирантуру.

Для приема вступительных испытаний на направления подготовки кадров высшей квалификации – научно-педагогических кадров по каждой программе подготовки отдельно формируются экзаменационные комиссии. Вступительные испытания проводятся комиссией в соответствии с утвержденным в установленном порядке расписанием.

Экзамен в форме тестирования проводится с использованием заданий, комплектуемых автоматически в LMS Moodle СурГУ путем случайной выборки 50 тестовых заданий, на решение которых отводится 90 минут.

В начале проведения вступительного испытания (устного экзамена по специальной дисциплине) организаторами выдаются поступающим экзаменационные билеты и листы для ответов. Для подготовки к ответу по билету отводится не менее 60 (шестидесяти) минут. На собеседование по билету с одним поступающим отводится не более 30 (тридцати) минут, в течение которых поступающему членами комиссии могут быть заданы дополнительные вопросы в соответствии с программой вступительных испытаний.

Решение экзаменационной комиссии размещается на официальном сайте Университета и на информационном стенде приемной комиссии.

По результатам вступительных испытаний поступающий имеет право на апелляцию в порядке, установленном Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

Пересдача вступительных экзаменов не допускается.

2. Цель вступительных испытаний

Вступительные испытания на направления подготовки кадров высшей квалификации – научно-педагогических кадров проводятся с целью определения уровня теоретической подготовки и выявления склонности поступающего к научно-исследовательской деятельности.

3. Содержание программы

Раздел 1. Электромагнитные волны.

Свободные, затухающие, вынужденные колебания. Явление резонанса. Теорема Гаусса и теорема Стокса. Система уравнений Максвелла (в интегральной и дифференциальной формах). Условия на границе раздела двух сред. Волновое уравнение для электромагнитного поля в вакууме. Плоские монохроматические волны и их свойства. Поляризация электромагнитных волн. Распространения света в веществе: дисперсия, фазовая и групповая скорости, комплексный показатель преломления. Дифракция электромагнитных волн (приближения Гюйгенса-Френеля и Фраунгофера).

Раздел 2. Статистическая радиофизика.

Основные понятия теории случайных процессов, их типы и описание. Прохождение сигнала через линейные системы – спектральный и временной методы. Воздействие шумов на линейные системы. Распределение амплитуды, ширина и форма спектральной линии. Пуассоновский процесс. Тепловой шум. Классический вариант формулы Найквиста. Обнаружение слабых сигналов на фоне шумов. Теорема Котельникова. Проблемы статистической оптики. Пространственная и временная когерентность.

Нелинейные системы второго порядка. Фазовые траектории и типы особых точек. Распространение волновых пучков (параболическое уравнение, волновой параметр, гауссовы пучки). Поле электрического диполя в свободном пространстве. Дальняя и ближняя зоны. Переходные процессы.

Раздел 3. Теория волн

Распространение плоских волн в материальных средах при учете временной и пространственной дисперсии. Общий вид дисперсионного уравнения. Распространение пучка и импульса, пространственно-временные аналогии. Волновой параметр. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Расплывание пакета в диспергирующей среде. Фурье-оптика. Распространение волны в нелинейной среде без дисперсии. Нелинейные эффекты при распространении электромагнитных волн в диспергирующих средах. Общие закономерности распространения волн в анизотропных средах. Нормальные волны в кристаллических и магнитоактивных средах. Поляризация нормальных волн. Электромагнитные волны в волноводах и периодических структурах. Волноводы СВЧ диапазона. Диэлектрические волноводы в оптике. Принципы построения антенн. Пространственные гармоники в периодических структурах

Раздел 4. Квантовая радиофизика

Физические величины и операторы в квантовой механике. Состояние квантовой системы, чистое, смешанное. Волновая функция. Статистический оператор. Оператор момента количества движения. Орбитальный, спиновый и полный моменты. Магнитный момент электрона. Тождественные квантовые частицы. Принцип Паули, его точная и приближенная формулировки. Частица в центральном поле. Особенности энергетического спектра частицы в кулоновском поле. Спектры атома водорода и щелочных металлов. Типы сил связи в кристаллах: ионные, ковалентные, ван-дер-Ваальсовы. Процесс излучения в дипольном приближении. Спонтанные и индуцированные переходы. Форма и интенсивность спектральных линий, форма спектральных линий в атомных и молекулярных газах, электронные, колебательные и вращательные переходы. Правила отбора. Однородное и неоднородное уширение спектральных линий. Естественная ширина, столкновительное и доплеровское уширение. Зонная структура энергетических уровней твердых тел, оптические переходы в полупроводниках. Принципы работы приборов квантовой электроники. Оптические резонаторы. Продольные и поперечные типы колебаний, спектр частот и расходимость (направленность) излучения. Добротность. Устройство и параметры лазеров: 1) трехуровневая система на рубине; 2) четырехуровневая система на неодимовом стекле; 3) лазеры на растворах красителей; 4) на атомных и молекулярных газах; 5) на полупроводниковых материалах; 6) лазеры на электронно-колебательных переходах примесей; 7) лазеры на центрах окраски. Режимы работы лазеров: непрерывный режим генерации, переходные процессы, режим модуляции добротности резонатора, синхронизация мод, сверхкороткие импульсы.

Раздел 5. Распространение электромагнитных волн в атмосфере.

Особенности распространения радиоволн вдоль земной поверхности. Отражение, замедление и поглощение волн. Дифракция волн вокруг сферической поверхности Земли. Влияние рельефа местности, дифракционное усиление поля за препятствием, дифракторы. Поляризационные эффекты. Береговая рефракция. Распространение радиоволн в слоистых средах и проникновение их вглубь земных покровов, скин-эффект, боковая волна, волны типа «шепчущей галереи», связь с подводными лодками, акустические волноводные каналы. Распространение над случайно неровными поверхностями. Критерий Рэлея. Флуктуации поля при рассеянии на мелкомасштабных и крупномасштабных неровностях. Двухмасштабная модель. Обратная и бистатистическая локация неровных поверхностей Земли и планет. Распространение радиоволн в атмосфере Земли. Поглощение и ослабление, рефракция, запаздывание. Понятия траектории радиоволн и эквивалентного радиуса Земли. Фазовые, частотные и поляризационные искажения поля в тропосфере и ионосфере. Влияние магнитного поля на траектории

радиоволн в ионосфере. Распространение миллиметровых и субмиллиметровых волн. Влияние осадков.

4. Вопросы к вступительному экзамену

1. Свободные, затухающие, вынужденные колебания.
2. Условия на границе раздела двух сред.
3. Взаимодействие света с веществом
4. Условия на границе раздела двух сред.
5. Волновое уравнение для электромагнитного поля в вакууме.
6. Основные понятия теории случайных процессов, их типы и описание.
7. Пуассоновский процесс. Тепловой шум.
8. Поле электрического диполя в свободном пространстве. Дальняя и ближняя зоны. Переходные процессы.
9. Распространение плоских волн в материальных средах при учете временной и пространственной дисперсии. Общий вид дисперсионного уравнения.
10. Нелинейные эффекты при распространении электромагнитных волн в диспергирующих средах.
11. Электромагнитные волны в волноводах и периодических структурах.
12. Магнитный момент электрона. Тожественные квантовые частицы. Принцип Паули, его точная и приближенная формулировки.
13. Спектры атома водорода и щелочных металлов.
14. Спонтанные и индуцированные переходы.
15. Естественная ширина, столкновительное и доплеровское уширение.
16. Зонная структура энергетических уровней твердых тел, оптические переходы в полупроводниках.
17. Режимы работы лазеров: непрерывный режим генерации, переходные процессы, режим модуляции добротности резонатора, синхронизация мод, сверхкороткие импульсы.
18. Частица в центральном поле. Особенности энергетического спектра частицы в кулоновском поле.
19. Форма и интенсивность спектральных линий, форма спектральных линий в атомных и молекулярных газах, электронные, колебательные и вращательные переходы.
20. Оптические резонаторы.
21. Твердотельные лазеры.
22. Газовые лазеры.
23. Ионные газовые лазеры и на самоограниченных переходах.
24. Распространение радиоволн в атмосфере Земли. Поглощение и ослабление, рефракция, запаздывание.
25. Влияние магнитного поля на траектории радиоволн в ионосфере. Распространение миллиметровых и субмиллиметровых волн.
26. Распространение радиоволн в слоистых средах и проникновение их вглубь земных покровов, скин-эффект, боковая волна, волны типа «шепчущей галереи», связь с подводными лодками, акустические волноводные каналы.
27. Волновые поля в направляющих структурах. Закрытые и открытые волноводы, микрополосковые линии, оптические волокна.
28. Спиральные и другие замедляющие структуры. Резонансные частоты и добротность закрытых и открытых резонаторов различной формы.
29. Особенности распространения радиоволн вдоль земной поверхности. Отражение, замедление и поглощение волн.
30. Нормальные волны и методы их описания: собственных функций и разделения переменных, конечных разностей и конечных элементов.

5. Рекомендованная литература

а) основная литература:

1. Фейнман, Р. Фейнмановские лекции по физике. Т. 3. Излучение. Волны. Кванты. Т. 4. Кинетика. Теплота. Звук / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс; Под ред. Я. А. Смородинского; Пер. с англ. А. В. Ефремова и др. — 3-е изд. — М. : Мир, 1976. — 495с.
2. Фейнман, Р. Фейнмановские лекции по физике. Т. 6. Электродинамика / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Ефремова; Под ред. Я. А. Смородинского; Пер. с англ. А. Е. Ефремова и др. — 2-е изд. — М. : Мир, 1977. — 345с.
3. Сивухин, Д.В. Общий курс физики [Текст] : [в 5 т.] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Д. В. Сивухин. — Изд. 2-е, стер. — М. : Физматлит : МФТИ, [2002]
4. Виноградова, М. Б. Теория волн : Учеб. пособие / М. Б. Виноградова, О. В. Руденко, А. П. Сухоруков. — М. : Наука, 1979. — 384с.
5. Ахманов, С. А. Статистическая радиофизика и оптика [Текст] : случайные колебания и волны в линейных системах / С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 425 с.
6. Розанов, Ю. А. Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика : Учебник для вузов / Ю. А. Розанов. — 2-е изд., доп. — М. : Наука, 1989. — 312с. — ISBN 5-02-013952-1 : 900,00.
7. Фейнберг, Е. Л. Распространение радиоволн вдоль земной поверхности / Е. Л. Фейнберг; РАН. Физ. ин-т им. П. Н. Лебедева. — 2-е изд. — М. : Наука: ФИЗМАТЛИТ, 1999. — 496с.
8. Баскаков, С. И. Электродинамика и распространение радиоволн : Учебное пособие для студ. радиотехн. спец. вузов / С. И. Баскаков. — М. : Высш. школа, 1992. — 416с.
9. Сивухин Д. В. Общий курс физики [Текст] : [в 5 т.] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Д. В. Сивухин. — Изд. 2-е, стер. — М. : Физматлит : МФТИ, [2002?] — ISBN 5-9221-0229-X. — ISBN 5-89155-077-6.
10. Фейнман, Р. Фейнмановские лекции по физике. Т. 1. Кн. 1. Вып. 3. Излучение. Волны. Кванты. Вып. 4. Кинетика. Теплота. Звук = The Feynman Lectures in Physics / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс; Пер. с англ. А. В. Ефремова и др.; Под ред. Я. А. Смородинского. — 3-е изд. — М. : Мир, 1977. — 496с. — 50,00 : 35,00.
11. Мэйтлэнд, А. Введение в физику лазеров / А. Мэйтлэнд, М. Данн; Под ред. С. И. Анисимова; Пер. с англ. В. А. Батанова. — М. : Наука, 1978. — 408с.
12. Хирд, Г. Измерение лазерных параметров. (Экспериментальные методы оптической квантовой электроники) : Пер. с англ. / Г. Хирд; Под ред. Ф. С. Файзуллова. — М. : МИР, 1970. — 540с. — 20-00.
13. Лебедева, В. В. Экспериментальная оптика. Оптические материалы. Источники, приемники, фильтрация оптического излучения. Спектральные приборы. Лазеры, лазерная спектроскопия : Учебник для ВУЗов / В. В. Лебедева. — 3-е изд. — М. : Изд-во МГУ, 1994. — 352с.
14. Лендзел, Б. Лазеры. Генерация света с помощью вынужденного излучения / Б. Лендзел; Пер. с англ. О. Н. Крохина, Ю. М. Попова; Под ред. Ю. М. Попова. — М. : Мир, 1964. — 130с.
15. Анохов, С. П. Перестраиваемые лазеры / С. П. Анохов, Т. Я. Марусий, М. С. Соскин; Под. ред. М. С. Соскина. — М. : Радио и связь, 1982. — 360с. — Б.ц.
16. Янг, Матт. Оптика и лазеры, включая волоконную оптику и оптические волноводы [Текст] = Optics and lasers / Матт Янг; пер. с англ. Н. А. Липуновой [и др.]; под ред. В. В. Михайлина. — М. : Мир, 2005. — 541 с. : ил. — ISBN 5-03-003457-9 : 0,00.
17. Грибковский, В. П. Полупроводниковые лазеры : Учеб. пособие для студ. ВУЗов / В. П. Грибковский. — Минск : Университетское, 1988. — 304с. : ил. — ISBN 5-7855-0023-X : 1.000.

18. **Айхлер, Юрген.** Лазеры. Исполнение, управление, применение [Текст] : [учебное пособие] / Ю. Айхлер, Г.-И. Айхлер ; пер. с нем. Л. Н. Казанцевой .— М. : Техносфера, 2008 .— 438 с.
19. **Марков, Г. Т.** Электродинамика и распространение радиоволн : Учеб. пособие для студ. радиотех. спец. ВУЗов / Г. Т. Марков, Б. М. Петров, Г. П. Грудинская .— М. : Советское радио, 1979 .— 376с. — 3.000.
20. **Баскаков, С. И.** Электродинамика и распространение радиоволн : Учебное пособие для студ. радиотехн. спец. вузов / С. И. Баскаков .— М. : Высш. школа, 1992 .— 416с. : ил. — ISBN 5-06-002037-1 : 1.600.
21. **Розанов, Ю. А.** Случайные процессы (краткий курс) : Учебное пособие для студентов физ.-мат. и физ.-техн. спец. ВУЗов / Ю. А. Розанов .— М. : Наука, 1971 .— 286с. .— 3.000.
22. **Шахтарин, Б. И.** Случайные процессы в радиотехнике: Цикл лекций : Учеб. пособие для вузов / Б. И. Шахтарин .— М. : Радио и связь, 2000 .— 583с. — ISBN 5-256-01571-0 : 312-50.
23. **Розанов, Ю. А.** Случайные процессы (краткий курс) : Учебное пособие для студентов физ.-мат. и физ.-техн. спец. ВУЗов / Ю. А. Розанов .— М. : Наука, 1971 .— 286с. .— 3.000.

б) дополнительная литература:

1. **Звелто, Орацио.** Принципы лазеров [Текст] = Principles of Lasers : [монография] рекомендуется студентам, аспирантам, научным сотрудникам университетов, вузов и научно-исследовательских учреждений : русский перевод переработан и дополнен при участии автора книги / Орацио Звелто ; пер. с англ. Д. Н. Козлова, С. Б. Созинова и К. Г. Адамович ; под науч. ред. Т. А. Шмаонова .— Изд. 4-е .— СПб.[и др.] : Лань, 2008 .— 719 с. : ил. — (Учебные пособия для вузов, Специальная литература) .— Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-8114-0844-3.
2. **Трубецков, Дмитрий Иванович.** Лекции по сверхвысокочастотной электронике для физиков [Текст] : в 2 т. / Д. И. Трубецков, А. Е. Храмов .— М. : Физматлит, 2003 .— ISBN 5-9221-0371-7.
3. **Долгих, Григорий Иванович.** Лазеры. Лазерные системы [Текст] = Lasers. Laser systems : [монография] / Г. И. Долгих, В. Е. Привалов ; Российская академия наук, Дальневосточное отделение, Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева , Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— Владивосток : Дальнаука, 2009 .— 202 с. : ил. ; 23 см .— Парал. тит. л. англ. — Библиогр.: с. 194-200 .— ISBN 978-5-8044-1012-5
4. **Пихтин, Александр Николаевич.** Оптическая и квантовая электроника [Текст] : учебник для студентов вузов / А. Н. Пихтин .— М. : Высшая школа, 2001 .— 572 с. : ил. — Библиогр. : с. 571 .— ISBN 5-06-002703-1 : 115,50
5. Известия высших учебных заведений. Радиофизика : Ежемесячный научно - технический журнал / Государственный комитет Российской Федерации по высшему образованию .
6. **Павлов, Л. П.** Методы измерения параметров полупроводниковых материалов : Учебник для студентов ВУЗов / Л. П. Павлов .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 1987 .— 239с
7. Квантовая электроника (периодическое издание).

6. Критерии оценки ответов вступительного экзамена

Уровень знаний поступающего по итогам тестирования оценивается экзаменационной комиссией по 50-балльной шкале.

Таблица

Диапазон присваиваемых баллов и критерии соответствия по итогам тестирования

Диапазон присваиваемых баллов	Критерии соответствия
40–50 баллов	В ответах поступающего полностью раскрыто содержание основных заданий экзаменационного билета, продемонстрированы отличные знания, которые соответствуют требованиям, предусмотренным программой вступительных испытаний в аспирантуру.
25– 39 баллов	В ответах поступающего раскрыто содержание основных заданий экзаменационного билета, продемонстрированы хорошие знания, которые соответствуют требованиям, предусмотренным программой вступительных испытаний в аспирантуру
15–24 баллов	В ответах поступающего частично раскрыто содержание основных заданий экзаменационного билета, знания продемонстрированы на начальном уровне и не соответствуют требованиям, предусмотренным программой вступительных испытаний в аспирантуру
14 баллов и ниже	В ответах поступающего содержится большое количество ошибок, знания продемонстрированы на начальном уровне и не соответствуют требованиям, предусмотренным программой вступительных испытаний в аспирантуру

Уровень знаний поступающего по специальной дисциплине оценивается экзаменационной комиссией по 100-балльной шкале.

Таблица

Диапазон присваиваемых баллов и критерии соответствия

Диапазон присваиваемых баллов	Критерии соответствия
80–100 баллов	Содержание основных положений теоретического вопроса экзаменационного билета изложено полно; ответ построен логично, в нем присутствуют обоснованные выводы и обобщения; изложены основные точки зрения на затрагиваемые в вопросах теоретические проблемы; даны полные ответы на дополнительные вопросы.
50– 79 баллов	Раскрыто содержание основных положений теоретического вопроса экзаменационного билета; ответ построен логично, выводы и обобщения обоснованы; даны развернутые ответы на дополнительные вопросы
30–49 баллов	Частично раскрыто содержание основных положений теоретического вопроса экзаменационного билета; нарушена логика построения ответа, выводы и обобщения не обоснованы; ответы на дополнительные вопросы даны не полностью
29 баллов и ниже	Не раскрыто содержание основных положений теоретического вопроса экзаменационного билета, не даны ответы на дополнительные вопросы; допускаются грубые языковые (фонетические, лексические, грамматические, стилистические) ошибки в речи