

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИСЗФ СО РАН

*А.П. Потехин*  
« 18 » августа 2014 г.



**Программа  
государственной итоговой аттестации  
по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Направление подготовки

**03.06.01 «Физика и астрономия»**

Направленность (профиль)

**Радиофизика**

Квалификация (степень)

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения

**Очная, заочная**

Иркутск 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения.....	3
1.1. Цели государственной итоговой аттестации.....	5
1.2. Задачи государственной итоговой аттестации .....	5
II. Характеристики государственной итоговой аттестации .....	5
2.1. Формы государственной итоговой аттестации .....	5
2.2. Компетенции аспирантов, которые должен показать аспирант при государственной итоговой аттестации .....	6
III. Структура и содержание государственной итоговой аттестации .....	9
3.1. Государственный экзамен по специальной дисциплине .....	9
3.1.1. Содержание программы государственного экзамена .....	10
3.1.2. Требования к государственному экзамену... ..	16
3.2. Государственный экзамен по результатам выполненной квалификационной работы.....	16
IV. Ресурсное обеспечение государственной итоговой аттестации.....	18
4.1. Учебная литература.....	18
4.2. Материально-техническая база.....	20
V. Фонды оценочных средств .....	20
Приложение № 1.....	21
Приложение № 2.....	28
Приложение № 3.....	29

## I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Согласно Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия», утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «30» июля 2014 г. № 867 государственная итоговая аттестация является завершающим этапом освоения основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

К государственной итоговой аттестации допускаются аспиранты в полном объеме выполнившие учебный план.

Государственная итоговая аттестация проводится государственными экзаменационными комиссиями:

государственная экзаменационная комиссия по приему кандидатского экзамена,

государственная экзаменационная комиссия по приему результатов научно-исследовательской работы.

Председателем (заместителем председателя) государственной экзаменационной комиссии утверждается лицо, не работающее в данной организации из числа докторов наук, профессоров соответствующего профиля.

Председатель, состав и количество членов государственных экзаменационных комиссий утверждается распорядительным актом Института (приказом директора) не позднее, чем за месяц до начала проведения государственной итоговой аттестации.

В составе государственной экзаменационной комиссии по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине должно быть не менее одного доктора наук и одного кандидата наук по каждому профилю основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, по которой государственная экзаменационная комиссия

проводит государственную итоговую аттестацию, с указанием их ученой степени, ученого звания, занимаемой должности и специальности, согласно номенклатуре специальностей научных работников.

Состав государственной экзаменационной комиссии по приему результатов научно-исследовательской работы формируется из профессорско-преподавательского состава и научных работников организации, а также представителей работодателей, ведущих преподавателей и научных работников других организаций.

Государственные экзаменационные комиссии действуют в течение одного календарного года.

Государственная итоговая аттестация начинается с государственного экзамена – кандидатского экзамена по специальной дисциплине.

При положительной оценке сдачи государственного экзамена аспирант допускается к следующему этапу государственной итоговой аттестации – защите выпускной квалификационной работы, представляющей собой результаты научно-исследовательской работы.

Дата и время проведения кандидатского экзамена по специальной дисциплине и защиты результатов научно-исследовательской работы устанавливается распорядительным актом Института (приказом директора) и доводится до всех членов экзаменационных комиссий и аспирантов не позднее, чем за 20 дней до начала приема кандидатского экзамена по специальной дисциплине.

Перед экзаменом проводятся консультации. Результаты экзамена объявляются аспиранту в тот же день после оформления протоколов заседания государственной экзаменационной комиссии по приему кандидатского экзамена.

Результаты государственной итоговой аттестации объявляются аспиранту в тот же день после оформления протоколов заседания государственной экзаменационной комиссии по приему результатов научно-исследовательской работы.

### **1.1. Цели государственной итоговой аттестации**

Целью государственной итоговой аттестации является определение соответствия результатов освоения обучающимся основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров по профилю «Радиофизика» направления подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» в соответствии с соответствующими требованиями федерального государственного образовательного стандарта.

### **1.2. Задачи государственной итоговой аттестации**

Задачами государственной итоговой аттестации являются:

1. Проверка уровня сформированности компетенций, определяемых федеральным государственным образовательным стандартом по профилю «Радиофизика» направления подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия».

2. Принятие решения о выдаче диплома об окончании аспирантуры и присвоения квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

## **II. ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **2.1. Формы государственной итоговой аттестации**

В соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом по профилю «Радиофизика» направления подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» государственная итоговая аттестация включает в себя:

государственный экзамен (кандидатский экзамен по специальной дисциплине «Радиофизика»),

защита выпускной квалификационной работы – результатов научно-исследовательской работы по соответствующей теме исследований.

## **2.2. Компетенции, которые должен показать аспирант при государственной итоговой аттестации**

В результате освоения основной образовательной программы по профилю подготовки «Радиофизика» направления подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» у выпускника аспирантуры должны быть сформированы:

- 1) универсальные компетенции, не зависящие от направления подготовки;
- 2) общепрофессиональные компетенции, определяемые направлением подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия»;
- 3) профессиональные компетенции, определяемые профилем подготовки «Радиофизика».

Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими универсальными компетенциями:

способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

готовностью к участию в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

готовностью к использованию современных методов и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями, определяемыми направлением подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия»:

способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими профессиональными компетенциями, определяемыми профилем подготовки «Радиофизика»:

владение основами теории фундаментальных разделов радиофизики (ПК-1);

способностью анализировать и интерпретировать полученные результаты исследований, в том числе с использованием методов статистической обработки результатов (ПК-2);

владение навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении эксперимента (ПК-3).

По результатам освоения основной образовательной программы по профилю подготовки «Радиофизика» направления подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» выпускник аспирантуры должен:

**Знать:**

физика ионосферы и верхней атмосферы;

выяснение механизмов влияния гелиосферных факторов на околоземное космическое пространство и атмосферу Земли, изучение эффектов космической погоды;

ионосферное распространение радиоволн и радиофизические методы дистанционного зондирования;

разработка новых методов и аппаратуры для диагностики и мониторинга окружающей среды (ионосферы, атмосферы) и активного воздействия на нее.

**Уметь:**

применять современные методы для анализа и разработки узлов, приборов, комплексов в соответствии с реальными требованиями, предъявляемыми к этим устройствам;

приобрести новое понимание процессов, происходящих в различных реальных системах, используемых для передачи, приема и анализа информации, для изучения и восстановления параметров неоднородной структуры среды по характеристикам зондирующего сигнала и предсказывать возможные радиофизические эффекты неоднородностей среды в каналах передачи информации;

пользоваться данными спутниковых систем и данными, содержащимися в базах данных и интернет;

применять методы цифровой обработки сигналов к данным СРНС.

**Владеть:**

методами выделения сигнала из шума; экспериментальными методами исследования колебательно-волновых систем;

методами расчёта радиотехнических и электронных схем, включая квантовые;

методами цифровой обработки радиосигналов;

навыками работы с современным экспериментальным оборудованием;

основными методами работы с сигналами спутниковых навигационных систем;

методами работы с данными СРНС, расположенными в распределенных базах данных и Интернет.



**Таблица 1 – Компетенции, которые должен показать аспирант при сдаче государственного экзамена и защите выпускной квалификационной работы (ВКР)**

Компетенции аспиранта	Виды аттестационного испытания	
	Государственный экзамен	ВКР
с УК-1 по УК-5	+	+
ОПК-1	+	+
ОПК-2	+	
ПК-1	+	+
ПК-2	+	+
ПК-3	+	+

### III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

В структуре объема программы аспирантуры государственная итоговая аттестация входит в Блок 4 «Государственная итоговая аттестация» таким образом:

Код	Наименование элемента программы	Объем (в з.е.)
<b>Б.4</b>	<b>Блок 4 «Государственная итоговая аттестация»</b>	<b>9</b>
<b>Б.4.Б</b>	<b>Базовая часть</b>	<b>9</b>
Б.4.Б.01	Подготовка и сдача государственного экзамена	3
Б.4.Б.02	Представление научного доклада об основных результатах выполненной научно-квалификационной работы	6

Продолжительность в неделях – 12.

#### **3.1. Государственный экзамен по специальной дисциплине**

Государственным экзаменом по специальной дисциплине направления подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» - является кандидатский экзамен по «Физике Солнца».

### **3.1.1. Содержание программы государственного экзамена**

В основу программы кандидатского экзамена по профилю «Радиофизика» направления подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» положены теория колебаний, теория волн, статистическая радиофизика, принципы усиления, генерации и управления сигналами, антенны и распространение радиоволн, выделение сигналов на фоне помех. Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по физике при участии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова и Московского физико-технического института (государственного университета).

#### **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.

### **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.

## 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).

Марковские и диффузионные процессы. Уравнение Фоккера-Планка.

Броуновское движение. Флуктуационно-диссипационная теорема. 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.

## **Принципы усиления, генерации и управления сигналами**

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. Сверхкороткие импульсы. Шумы лазеров, формула Таунса и предельная стабильность частоты. Оптические компрессоры и получение фемтосекундных импульсов.

Молекулярный генератор. Квантовые стандарты частоты (времени). Волноводы, длинные линии и резонаторы. Критическая частота и критическая длина волновода. ТЕ-, ТН- и ТЕМ-волны. Диэлектрические волноводы.

Периодические структуры и замедляющие системы. Волновое сопротивление.

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

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

Взаимодействие волн пространственного заряда с акустическим полем, акустоэлектрический эффект. Принципы работы акустоэлектронных устройств (усилители ультразвука, линии задержки, фильтры, конвольверы, запоминающие устройства).

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

Линейный электрооптический и магнитооптический эффекты и их применение для управления светом.

### **Антенны 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.

### **Выделение сигналов на фоне помех**

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

Неймана—Пирсона и Вальда проверки гипотез.

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.

Линейный фильтр Калмана—Бьюси. Стохастические уравнения для модели сообщения и шума. Дифференциальные уравнения фильтра. Уравнение для апостериорной информации в форме уравнения Риккати. Сравнение фильтрации методом Колмогорова—Винера и Калмана—Бьюси.

Основные задачи нелинейной фильтрации и синтеза систем.

Примечание. При подготовке к кандидатскому экзамену по отрасли технических наук внимание соискателей акцентируется на разделах 4-6 данной программы.

### **3.1.2. Требования к государственному экзамену**

Государственный экзамен носит комплексный характер и ориентирован на выявление знаний, общекультурных и профессиональных компетенций. Уровень знаний аспиранта оценивается по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно») согласно критериям оценивания ответов аспиранта в ходе экзамена (см. в фондах оценочных средств, раздел V).

Аспиранты, получившие по результатам государственного экзамена оценку «неудовлетворительно», не допускаются к защите выпускной квалификационной работы.

### **3.2. Государственный экзамен по результатам выпускной квалификационной работы**

Защита результатов выпускной квалификационной работы - научно-исследовательской работы – является заключительным этапом проведения государственной итоговой аттестации.

Выпускная квалификационная работа должна быть написана аспирантом самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, а также



содержать рекомендации по практическому использованию результатов исследования. Изложенные аспирантом результаты должны быть аргументированы и оценены по сравнению с известными разработками в исследуемой области.

В работе должно содержаться решение задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний, или изложены научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития науки.

В научном исследовании, имеющем теоретический характер, должны приводиться рекомендации по использованию приводимых выводов, а в научном исследовании, имеющем прикладной характер, - сведения о практическом использовании полученных автором результатов.

Основные научные результаты проведенного исследования должны быть опубликованы в рецензируемых научных изданиях и журналах (не менее двух публикаций). К публикациям, в которых излагаются основные научные результаты научно-исследовательской работы, приравниваются патенты на изобретения, свидетельства на полезную модель, патенты на селекционные достижения, свидетельства на программу для электронных вычислительных машин, базу данных, топологию интегральных микросхем, зарегистрированные в установленном порядке.

Результаты научно-исследовательской работы должны быть представлены в виде специально подготовленной рукописи с указанием актуальности темы, целей и задач, методик и методов исследования, содержать основную часть (которая может делиться на параграфы и главы), заключение, содержащее выводы и определяющее дальнейшие перспективы работы, библиографический список.

Научно-исследовательская работа подлежит рецензированию. Научный руководитель аспиранта должен представить в государственную экзаменационную комиссию по приему результатов научно-исследовательской работы отзыв на научно-исследовательскую работу

аспиранта. Аспирант должен быть ознакомлен с рецензией (рецензиями), отзывом научного руководителя в срок, устанавливаемый Институтом, но не позднее, чем за 7 дней до защиты научно-исследовательской работы.

На каждого аспиранта, защищающего научно-исследовательскую работу, заполняется протокол. В протокол вносятся мнения членов государственной экзаменационной комиссии по приему результатов научно-исследовательской работы о защищаемой научно-исследовательской работе, уровне сформированности компетенций, знаниях и умениях, выявленных в процессе государственной итоговой аттестации, перечень заданных вопросов и характеристика ответов на них, а также вносится запись особых мнений.

Защита проводится на открытом заседании государственной экзаменационной комиссии по приему результатов научно-исследовательской работы.

Выпускная квалификационная работа оценивается по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно») согласно критериям оценивания (см. в фондах оценочных средств, раздел V).

## **IV. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **4.1. Учебная литература**

Карлов Н.В., Кириченко Н.А. Колебания, волны, структуры. – М.: Физматлит, 2001.

Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн. М.: Наука, 1990.

Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Основы теории колебаний и волн. М.: Наука, 1987.

Моисеев Н.Н. Асимптотические методы нелинейной механики. М.: Наука, 1981.

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

Цейтлин Н. М. Антенная техника и радиоастрономия. М.: Радио и связь, 1976.

Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Радио и связь, 1991.

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

Кайно Г. Акустические волны. Устройства, визуализация и аналоговая обработка сигналов. М.: Мир, 1990.

Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Наука, 1989.

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

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

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

Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. М.: Наука, 1974.

Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. Ч. 1: Случайные процессы. М.: Наука, 1976.

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

Гауер Дж. Оптические системы связи. М.: Радио и связь, 1989.

Бахрах Л.Д., Кременецкий С.Д. Синтез излучающих систем. М.: Радио и связь, 1974.

Балакший В.И., Парыгин В.Н., Чирков Л.Е. Физические основы акустооптики. М.: Радио и связь, 1985.

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

Вайнштейн Л.А., Солнцев В.А. Лекции по сверхвысокочастотной электронике. М.: Сов. радио, 1973.

Зверев В.А. Радиооптика. М.: Сов. радио, 1975.

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

Карлов Н. В. Лекции по квантовой электронике. М.: Наука, 1983.

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

Ландау Л. В., Лифшиц Е. М. Статистическая физика. Т. V, Ч. 1. М.: Наука, 1999.

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

#### **4.2. Материально-техническая база**

Ресурсное обеспечение выполнения научно-исследовательской работы следует требованиям, изложенным в разделе 7 ООП по профилю «Радиофизика» направления подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» согласно ФГОС ВО.

### **V. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

В фонд оценочных средств входят описание показателей и критериев компетенций и описание шкал оценивая (Приложения №№ 1, 2, 3).

Составили:

Вед.н.с. лаб. экспериментальных и прикладных исследований околоземного космического пространства, к.ф.-м.н.

Зав. аспирантурой, к.ф.-м.н.

Ученый секретарь ИСЗФ СО РАН, к.ф.-м.н.

Н.В. Ильин

В.И. Поляков

И.И. Салахутдинова

Одобрено Ученым советом ИСЗФ СО РАН (Протокол № 9 от 27 августа 2014 г.).

**Фонд оценочных средств**  
**Государственная итоговая аттестация (итоговая аттестация)**

Направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Направленность (профиль): Радиофизика

**Государственный экзамен**

Описание показателей и критериев оценивания компетенций,  
описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции: ПК-1					
Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания	Показатели оценивания, балл			
		0	1	2	3
Знать: Основы теории фундаментальных разделов радиофизики	Знание основ теории фундаментальных разделов радиофизики и методов исследования, связь с практикой, аргументация излагаемого материала	Демонстрирует недостаточный уровень владения содержанием излагаемого материала, допускает грубые ошибки, демонстрирует бессистемные знания, неуверенно излагает материал, не может связать теорию с практикой, затрудняется при ответах на вопросы или вообще отказывается от ответа.	Демонстрирует необходимый уровень владения материалом, но раскрывает материал неполно, допускает неточности. Ответ аспиранта не всегда аргументирован и не содержит авторской оценки излагаемого материала. Аспирант затрудняется при ответах на дополнительные вопросы.	Демонстрирует достаточный уровень знаний фундаментальных основ физики и астрономии и некоторых методов исследования, связывает теорию с практикой. Ответ аспиранта аргументирован, содержит авторскую оценку излагаемого материала, речь связная, логически выстроенная, но при ответе допускает отдельные неточности.	Демонстрирует Глубокое знание теории фундаментальных разделов физики и астрономии и методов исследования, связывает теорию с практикой, высказывает свое мнение о перспективах развития физики и астрономии. Ответ аспиранта аргументирован, содержит авторскую оценку излагаемого материала.
Уметь: Систематизировать и анализировать современные научные достижения в области радиофизики	Умение систематизировать и анализировать информацию	Не умеет систематизировать научную информацию, проводить анализ современных научных достижений в области радиофизики	Слабо систематизирует научную информацию, проводит неглубокий анализ современных научных достижений в области радиофизики	Умеет систематизировать научную информацию, умеет проводить анализ современных научных достижений в области радиофизики и в междисциплинарных областях	Умеет систематизировать научную информацию, умеет проводить всесторонний и критический анализ современных научных достижений в области радиофизики и в междисциплинарных областях

Владеть: Навыком речевой культуры, ответов на вопросы	Владение навыками речевой культуры, ответов на вопросы	Затрудняется при ответах на вопросы или вообще отказывается от ответа	Речь не всегда логически выстроенная, затруднение при ответах на дополнительные вопросы	Речь связная, логически выстроенная, но при ответе допускает отдельные неточности.	Речь связная, логически выстроенная, ответы на вопросы развернутые, четкие.
Оцениваемые компетенции: ОПК-2					
Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания	Показатели оценивания, балл			
		0	1	2	3
Знать: Теоретический материал преподаваемой дисциплины и различные методики ее преподавания, педагогические технологии обучения, современные подходы к организации познавательной деятельности студентов.	Знание теоретического материала преподаваемой дисциплины и различные методики ее преподавания, педагогические технологии обучения, современные подходы к организации познавательной деятельности студентов.	Демонстрирует недостаточный уровень владения содержанием излагаемого материала, допускает грубые ошибки, демонстрирует бессистемные знания, неуверенно излагает материал, не может связать теорию с практикой, затрудняется при ответах на вопросы или вообще отказывается от ответа.	Демонстрирует необходимый уровень владения материалом, но раскрывает материал неполно, допускает неточности. Ответ аспиранта не всегда аргументирован и не содержит авторской оценки излагаемого материала. Аспирант затрудняется при ответах на дополнительные вопросы.	Демонстрирует достаточный уровень знаний фундаментальных основ физики и астрономии и методов исследования, связывает теорию с практикой. Ответ аспиранта аргументирован, содержит авторскую оценку излагаемого материала, речь связная, логически выстроенная, но при ответе допускает отдельные неточности.	Демонстрирует Глубокое знание теории фундаментальных разделов физики и астрономии и методов исследования, связывает теорию с практикой, высказывает свое мнение о перспективах развития физики и астрономии. Ответ аспиранта аргументирован, содержит авторскую оценку излагаемого материала.
Уметь: Планировать методику проведения занятий на основе требований ФГОСа, использовать современные педагогические технологии в учебном процессе, разные формы и методы контроля знаний, организовывать самостоятельную деятельность студентов, анализировать собственную педагогическую деятельность и определять дальнейшую стратегию	Умение планировать методику проведения занятий на основе требований ФГОСа, использовать современные педагогические технологии в учебном процессе, разные формы и методы контроля знаний, организовывать самостоятельную деятельность студентов, анализировать собственную педагогическую деятельность и определять дальнейшую стратегию	Не умеет планировать методику проведения занятий на основе требований ФГОСа, использовать современные педагогические технологии в учебном процессе, разные формы и методы контроля знаний, организовывать самостоятельную деятельность студентов, анализировать собственную деятельность	Затрудняется в планировании методики проведения занятий на основе требований ФГОСа, умеет использовать некоторые педагогические технологии в учебном процессе, разные формы и методы контроля знаний, испытывает трудности в организации самостоятельной деятельности студентов, в анализе	Умеет планировать методику проведения занятий на основе требований ФГОСа, использовать современные педагогические технологии в учебном процессе, разные формы и методы контроля знаний, организовывать самостоятельную деятельность студентов, анализировать собственную педагогическую деятельность и определять дальнейшую	Умеет планировать методику проведения занятий на основе требований ФГОСа, использовать современные педагогические технологии в учебном процессе, разные формы и методы контроля знаний, организовывать самостоятельную деятельность студентов, анализировать собственную педагогическую деятельность и определять дальнейшую

профессионально о личностного развития	профессионально о личностного развития	педагогическую педагогическую и определять дальнейшую стратегию профессионального личностного развития	собственной профессионального личностного развития.	стратегию профессионального личностного развития.	стратегию
Владеть: Методикой проведения различных типов учебных занятий, техникой речи и навыками анализа педагогической деятельности	Владение методикой проведения различных типов учебных занятий, техникой речи и навыками анализа педагогической деятельности	Не владеет методикой проведения различных типов учебных занятий, техникой речи и навыками анализа педагогической деятельности	Владеет методикой проведения отдельных типов учебных занятий, испытывает сложности при анализе педагогической деятельности и передаче информации	Владеет методикой проведения различных типов учебных занятий, культурой речи и неполно анализирует педагогическую деятельность	Свободно владеет методикой проведения различных типов учебных занятий, техникой речи и навыками анализа педагогической деятельности

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Сумма баллов	Уровень	Оценка
15-18	высокий	отлично
11-14	выше среднего	хорошо
6-10	средний	удовлетворительно
0-5	низкий	неудовлетворительно

## Защита выпускной квалификационной работы

### Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Группа оцениваемых компетенций: Научно-исследовательская деятельность (УК-1 – УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3)					
Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания	Показатели оценивания, балл			
		0	1	2	3
Знать: Основы теории фундаментальных разделов физики Солнца	Знание основ теории фундаментальных разделов радиофизики и методов исследования, связь с практикой, аргументация излагаемого материала	Демонстрирует недостаточный уровень владения содержанием излагаемого материала, допускает грубые ошибки, демонстрирует бессистемные знания, неуверенно излагает материал, не может связать теорию с практикой, затрудняется при ответах на вопросы или вообще отказывается от ответа.	Демонстрирует необходимый уровень владения материалом, но раскрывает материал неполно, допускает неточности. Ответ аспиранта не всегда аргументирован и не содержит авторской оценки излагаемого материала. Аспирант затрудняется при ответах на дополнительные вопросы.	Демонстрирует достаточный уровень знаний фундаментальных основ физики и астрономии и некоторых методов исследования, связывает теорию с практикой. Ответ аспиранта аргументирован, содержит авторскую оценку излагаемого материала, речь связная, логически выстроенная, но при ответе допускает отдельные неточности.	Демонстрирует Глубокое знание теории фундаментальных разделов физики и астрономии и методов исследования, связывает теорию с практикой, высказывает свое мнение о перспективах развития физики и астрономии. Ответ аспиранта аргументирован, содержит авторскую оценку излагаемого материала.
Уметь: Самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), анализировать и интерпретировать полученные результаты исследований, в том числе с использованием методов статистической обработки результатов	Использование современных методов исследования и ИКТ при выполнении научно-исследовательской работы. Умение анализировать и интерпретировать полученные результаты исследований, в том числе с использованием методов статистической обработки результатов	Не умеет использовать современные методы исследования и ИКТ при выполнении научно-исследовательской работы. Не умеет проводить обработку результатов исследования.	Умеет использовать современные методы исследования и ИКТ при выполнении научно-исследовательской работы. При обработке результатов допускает ошибки, приводящие к неоднозначной интерпретации результатов.	Умеет использовать современные методы исследования и ИКТ при выполнении научно-исследовательской работы, при анализе и интерпретации полученных результатов исследований, в том числе с использованием методов статистической обработки результатов допускает неточности.	Умеет использовать современные методы исследования и ИКТ при выполнении научно-исследовательской работы. Умеет анализировать и интерпретировать полученные результаты исследований, в том числе с использованием методов статистической обработки результатов



Владеть: Навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении эксперимента	Владение навыками речевой культуры, ответов на вопросы	Не владеет навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении эксперимента	При работе на современной учебно-научной аппаратуре при проведении эксперимента испытывает некоторые сложности	Владеет навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении эксперимента	Владеет работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении эксперимента и умеет выбирать наиболее эффективные для достижения наилучшего результата
--	--	---	--	--	--

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Сумма баллов	Уровень	Оценка
7-9	высокий	отлично
5-6	выше среднего	хорошо
3-4	средний	удовлетворительно
0-2	низкий	неудовлетворительно

## Оценивание защиты ВКР и ее оформления в соответствии с требованиями

### Критерии оценки ВКР на соответствие с предъявляемыми требованиями

№ п/п	Критерий оценивания	Балл	Показатели оценивания
1	Актуальность тематики исследования	1	неактуальна
		2	мало актуальна
		3	актуальна
2	Соответствие цели тематики исследования	1	не соответствует
		2	соответствует частично
		3	соответствует
3	Соответствие задач поставленной цели	1	не соответствует
		2	соответствует частично
		3	соответствует
4	Соответствие содержания работы современному состоянию научных достижений в выбранной области исследования	1	современное состояние проблемы исследования не проанализировано
		2	частичный анализ
		3	полный анализ
5	Оценка новизны исследования	1	новизна отсутствует
		2	часть результатов исследования является новыми
		3	получены новые результаты
6	Оценка практической значимости исследования	1	результаты не имеют практической значимости
		2	после доработки результаты могут быть внедрены
		3	полученные результаты могут быть внедрены
7	Оценка знаний использованных методов исследования	1	слабо ориентируется
		2	ориентируется с некоторыми проблемами
		3	хорошо ориентируется
8	Глубина анализа результатов исследований и их интерпретация	1	анализ результатов исследований и их интерпретация практически не проведены
		2	неполный анализ результатов исследований и их интерпретация
		3	глубокий анализ результатов исследований и их интерпретация
9	Соответствие выводов цели, задачам исследования и полученным результатам	1	не соответствует
		2	соответствует частично
		3	соответствует
10	Апробация работы	1	нет
		2	есть
11	Публикации по результатам работы	1	нет
		2	есть
12	Качество оформления работы	1	не соответствует требованиям
		2	оформлена в соответствии с требованиями, имеются некоторые замечания
		3	оформлена полностью в соответствии с требованиями
13	Оценка работы рецензентом	1	удовлетворительно
		2	хорошо
		3	отлично
14	Оценка руководителя	1	удовлетворительно
		2	хорошо
		3	отлично

## Шкала оценивания ВКР на соответствие с предъявляемыми требованиями

Сумма баллов	Уровень	Оценка
36-39	высокий	отлично
32-35	выше среднего	хорошо
28-31	средний	удовлетворительно
менее 28	низкий	неудовлетворительно

### Критерии оценки защиты ВКР

№ п/п	Критерий оценивания	Балл	Показатели оценивания
1	Оперирование фактами из литературных источников по проблематике работы	1	не владеет
		2	частично владеет
		3	владеет
2	Изложение основных положений работы	1	отсутствие глубины изложения
		2	недостаточна глубина изложения
		3	обстоятельное и свободное
3	Ответы на вопросы	1	не отвечает
		2	имеет затруднения при ответах
		3	отвечает уверенно и грамотно
4	Качество презентации доклада	1	не соответствует
		2	соответствует не полностью
		3	соответствует

### Шкала оценивания защиты ВКР

Сумма баллов	Уровень	Оценка
11-12	высокий	отлично
8-10	выше среднего	хорошо
6-7	средний	удовлетворительно
менее 6	низкий	неудовлетворительно

Итоговая оценка Государственной итоговой аттестации (ГИА) выставляется как средняя по шкалам оценочного листа выпускника аспирантуры (Приложения №№ 2, 3).

## Оценочный лист ГИА – государственный экзамен

аспиранта \_\_\_\_\_  
(ФИО)

Направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Направленность (профиль): Радиофизика

Обобщенный уровень освоения ООП за весь период обучения, средний балл		Оценка
Компетенции	Критерий оценивания	Балл
<b>УК-1</b>	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	
<b>УК-3</b>	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	
<b>УК-4</b>	Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках	
<b>УК-5</b>	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	
<b>ОПК-1</b>	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
<b>ОПК-2</b>	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	
<b>ПК-1</b>	Владение основами теории фундаментальных разделов радиофизики	
<b>ПК-2</b>	Способность анализировать и интерпретировать полученные результаты исследований, в том числе с использованием методов статистической обработки результатов	
<b>ПК-3</b>	Владение навыками работы на современной научной аппаратуре при проведении эксперимента	
<b>Сумма баллов</b>		
<b>Оценка</b>		
<b>Итоговая оценка</b>		

Председатель ГЭК \_\_\_\_\_ /  
(подпись)

Члены ГЭК \_\_\_\_\_ /  
(подпись)

\_\_\_\_\_ /  
(подпись)

Дата \_\_\_\_\_

**Оценочный лист ГИА – защита выпускной квалификационной работы**

аспиранта \_\_\_\_\_

(ФИО)

Направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Направленность (профиль): Радиофизика

Обобщенный уровень освоения ООП за весь период обучения, средний балл		
		<b>Оценка</b>
Группа компетенций	Критерий оценивания	Балл
<b>Научно-исследовательская деятельность (УК-1, УК-3, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3)</b>	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	
	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	
	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
	Владение основами теории фундаментальных разделов радиофизики	
	Способность анализировать и интерпретировать полученные результаты исследований, в том числе с использованием методов статистической обработки результатов	
	Владение навыками работы на современной научной аппаратуре при проведении эксперимента	
<b>Сумма баллов</b>		
		<b>Оценка</b>
		<b>Итоговая оценка</b>
<b>Оценка ВКР на соответствие с предъявляемыми требованиями</b>	Актуальность тематики исследования	
	Соответствие цели исследования	
	Соответствие задач поставленной цели	
	Соответствие содержания работы современному состоянию научных достижений в выбранной области исследования	
	Оценка новизны исследования	
	Оценка практической значимости исследования	
	Оценка знаний используемых методов исследования	
	Глубина анализа результатов исследований и их интерпретаций	
	Соответствие выводов цели, задачам исследования и полученным результатам	
	Апробация работы	
	Публикации по результатам работы	
Качество оформления работы		

	Оценка работы рецензентом	
	Оценка руководителя	
<b>Сумма баллов</b>		
<b>Оценка</b>		
<b>Оценка защиты ВКР</b>	Оперирование фактами из литературных источников по проблематике работы	
	Изложение основных положений работы	
	Ответы на вопросы	
	Качество презентации доклада	
<b>Сумма баллов</b>		
<b>Оценка</b>		
<b>Итоговая оценка</b>		

Председатель ГЭК \_\_\_\_\_ /  
(подпись)

Члены ГЭК \_\_\_\_\_ /  
(подпись)

\_\_\_\_\_ /  
(подпись)

Дата \_\_\_\_\_