

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

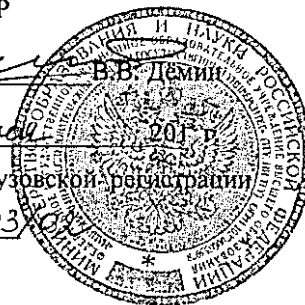
Проректор по УР

В.В. Демин

" 30 " июня

Номер внутривузовской регистрации

Ф06С - 03/07



**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Направленности (профили) подготовки:

1. Физика конденсированного состояния
2. Астрометрия и небесная механика
3. Теоретическая физика
4. Радиофизика
5. Лазерная физика
6. Физика атмосферы и гидросферы
7. Оптика
8. Физика полупроводников
9. Теплофизика и теоретическая теплотехника

Присваиваемая квалификация:

«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Томск-2016

Содержание

1. Общие положения	3
1.1 Общая характеристика программы аспирантуры	3
1.2. Нормативные документы для разработки ООП аспирантуры по направлению 03.06.01 Физика и астрономия	3
1.3 Общая характеристика ООП аспирантуры по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия»	4
2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника, освоившего программу аспирантуры	4
2.1. Область профессиональной деятельности выпускника	4
2.2 Объекты профессиональной деятельности выпускника	4
2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника	5
3. Результаты освоения образовательной программы	5
3.1. Компетенции выпускника аспирантуры, формируемые в результате освоения аспирантской программы	5
4. Структура и содержание ООП аспирантуры по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия»	7
4.1. Базовый учебный план для программы аспирантуры по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» для очной формы обучения	7
4.2. Базовый учебный план для программы аспирантуры по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» (Профиль «Оптика») для заочной формы обучения	13
4. 3. График учебного процесса для очной формы обучения	18
4. 4. График учебного процесса для заочной формы обучения	19
4.5. Календарный учебный график	20
4.6. Аннотации учебных программ дисциплин по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия»	20
5. Фактическое ресурсное обеспечение программы аспирантуры	65
5.1. Общесистемные требования к реализации программы аспирантуры 03.06.01 «Физика и астрономия»	65
5.2. Требования к кадровым условиям реализации программы аспирантуры	68
5.3. Требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению программы аспирантуры	69
5.4. Финансовые условия реализации программы	72
6. 6.1 Требования к обеспечению качества освоения программы аспирантуры	73
<i>Приложение 1.</i> Карты компетенций: универсальные, общепрофессиональные, профессиональные	
<i>Приложение 2.</i> Справка о кадровом обеспечении ООП	
<i>Приложение 3.</i> Справка о научных руководителях ООП	
<i>Приложение 4.</i> Справка о материально техническом обеспечении ООП	

1. Общие положения

1.1 Основная образовательная программа (ООП) сформирована в соответствии с самостоятельно устанавливаемым федеральным государственным автономным образовательным учреждением «Национальный исследовательский Томский государственный университет» образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (Утверждено Ученым советом НИ ТГУ, протокол №_5_ от 25.05.2016 г.), Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (Приказ Минобрнауки России от 19 ноября 2013 г. №1259), с учетом профессиональных стандартов: «Научный работник», «Преподаватель», направленностей образовательных программ, соответствующих научным специальностям, отнесенных Приказом Минобрнауки России №1132 от 02.09.2014 к указанному направлению подготовки.

1.2 Общая характеристика ООП аспирантуры по направлению 03.06.01 Физика и астрономия.

1.2.1 Цель программы: развитие у обучающихся личностных качеств и формирование универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с СУОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 Физика.

Целями подготовки аспиранта, в соответствии с существующим законодательством, являются:

- формирование навыков самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности;
- углубленное изучение теоретических и методологических основ физико-математических наук;
- совершенствование философского образования, в том числе ориентированного на профессиональную деятельность;
- совершенствование знаний иностранного языка, в том числе для использования в профессиональной деятельности.

1.2.2 Форма обучения: очная, заочная

1.2.3 Срок освоения ООП аспирантуры по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия:

- по очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, вне зависимости от применяемых образовательных технологий, составляет 4 года.
- по заочной форме обучения, вне зависимости от применяемых образовательных технологий, увеличивается на 1 год по сравнению со сроком получения образования по очной форме обучения;
- при ускоренном обучении устанавливается, НИ ТГУ самостоятельно, но не более срока получения образования, установленного для соответствующей формы обучения.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья НИ ТГУ вправе продлить срок обучения, но не более чем на один год по сравнению со сроком, установленным для соответствующей формы обучения.

1.2.4 Трудоемкость основной образовательной программы аспирантуры 03.06.01 Физика и астрономия:

Трудоемкость программы аспирантуры составляет 240 ЗЕ, вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий и реализации ООП. Обучение по программе аспирантуры в НИ ТГУ осуществляется по индивидуальному учебному

плану, вне зависимости от формы обучения. Срок получения образования по программе аспирантуры:

- по очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, вне зависимости от применяемых образовательных технологий, составляет 4 года. Объем программы аспирантуры в очной форме обучения, реализуемый за один учебный год, составляет 60 ЗЕ;

- по заочной форме обучения, вне зависимости от применяемых образовательных технологий, увеличивается на 1 год по сравнению со сроком получения образования по очной форме обучения;

- при ускоренном обучении устанавливается, НИ ТГУ самостоятельно, но не более срока получения образования, установленного для соответствующей формы обучения.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья НИ ТГУ вправе продлить срок обучения, но не более чем на один год по сравнению со сроком, установленным для соответствующей формы обучения.

Объем программы аспирантуры реализуемый за один учебный год по заочной форме обучения, при ускоренном обучении, при обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается НИ ТГУ самостоятельно в размере не более 75 ЗЕ.

При реализации программы аспирантуры предусматривается применение электронного обучения и (или) дистанционных образовательных технологий в объеме не менее 20% от объема образовательных дисциплин программы аспирантуры.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация программы аспирантуры возможна в сетевой форме.

1.2.5 Требования к уровню подготовки, необходимому для освоения программы аспирантуры 03.06.01 Физика и астрономия.

Лица, имеющие диплом магистра или специалиста и желающие освоить данную образовательную программу аспирантуры, зачисляются по результатам вступительных испытаний, программы которых разрабатываются Томским государственным университетом.

2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника, освоившего программу аспирантуры

2.1. Область профессиональной деятельности в соответствии с СУОС

включает решение проблем, требующих применения фундаментальных знаний в области физики и астрономии.

2.2 Объектами профессиональной деятельности в соответствии с СУОС являются: физические системы различного масштаба и уровней организации, процессы их функционирования, физические, инженерно-физические, биофизические, физико-химические, физико-медицинские и природоохранные технологии, физическая экспертиза и мониторинг.

СУОС ВО 03.06.01 Физика и астрономия учитывает положения следующего ПС: – «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования», утвержденный приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 08.09.2015 № 608н (зарегистрирован в Минюсте РФ 24.09.2015, регистрационный номер 38993).

Обобщенные трудовые функции, на освоение которых направлена ООП, соответствуют 8 уровню квалификации указанного ПС. Соответствие компетенций выпускника

аспирантуры, формируемых в результате освоения ООП, трудовым функциям ПС устанавливается в картах компетенций.

2.3. Виды и задачи профессиональной деятельности выпускников в соответствии с СУОС:

1) *научно-исследовательская деятельность* в области физики, астрономии и смежных наук:

- выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера;
- анализ полученных результатов и подготовка рекомендаций по продолжению исследования;

2) *преподавательская деятельность (педагогическая деятельность в профессиональном обучении, профессиональном образовании, дополнительном профессиональном образовании)* в области физики, астрономии и смежных областях:

- преподавание учебных курсов, дисциплин (модулей) по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и/или ДПО;
- руководство научно-исследовательской, проектной, учебно-профессиональной и иной деятельностью обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и (или) ДПО;
- разработка научно-методического обеспечения реализации курируемых учебных курсов, дисциплин (модулей) программ бакалавриата, специалитета, магистратуры и/или ДПО.

ООП направлена на освоение всех видов профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник.

3. Результаты освоения образовательной программы

3.1. Компетенции выпускника аспирантуры, формируемые в результате освоения ООП.

В результате освоения образовательной программы выпускник должен обладать:

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 участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);
- способностью следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-6).

общепрофессиональными компетенциями:

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- владением культурой научного исследования в области профессиональной деятельности (ОПК-2);

- способностью организовать работу исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-4).

профессиональными компетенциями в зависимости от направленности программы:

по научно-исследовательской деятельности:

- способностью к математической формулировке закономерностей экспериментально наблюдаемых физических явлений, проведению аналитических вычислений или численных расчетов, в том числе с использованием методов параллельного вычисления, и сравнению их с экспериментальными данными (ПК-1);
- способностью устанавливать общие закономерности генерации, передачи, приема и анализа колебаний и волн различной физической природы и разных частотных диапазонов, а также их применения в фундаментальных и прикладных исследованиях (ПК-2);
- способностью проводить теоретические и экспериментальные, в том числе с использованием сверхсложного оборудования, исследования природы и физических свойств веществ в твердом и жидком состояниях и их изменения при различных внешних воздействиях (ПК-3);
- способностью разрабатывать принципы создания новых электронных и оптико-электронных приборов на основе установления фундаментальных закономерностей влияния свойств веществ и материалов, а также эксплуатационных и других факторов на характеристики создаваемых устройств (ПК-4);
- готовностью к руководству разработкой научных проектов в области физики и астрономии на всех стадиях и этапах выполнения работ (ПК-5);

по преподавательской деятельности:

- способностью осуществлять научно-методическое сопровождение работы обучающихся на всех этапах проведения исследований в области физики и астрономии (ПК-6).

Карты компетенций приведены в Приложении 1.

4. Структура и содержание ООП аспирантуры по направлению 03.06.01 Физика и астрономия

Структура ООП включает обязательную часть (базовую) и часть, формируемую участниками образовательных отношений (вариативную). Это обеспечивает возможность реализации программы аспирантуры, по различным направленностям, соответствующим научным специальностям, отнесенных Приказом Минобрнауки РФ №1192 от 02.09.2014 (ПЕРЕХОДНИК) к одной группе направлений подготовки:

- Физика конденсированного состояния
- Астрометрия и небесная механика
- Теоретическая физика
- Радиофизика
- Лазерная физика
- Физика атмосферы и гидросферы
- Оптика
- Физика полупроводников
- Теплофизика и теоретическая теплотехника

Базовый учебный план для программы аспирантуры по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия состоит из следующих блоков:

Блок 1. «Дисциплины (модули)», который включает дисциплины (модули), относящиеся к базовой части программы, и дисциплины (модули), относящиеся к ее вариативной части.

Блок 2. «Практики», который в полном объеме относится к вариативной части программы.

Блок 3. «Научные исследования», который в полном объеме относится к вариативной части программы.

Блок 4. «Государственная итоговая аттестация», который в полном объеме относится к базовой части программы и завершается присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

Структура ООП

Таблица 1.

Наименование элемента программы	Трудоемкость (в ЗЕ)
Блок 1 "Дисциплины (модули)"	30
Базовая часть	9
Дисциплины (модули), направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов:	
Иностранный язык (модуль)	6
История и философия науки	3
Вариативная часть	21
Академическое письмо (модуль)	3
Дисциплина/дисциплины (модуль/модули), в том числе направленные на подготовку к сдаче кандидатского экзамена	16
Дисциплина/дисциплины (модуль/модули), направленные на подготовку к преподавательской деятельности	2
Блок 2 "Практики"	6
Блок 3 «Научные исследования» научно-исследовательская деятельность; подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук	195
Базовая часть	
Блок 4 "Государственная итоговая аттестация (итоговая аттестация)»	9
Объем ООП без факультативов	240

Дисциплины (модули), относящиеся к базовой части Блока 1, являются обязательными для освоения аспирантом независимо от направленности программы аспирантуры, которую он осваивает.

Набор дисциплин (модулей) вариативной части Блока 1 определяется в соответствии с направленностью программы аспирантуры в объеме, установленном СУОС ВО.

ООП включает две факультативные дисциплины сверх установленного объема ООП по направлению подготовки. Факультативные дисциплины могут реализовываться, в том числе в формате:

– кампусных курсов, реализуемых в соответствии с локальными актами НИ ТГУ;

– в формате освоения онлайн-курсов, размещенных на российских и зарубежных онлайн – платформах в соответствии с порядком и условиями зачета результатов освоения открытых онлайн – курсов, установленных НИ ТГУ.

В Блок 2 "Практики" входят:

- педагогическая практика;
- организационно-исследовательская практика.

Способы проведения практики: стационарная; выездная.

Практика может проводиться в структурных подразделениях НИ ТГУ, а также в организациях, деятельность которых соответствует профессиональным компетенциям, осваиваемым в рамках ООП на основе договоров с организациями о прохождении практики.

Практика для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В Блок 3 "Научные исследования" входят:

- научно-исследовательская деятельность;
- подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

В Блок 4 "Государственная итоговая аттестация" входят

- подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена;
- представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), оформленной в соответствии с требованиями, устанавливаемыми Министерством образования и науки Российской Федерации и локальными актами НИ ТГУ. По результатам представления научного доклада НИ ТГУ дает заключение, в соответствии с пунктом 16 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842.

Научно-квалификационная работа (диссертация), подготовленная и оформленная в соответствии с установленными в университете требованиями, может быть представлена на соискание ученой степени PhD TSU в соответствие с локальными актами НИ ТГУ.

4.1. Базовый учебный план для программы аспирантуры по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия для очной формы обучения

Индекс	Наименование блоков ООП, модулей, дисциплин, практик	Трудоёмкость			Распределение трудоёмкости дисциплин по семестрам											Виды учебной работы	Формы промежуточной аттестации	Формируемые компетенции			
		Общая в зач. ед.	В часах		1	2	3	4	5	6	7	8									
			общая	аудиторная																	
Блок 1 Дисциплины (модули)																					
Базовая часть																					
Б.1.1	Иностранный язык (модуль)	6	216/40	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	ПЗ	зКЭ	УК-3, УК-4, УК-2, УК-3,	
Б.1.2	История и философия науки	3	108/26	1	2													Л, С	зКЭ	УК-2, УК-3,	
Варнагивная часть		21	756/154	4	5	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2				
Обязательные дисциплины		16	576/128																		
В.1.1	Академическое письмо (модуль)	3	108/22		1	1	1											Л, С	3З0з	УК-3, УК-4, ОПК-2, ПК-6	
В.1.2	Основы педагогики и психологии	2	72/14		2													Л, С	30	УК-6, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-6	
В.1.3	Методология научных исследований	2	72/8	2														Л, ПЗ	3	УК-2, УК-3, УК-5, ОПК-2, ПК-5	
В.1.4	Научно-исследовательский семинар	9	324/84		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	С	333333	УК-1, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5		
Профессиональный модуль по выбору																					
В.1.5	Физика конденсированного состояния	5	180/26		1	1	2											Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3	
В.1.6	Астрометрия и небесная механика	5	180/26															Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1	
В.1.7	Теоретическая физика	5	180/26															Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1	

В.1.8	Радиофизика	5	180/26															Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2
В.1.9	Лазерная физика	5	180/26															Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
В.1.10	Физика атмосферы и гидросферы	5	180/26															Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
В.1.11	Оптика	5	180/26															Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4
В.1.12	Физика полупроводников	5	180/26															Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4
В.1.13	Теплофизика и теоретическая тепло-техника	5	180/26															Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4
Блок 2. Практики		6	216																	
В.2.1	Педагогическая	3	108																	
В.2.2	Организационно-исследовательская	3	108																	
Блок 3. Научные исследования		195	7020	23	22	24	24	24	24	19	28	26	19							
В.3.1	Научно-исследовательская деятельность	159	5724	25	21	23	24	24	19	14	14	14	19							
В.3.2	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук	36	1296																	
Блок 4. Государственная итоговая аттестация		9	324																	
													6							

Б.4.1	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	3	108																3	Оц	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
Б.4.2	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)	6	216																6	Оц	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
Факультеты		4	144/32	1	1	1	1	1	1	1											
ФТД.1	Дисциплина 1	2	72/16	1	1															33	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
ФТД.2	Дисциплина 2	2	72/16					1	1	1										33	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1
Итого без факультетов		240	8640	30	30	30	30	30	30	30	32	28	30	30							
Итого		244	8784	31	31	31	31	31	31	31	32	28	30	30							

4.2 Базовый учебный план для программы аспирантуры по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия для заочной формы обучения.

Индекс	Наименование блоков ООП, модулей, дисциплин, практик	Трудоемкость		Распределение трудоемкости дисциплин по семестрам										Виды учебной работы	Формы промежуточной аттестации	Формируемые компетенции		
		Общая в зач. ед.	В часах общая/ аудиторная	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Блок I Дисциплины (модули)		30	1080/220	4	7,5	5	3,5	2,5	1,5	2,5	2,5	1						
Базовая часть		9	324/50	1,5	3	2,5	1	1	1									
Б.1.1	Иностранный язык (модуль)	6	216/34	1,5	1,5	1	1	1										УК-3, УК-4
Б.1.2	История и философия науки	3	108/16		1,5	1,5												УК-2, УК-3
Вариативная часть		21	756/154	2,5	4,5	2,5	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	1						
Обязательные дисциплины		16	576/128	2	4	2	2	1	1	1	1	1						
В.1.1	Академическое письмо (модуль)	3	108/22		1	1	1											УК-3, УК-4, ОПК-2, ПК-6
В.1.2	Основы педагогики и психологии высшей школы	2	72/14		2													УК-6, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-6
В.1.3	Методология научных исследований	2	72/8	2														УК-2, УК-3, УК-5, ОПК-2, ПК-5
В.1.4	Научно-исследовательский семинар	9	324/84		1	1	1	1	1	2	1	1						УК-1, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5
Профессиональный модуль по выбору		5	180/26	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5							

В.1.5	Физика конденсированного состояния	5	180/26															Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3	
В.1.6	Астрометрия и небесная механика	5	180/26															Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1	
В.1.7	Теоретическая физика	5	180/26															Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1	
В.1.8	Радиофизика	5	180/26															Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2	
В.1.9	Лазерная физика	5	180/26															Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4	
В.1.10	Физика атмосферы и гидросферы	5	180/26															Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3	
В.1.11	Оптика	5	180/26															Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4	
В.1.12	Физика полупроводников	5	180/26															Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4	
В.1.13	Теплофизика и теоретическая теплотехника	5	180/26															Л, ПЗ	333КЭ	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3	
Блок 2. Практики		6	216						2	1					1	1	1				
В.2.1	Педагогическая	3	108						2	1										30	ОПК-4, ПК-6
В.2.2	Организационно-исследовательская	3	108												1	1	1			3	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, ПК-5
Блок 3. Научные исследования		195	7020																		
В.3.1	Научно-исследовательская деятельность	150	5400																		УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5
																					30,30, 30,30, 30,30, 30,30, 30,30

В.3.2	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук	45	1620									10	10	3	12	3333	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5
Блок 4. Государственная итоговая аттестация		9	324											3	6		
Б.4.1	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	3	108											3		Оц	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
Б.4.2	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)	6	216												6	Оц	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
Факультативы		34	1224/230														
ФТД.1	Дисциплина 1	2	72/16				0,5	0,5	0,5	0,5	0,5					3333	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
ФТД.2	Дисциплина 2	2	72/12				0,5	0,5	0,5	0,5						3333	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1
Итого		4		0	0	1	1	1	1	1							
Итого без факультативов		240	8640	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24		
Итого		272		24	24	25	25	25	25	25	24	24	24	24	24		

Перечень аннотаций дисциплин приведен в разделе 4.5.

4.5 Аннотации рабочих программ дисциплин (модулей) по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия.

4.5.1 Блок 1 «Дисциплины (модули)», Базовая часть

История и философия науки (Блок 1, Базовая часть, 3 зачетные единицы, 108 часов)

Цели дисциплины: познакомить обучающихся с историей науки, основными этапами динамики науки в Западной культуре, изменениями парадигм научной рациональности, сформировать знание о природе науки, критериях научности, методах научного исследования, структуре научного знания, о проблемах истины и объективности, соотношении фундаментального и прикладного знания в современных исследованиях, о роли ценностей в научном познании.

В результате обучения обучающийся должен:

Знать:

- предмет и проблемное поле истории и философии науки, характер современных социальных проблем, связанных с особенностями функционирования данной сферы общества;
- основные школы философии науки и основных представителей отечественной и зарубежной философии науки;

Уметь:

- отвечать на вопросы о природе науки, общих закономерностях научного познания в его историческом развитии и в изменяющемся социокультурном контексте;
- ориентироваться в основных методологических и мировоззренческих проблемах, возникающих в науке на современном этапе ее развития;
- использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;
- применять на практике базовые профессиональные навыки;

Владеть:

- информацией по данной дисциплине, на уровне умения вести дискуссию и отстаивать собственную точку зрения.
- навыками методологического анализа в области теоретических и прикладных исследований.

Иностранный язык (модуль) (Блок 1, Базовая часть, 6 зачетных единиц, 216 часов)

Изучение иностранного языка рассматривается как неотъемлемая часть подготовки кадров высшей квалификации. Целью обучения иностранному языку в современных условиях является подготовка аспиранта к аналитической работе с источниками информации и с аутентичной научной литературой на иностранном языке по теме диссертационного исследования и формирование готовности осуществлять межкультурную профессионально ориентированную коммуникацию с представителями научного мира. Кроме того, программа готовит аспиранта к сдаче кандидатского экзамена по иностранному языку.

Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Иностранный язык» является развитие и совершенствование иноязычной коммуникативной компетенции аспирантов, включающей в себя лингвистическую, социолингвистическую, дискурсивную, стратегическую и другие виды компетенций, способствующих эффективному иноязычному общению во время участия в международных научных мероприятиях.

Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих *задач*:

- Совершенствование умений обучающихся во всех видах речевой деятельности (аудирование, говорение, чтение, письмо) и формах коммуникации с учетом социокультурного и межкультурного компонентов делового общения на иностранном языке.
- Совершенствование умения выстраивать речевую коммуникацию в соответствии с основами межкультурной научной коммуникации.
- Развитие и совершенствование умений и навыков самостоятельной работы с аутентичными источниками и информационными ресурсами.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- лексические единицы, связанные с тематикой изученных разделов и ситуациями иноязычной коммуникации;
- требования к оформлению письменных работ, в соответствии с правилами и стандартами иноязычной коммуникации, принятыми в международной практике;
- правила коммуникативного поведения в ситуациях межкультурного иноязычного общения;
- лексические и словообразовательные явления иностранного языка, характерные для ситуаций аутентичного межкультурного общения;
- основные принципы построения дискурса в соответствии с нормами, формами и типами коммуникации.

Уметь:

- свободно выражать свои мысли, адекватно используя разнообразные языковые средства с целью выделения релевантной информации и моделировать возможные ситуации общения между представителями различных культур и социумов;
- продуцировать и репродуцировать последовательное, логичное, развернутое, аргументированное, эмоционально-образное, цельное и завершенное по смыслу и лингвистически правильно оформленное высказывание в соответствии с поставленной коммуникативной задачей;
- проанализировать и передать содержание услышанного, увиденного, прочитанного текста; ориентироваться в структуре текста, устанавливать смысловые связи между отдельными его частями; выделять основную мысль, наиболее существенные факты, иллюстрирующие, подтверждающие, поясняющие основную мысль в аутентичных текстах разнообразного характера, опуская второстепенные детали;
- понимать полностью содержание аутентичных текстов, используя для этого все приемы смысловой переработки текста (догадку, анализ, выборочный перевод);
- реализовывать логико-композиционную и логико-смысловую структуру письменного текста; стилистически правильно, соответственно цели письменного высказывания, содержанию и конкретной речевой ситуации оформлять письменное высказывание.

Владеть:

- навыками социокультурной и межкультурной коммуникации, обеспечивающими адекватность социальных и профессиональных контактов;
- общей культурой дискуссии, умением представлять спорные вопросы и разнообразные точки зрения;

- приёмами использования современных информационных технологий при осуществлении различных видов работы с информацией (поиск, извлечение, присвоение, презентация и др.);
- методами и приемами работы с различными видами словарей и различными источниками информации на иностранном языке;
- умениями эффективного использования коммуникативных стратегий, специфичных для ситуаций иноязычного общения.

4.5.2 Блок 1 «Дисциплины», Вариативная часть (обязательная)

Методология научных исследований по направлению (Блок 1 Вариативная часть, обязательные дисциплины, 2 зачётные единицы, 72 часа)

Дисциплина призвана создать широкий когнитивный, эпистемологический и нарративный контекст. Он имеет двойную цель: показать слушателям объективную сторону науки как корпорации по получению нового знания и субъективные аспекты творческих занятий будущего профессионала, где методология исследований играет роль эвристических предписаний, снижающих риски неудачи. Дисциплина позволяет аспиранту: 1) получить целостное представление о науке как целеустремлённой системе деятельности в конкурентной среде, её жизненном цикле, типологии её субъектов; 2) квалифицировать свою научную работу по признакам уровня творческой продуктивности; 3) рефлексировать собственные принципы творчества, проводимого в коллективе, вовлеченном в инновационный процесс; 4) выработать систему критериев для оценки эффективности методологических средств, процесса и результатов своих исследований; 4) осознать и освоить нормы содержательной коммуникации в научном сообществе, используя в качестве практики формулирование защищаемых положений в своей диссертации и их аргументированные оценки.

Целями освоения дисциплины «Методология научных исследований по направлению» является формирование у аспирантов представлений об особенностях научно-исследовательской работы (НИР) как сложной целеустремлённой системе деятельности в контексте инновационного процесса.

Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:

- 1) привлечение внимания аспирантов к важности осознания практикуемой методологии научных исследований
- 2) знакомство с принципами НИР как индивидуального творчества, согласуемого с коллективной деятельностью, а также элементы практической эпистемологии, науковедения, когнитивистики;
- 3) знакомство с теорией творчества как целеустремлённой системой деятельности;
- 4) формирование системы приёмов анализа: уровня продуктивности научных исследований, места проводимой НИР в развитии научного направления, осуществляющегося в конкурентной среде;
- 5) формирование у аспиранта системы критериев для оценки эффективности методологии исследований;
- 6) закрепление и совершенствование навыков содержательной коммуникации в научном сообществе, включая подготовку диссертации с учётом её жанровых особенностей и формальных требований к ней.

В результате обучения аспирант должен:

Знать:

- базовые определения понятий: «факт», «закономерность», «закон», «формула», «принцип», «понятие», «модель», «теория», «константа», «научный метод», «гипотеза», «парадигма (познавательная модель)», «эпистема», «знания»;
- общие сведения о принципах проведения научных исследований, выборе методов исследований, оценке их результатов и проблемы, встающие при этом;
- критерии истинности научного знания и механизмы его эволюции;
- основы теории целенаправленных систем деятельности (ЦСД) В.И. Корогодина;
- типичные трудности с формулированием цели и задач НИР, с определением методов и моделей исследований;
- типичные трудности с определением научной ценности результатов НИР;
- репликационную природу генезиса, развития и распространения знаний;
- описание S-образной кривой (жизненного цикла) ЦСД по получению знаний и интерпретацию методологии научных исследований в терминах схемы ЦСД;
- шкалу творческих личностей, их роль на различных стадиях эволюции ЦСД;
- интерпретацию теории научных революций Куна средствами теории ЦСД Корогодина;
- сценарии «омоложения» нормальной (в смысле Куна) науки;
- идеалы научности в современной трактовке;
- причины неустранимости человеческого фактора из познавательной деятельности;
- принцип «соинтуиции» С.В. Мейена, социально-психологические барьеры для инноваций в науке и риски, сопряжённые с научно-техническим творчеством;
- роль естественных наук в контексте сингулярности истории И.М. Дьяконова и перехода к стационарности Мир-Системы;
- ориентировочный порядок изложения материала в диссертации.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Уметь:

- отличать объект исследования от предметов исследования, оперируя принципом наблюдаемости и концепцией наблюдателя за наблюдателем;
- обоснованно квалифицировать уровень своей НИР по шкале творческих личностей;
- устанавливать место творческого результата на логистической кривой развития ЦСД;
- формулировать защищаемое положение как высказывание в канонической форме;
- отличать высказывание научное от технического;
- аргументировать достоверность защищаемого положения и других результатов НИР;
- рефлексировать, обосновывать, раскрывать новизну защищаемого положения и других результатов НИР;
- характеризовать свою НИР с точки зрения идеалов научности;
- толковать современное состояние, тенденции, перспективы развития лазерной физики и техники в терминах жизненного цикла ЦСД.

Владеть:

- навыками рефлексии выбираемых методов научных исследований;
- навыками аргументации актуальности, научной ценности, практической значимости результатов своей НИР;
- стереотипами коммуникации в научном сообществе, создаваемой как репликация творческих продуктов;

- приёмами анализа конкурентных направлений НИР в области физики и астрономии, исходя из принципов описания ЦСД творчества.

Научно-исследовательский семинар (Блок 1, Вариативная часть, обязательные дисциплины, 9 зачётных единиц, 324 часа)

Научно-исследовательская работа (НИР) аспиранта – важнейший компонент послевузовского высшего образования. Целью научно-исследовательской работы является подготовка аспиранта к самостоятельной деятельности как учёного-исследователя. Содержание научно-исследовательской работы определяется в соответствии с выбранным профилем и темой кандидатской диссертации.

Цели и задачи НИР: становление мировоззрения аспиранта как профессионального учёного, формирование и совершенствование навыков самостоятельной научно-исследовательской работы, включая постановку и корректировку научной проблемы, работу с разнообразными источниками научно-технической информации, проведение оригинального научного исследования самостоятельно и в составе научного коллектива, обсуждение НИР в процессе свободной дискуссии в профессиональной среде, презентацию и подготовку к публикации результатов НИР, а также подготовку диссертации на соискание учёной степени кандидата наук по выбранному профилю.

НИР аспиранта должна:

- соответствовать основной проблематике профиля, в рамках которого защищается кандидатская диссертация;
- быть актуальной, содержать научную новизну и практическую значимость;
- основываться на современных теоретических, методических и технологических достижениях отечественной и зарубежной науки и практики;
- использовать современную методiku научных исследований;
- базироваться на современных методах обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий;
- содержать теоретические (методические, практические) разделы, согласованные с научными положениями, защищаемыми в кандидатской диссертации.

Порядок представления и защиты диссертации на соискание учёной степени кандидата наук установлен Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации (ВАК России).

Требования к содержанию и оформлению диссертационной работы определяются Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации (ВАК России).

Академическое письмо (Блок 1 Вариативная часть, обязательная дисциплина, 3 зачетные единицы, 108 часов)

Академическое письмо занимает центральное место в комплексе дисциплин, составляющих академическую грамотность. Владение навыками и приемами создания научных текстов различных типов является неотъемлемой частью подготовки аспирантов к научно-педагогической деятельности.

Целью освоения дисциплины «Академическое письмо» является формирование у аспирантов навыков структурированного изложения собственных идей, умения создавать

научные и научно-информационные тексты различных видов с учетом специфики академического дискурса.

- Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:
- изучение специфики, типологии и видов академического письма;
- обзор эффективных технологий коммуникации, в том числе в академическом сообществе;
- изучение принципов и приемов создания научного текста в ряде основных его модификаций;
- обеспечение аспирантов практическими навыками создания и редактирования научного текста для публикации;
- освоение особенностей академической традиции в определенной сфере научной деятельности в соответствии с профилем подготовки аспиранта.

В результате обучения аспирант должен:

Знать:

- особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах;
- методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках;
- стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках;
- нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР;
- требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях;

Уметь:

- следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач;
- следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках;
- представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях;
- представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу;

Владеть:

- навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в том числе междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах;
- различными типами коммуникаций при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач;
- навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках;
- навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках.

Основы педагогики и психологии высшей школы (Блок 1, Вариативная часть, обязательная дисциплина, 2 зачетные единицы, 72 часа)

Данная дисциплина ориентирована на углубление психолого-образовательной подготовки аспирантов как резерва научно-педагогического состава вуза. Базовыми составляющими такой подготовки является способность и готовность аспирантов, как потенциальных преподавателей вуза, к целостному системному пониманию закономерностей и особенностей развития мировой и отечественной системы образования; современных концепций реализации педагогической деятельности в системе высшего профессионального образования в России и за рубежом; к определению задач использования проектирования в профессионально-педагогической деятельности, в том числе и для развития инновационной деятельности в образовании; к выбору и применению технологий проектирования диагностического инструментария, мониторинга образовательных результатов, позволяющих осуществлять решения педагогических задач. Программа имеет модульную структуру, обеспечивающую возможность выбора индивидуального профиля самостоятельной работы, составляющей 70% общей трудоемкости дисциплины.

Цели и задачи освоения дисциплины:

Целью дисциплины «Основы педагогики и психологии высшей школы» является содействие становлению и развитию психолого-дидактических компетенций современного вузовского преподавателя в условиях модернизации профессионального образования.

Задачи программы:

- развитие готовности и способности к рефлексивному использованию в организации образовательного взаимодействия специфических видов образовательной деятельности, адекватных постановке и решению образовательных задач в ценностях развития;
- формирование психолого-образовательных компетенций обучающихся (аспирантов) в области построения собственной образовательной и профессиональной стратегий в процессе осуществления ими преподавательской деятельности;
- освоение аспирантами понятий, принципов и методов психолого-педагогической диагностики и мониторинга, позволяющих проектировать и реализовывать развивающий эффект диагностических процедур;
- формирование психолого-образовательной готовности преподавателя к работе со студентами разных курсов;
- расширение представлений аспирантов о современных подходах к проблеме психологической безопасности в учреждениях высшего профессионального образования.

4.5.3 Блок 1 »Дисциплины (модули), Вариативная часть (модули по выбору)

Модуль «Физика конденсированного состояния» (Блок 1, Вариативная часть, Модуль по выбору, 5 зачетных единиц, 180 часов)

Электронные свойства твердых тел

Цели раздела: формирование у аспирантов представления о свойствах твердых тел, обусловленных изменением состояния электронной подсистемы при различного рода внешних полевых воздействиях на твердое тело.

Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:

- знакомство с методами теоретического и экспериментального изучения топологии поверхности Ферми;

- изучение методов расчета кинетических коэффициентов при различного рода полевых воздействиях на твердое тело;
- использование полученных теоретических знаний об электронной структуре и электронных свойствах для анализа электронной структуры металлов и их сплавов.
- приобретение навыков и умений по решению практических задач по электронной структуре и электронным свойствам твердых тел.

В результате обучения обучающийся должен:

Знать:

- пределы применимости модели почти свободных электронов к теоретическому анализу поверхности Ферми металлов;
- почему валентные электроны в поле периодического потенциала распадаются на группы с различными физическими свойствами;
- почему циклическое движение электронов невозможно в электрическом поле, но возможно в магнитном поле;
- как использовать явление циклотронного резонанса, поглощения ультразвука в магнитном поле, эффекта де-Гааза-ван-Альфена для получения экспериментальной информации о характеристиках поверхности Ферми;
- поведение валентных электронов во внешних полях;
- кинетический метод анализа потока квазичастиц во внешних полях;
- анализ термоэлектрических явлений;
- особенности теплопроводности металлов;
- как использовать эффект Холла для получения экспериментальной информации о знаке носителей заряда и эффективной электронной плотности;
- как использовать теоретические знания об электронной структуре твердых тел и их электронных свойствах для анализа электронной структуры простых металлов;
- влияние электронной концентрации на предел растворимости в сплавах на основе благородных металлов.

Уметь:

- использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;
- применять на практике базовые профессиональные навыки;
- эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование;
- использовать специализированные знания в области электронных свойств твердых тел для научно-исследовательской работы.

Владеть:

- информацией по данному разделу, на уровне умения вести дискуссию и отстаивать собственную точку зрения.

Теория дислокаций

Цели раздела: формирование у аспирантов представлений о реальной структуре кристаллов, дислокациях как непременной составляющей, геометрических и упругих свойствах дислокаций, их взаимодействии, структурных моделях дислокаций в металлах, их подвижности, фундаментальной роли дислокаций в формировании физико-механических свойств кристаллов.

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

- знакомство аспирантов с понятием дислокации как особого линейного дефекта кристаллической решетки, структурными моделями индивидуальных дислокаций; дислокационными превращениями; поведением дислокаций во внешних полях;
- применение методов механики сплошной среды к расчету полей напряжений дислокаций, их энергии, их взаимодействия, свойств и поведения дислокационных систем;
- использование знания кристаллографии для анализа периодичности кристаллической решетки, особенностях структуры и подвижности дислокаций в интерметаллидах;
- теоретический анализ термоактивационного движения и динамики дислокаций;
- развитие умения и навыков использования совокупности знаний о свойствах дислокаций для решения задач создания конструкционных материалов новых поколений.

В результате обучения обучающийся должен:

Знать:

- роль дислокаций в снижении теоретической прочности кристаллов, особенностях кристаллографии пластического сдвига, природы температурной зависимости характеристик прочностных свойств;
- методы анализа структуры индивидуальных дислокаций в кристаллах с различной кристаллической решеткой;
- механизмы генерации дислокаций;
- особенности и методы экспериментального измерения параметров термически активируемого движения дислокаций;
- методы снижения подвижности дислокаций и их генерации при изменении условий внешнего воздействия и состояния поверхности кристаллов;
- основные направления повышения прочности.

Уметь:

- применять методы теории упругости к расчетам полей смещений, упругих напряжений, упругого взаимодействия индивидуальных групп дислокаций;
- оценить возможности и методы реализации теоретической прочности кристаллов;
- оценить роль генерации и взаимодействия дислокаций в реализации прочностных свойств кристаллов;
- выполнять анализ влияния особенностей структуры индивидуальных дислокаций на прочностные свойства кристаллов с ГЦК ОЦК структурой;
- пользоваться треугольником Томпсона для анализа формирования дислокационных барьеров (угловых дислокаций) в ГЦК кристаллах;

Владеть:

- общими принципами повышения прочностных свойств кристаллов в условиях дислокационной пластичности;
- анализировать возможности реализации дислокационных превращений и генерации точечных дефектов при взаимодействии дислокаций.

Нанофазные и аморфные материалы

Цели раздела: формирование у аспирантов представлений о современном состоянии проблем физики и технологии наноструктурных и аморфных материалов, особенностях их микроструктуры, методах получения, взаимосвязи микроструктуры с физико-механическими свойствами и возможностях применения в современной технике.

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

- знакомство с современным состоянием вопроса об атомной структуре границ зерен в кристаллах;
- изучение особенностей дефектной структуры объема и границ зерен в наноструктурных состояниях;
- влияние размерного фактора на особенности фазовых превращений в кристаллах;
- знакомство с методами получения металлических стекол и наноструктурных материалов разного класса;
- взаимосвязи масштабного фактора и особенностей микроструктуры с физико-механическими свойствами наноструктурных материалов.

В результате обучения обучающийся должен:

Знать:

- типы границ зерен, их геометрические и атомные модели;
- классификация НС материалов и методы (механические и электрофизические) их получения;
- особенности дефектной микроструктуры объема и границ зерен НС материалов;
- влияние масштабного фактора на особенности фазовых превращений в НС материалах;
- атомные модели НС материалов и металлических стекол;
- особые физические и механические свойства металлических стекол и НС материалов, их связь с особенностями фазово-структурных состояний.

Уметь:

- оценить возможности наноструктурирования микроструктуры кристаллических материалов для формирования их особых физико-механических свойств;
- выбирать способы технологической (металлургической, механической, электрофизической) обработки для наноструктурирования микроструктуры кристаллов разного типа;
- провести анализ влияния особенностей наноструктурного состояния (размеров нанокристаллов, их дефектной субструктуры, особенностей гетерофазного состояния) на механические свойства материала в НС состоянии;
- использовать полученные знания для критического анализа спорных проблем физики наноструктурного состояния

Владеть:

- знаниями основных проблем физики наноструктурного состояния;
- методами и технологиями получения наноструктурных материалов.

Микромеханика деформируемого твердого тела

Цели раздела: формирование у аспирантов представления о современных основах микромеханики деформируемого твердого тела, включающих общие представления о деформации композиционных материалов, деформацию двойникованием, термоупругие мартенситные превращения и основы разрушения твердых тел.

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

- Микромеханика деформации двухфазных сплавов;
- Теоретическое описание механического двойникования в ГЦК кристаллах, В2, L12 интерметаллидах;
- Теоретическое описание термоупругих мартенситных превращений;
- Теоретическое описание разрушения твердых тел.

В результате обучения обучающийся должен:

Знать:

- Основные механизмы пластической деформации – скольжение, двойникование и мартенситные превращения;
- возможности использования механизмов пластической деформации при описании деформационного упрочнения и разрушения на практике;
- условия, определяющие смену механизма деформации от скольжения к двойникованию и от скольжения к мартенситному превращению;
- влияние двойникования и мартенситного превращения на характер разрушения в однофазных и композиционных металлических материалах;
- условия развития мартенситных превращений в ферромагнитных материалах под действием магнитных полей;

Уметь:

- использовать знания об основных механизмах деформации для проектирования композиционных материалов с заданными модулями упругости, прочностными и пластическими свойствами;
- разрабатывать композиционные материалы с функциональными свойствами – эффектом памяти формы и сверхэластичности;
- структурировать композиционные материалы и высокопрочные сплавы по их механизмам деформации – скольжение, двойникование и мартенситные превращения;
- создавать ферромагнитные сплавы с магнитным эффектом памяти формы и магнитоэластичностью;
- разрабатывать методы оценки прочностных свойств высокопрочных материалов;
- готовить документацию по прочностным и пластическим характеристикам высокопрочных материалов;
- осуществлять общее руководство коллективом разработчиков композиционных материалов.

Владеть:

- знаниями о механизмах пластической деформации – скольжение, двойникование и мартенситные превращения в высокопрочных материалах;
- навыками кристаллографических моделей, описывающих зарождение и рост механических двойников и мартенситных кристаллов;
- методами (металлографический, рентгенографический и электронномикроскопический) определения механизма деформации - скольжение, двойникование и мартенситные превращения в высокопрочных материалах.

Модуль «Астрометрия и небесная механика» (Блок 1, Вариативная часть, Модуль по выбору, 5 зачетных единиц, 180 часов)

Аналитические и качественные методы небесной механики

Целью освоения раздела «Аналитические и качественные методы небесной механики» является формирование у аспирантов современных представлений о состоянии исследований в области методов небесной механики. Предполагается углубленное изучение аналитических и качественных методов исследования динамики небесных тел для углубленной подготовки аспиранта к сдаче кандидатского экзамена по специальности.

Задачами раздела являются:

- изучение основных форм представления уравнений движения небесных тел;
- знакомство с математическими моделями сил, действующих на небесные тела;
- освоение способов построения разложения возмущающей функции;
- освоение методов аналитического интегрирования уравнений движения небесных тел;
- овладение методами усреднения уравнений движения рассматриваемых объектов;
- знакомство с методами качественного анализа динамики небесных тел и основами теории Колмагорова–Арнольда–Мозера.

Методы определения параметров орбит малых тел по данным наблюдений

Целью раздела «Методы определения параметров орбит малых тел по данным наблюдений» является формирование у аспирантов современных представлений о задаче уточнения параметров орбит и основных методах ее решения.

Задачами раздела являются:

- изучение классификации ошибок наблюдений и вероятностных распределений функций случайных величин;
- формирование современных представлений о методах решения обратных задач по данным наблюдений в разных областях астрономии, включая небесную механику;
- изучение особенностей и свойств итерационных методов Гаусса-Ньютона, градиентного спуска, продолжения по параметру и их модификаций, а также метода вариационно-взвешенных квадратических приближений при определении параметров орбит;
- формирование представлений о классификации задач оценивания по степени нелинейности и методах оценок точности решений, включая определение вероятностных областей возможных значений параметров орбит;
- изучение методов отбраковки наблюдений и построения весовых матриц.

Изучение раздела включает также в себя рассмотрение и анализ особенностей обратных задач в диссертационной работе аспиранта, что должно способствовать их решению на современном уровне и сформировать навыки решения задач оценивания в целом.

Резонансы и малые знаменатели в небесной механике

Целью освоения раздела «Резонансы и малые знаменатели в небесной механике» является знакомство с теоретическими основами в области резонансной динамики Солнечной системы, уравнений движения небесных тел, методологией моделирования резонансных движений; формирование представлений о современном состоянии исследований орбитальных резонансов в Солнечной системе.

Задачами раздела являются:

- знакомство с проблемой малых знаменателей, возникающей при математических исследованиях дифференциальных уравнений движения тел Солнечной системы;
- получение знаний об основных положениях теории резонансов в небесной механике и методологией исследования орбитальных резонансов;
- знакомство с современными методами моделирования резонансных движений;
- умение применять теоретические знания в задачах исследования орбитальных резонансов тел Солнечной системы;
- получение представления о современных тенденциях развития исследований орбитальных резонансов как одного из механизмов эволюции Солнечной системы.

Метеорная астрономия

Целью освоения раздела «Метеорная астрономия» является изучение теоретических основ метеорной астрономии и на этой базе освоение метода моделирования формирования и эволюции метеороидных потоков. Предполагается, что аспиранты, выбравшие этот курс, работают над кандидатской диссертацией по данной теме.

В результате изучения раздела аспиранты должны:

- получить знания о метеорном веществе в Солнечной системе и методах его изучения;
- освоить моделирование физических явлений и, в частности, моделирование формирования метеороидных потоков, методом Монте-Карло;
- освоить некоторые программы и приёмы численного интегрирования уравнений движения;
- приобрести навыки работы на суперкомпьютере.

Модуль «Теоретическая физика» (Блок 1, Вариативная часть, Модуль по выбору, 5 зачетных единиц, 180 часов)

Современные проблемы квантовой механики

Цели раздела: дополнение и расширение знаний о квантовых системах и закономерностях, присущих квантовым явлениям, прояснение вопросов, связанных с основаниями квантовой теории и ее математическим формализмом, дать представление о современном состоянии квантовой теории.

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

- Получить дополнительные сведения о положении дел в современной нерелятивистской квантовой механике.
- Освоить метод обратной задачи квантовой теории рассеяния для операторов различных типов, применение данного метода для построения точных решений уравнений квантовой механики и в теории нелинейных уравнений математической физики
- Изучить свойства когерентных состояний.
- Изучить теорию обобщенных измерений.
- Получить первичные знания в области квантовой теории информации.

Для изучения данного раздела необходимо знание квантовой механики, умение решать дифференциальные уравнения, иметь начальные сведения по теории вероятностей и статистике, обладать умениями в области математической физики.

В результате обучения обучающийся должен:

Знать:

- основные парадоксы квантовой механики связанные с физической интерпретацией и математическим аппаратом, и идеи их устранения;
- постановку прямой и обратной задачи рассеяния в квантовой механике;
- представление о функциях Йоста, свойства функций Йоста;
- аналитические свойства матрицы переноса, роль дискретного спектра в задаче рассеяния;
- понятие о данных рассеяния, уравнение обратной задачи рассеяния;
- связь потенциала и данных рассеяния;
- анализ термоэлектрических явлений;

- связь потенциалов уравнения квантовой механики солитонных решений нелинейных уравнений;
- знать основные представления о некоммутативных свойствах квантовых систем;
- знать основные проблемы квантовой теории информации и подходы к их решениям;
- квантовые состояния, используемые в теории квантовой теории информации;
- неравенство Бэлла, его интерпретацию и связь с парадоксом Эйнштейна-Подольского-Розена.

Уметь:

- использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;
- применять на практике базовые профессиональные навыки;
- применять методы современной квантовой теории к решению в прикладных задач и разработок;
- использовать специализированные знания в области современной квантовой теории в научно-исследовательской работе.

Владеть:

- культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения
- информацией по данной дисциплине, на уровне умения вести дискуссию и отстаивать собственную точку зрения;
- основными понятиями квантовой теории информации, методом когерентных состояний.

Интегрируемые системы

Цели раздела: подготовка аспирантов, владеющих современными математическими методами исследования интегрируемых моделей теоретической физики, формирование у аспиранта навыков исследования уравнений математической физики методами симметричного анализа, освоение подходов и методов построения точных и приближенных решений и исследования свойств решений.

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

- изучение математического аппарата теории симметрии дифференциальных уравнений;
- овладение методами группового и алгебраического анализа дифференциальных уравнений математической физики;
- изучение метода квазиклассических асимптотик для нелинейных уравнений математической физики;
- изучение современных аналитических методов построения приближенных решений нелинейных уравнений математической физики.

Для изучения данного раздела необходимо знание теории обыкновенных дифференциальных уравнений, теории групп и алгебр Ли, функционального анализа, уравнений математической физики, квантовой механики, классической теории поля, умение решать дифференциальные уравнения.

В результате обучения обучающийся должен:

Знать:

- основные идеи, примеры и свойства математических моделей, приводящие к представлениям о симметрии;

- методы вычисления групп симметрии дифференциальных уравнений;
- основные представления о высших симметриях дифференциальных уравнений;
- основные понятия о точном интегрировании линейных уравнений с частными производными методом разделения переменных и методом некоммутативного интегрирования;
- аналитические методы построения приближенных решений.

Уметь:

- применять групповые методы для вычисления симметрий уравнений в частных производных;
- применять метод разделения переменных в произвольных координатах и в разделяющихся координатах;
- применять метод некоммутативного интегрирования к простейшим уравнениям квантовой теории;
- применять методы приближенного интегрирования к линейным и нелинейным модельным уравнениям.

Владеть:

- культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения
- информацией по данной дисциплине, на уровне умения вести дискуссию и отстаивать собственную точку зрения;
- основными понятиями и методами теории интегрируемых систем.

Квантовая электродинамика

Цели раздела: познакомить аспирантов с основными методами расчетов в квантово-полевых теориях элементарных частиц на примере квантовой электродинамики (КЭД).

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

- освоение методов расчета квантовополевых поправок и методов теории перенормировок;
- применение методов КЭД в расчетах классических однопетлевых поправок;
- освоение техники вычисления квантовых поправок при описании эффектов взаимодействия квантованного электромагнитного поля с заряженными частицами;
- анализ квантовых однопетлевых поправок в КЭД.

Для изучения курса КЭД необходимо знание основ квантовой теории поля, теории рассеяния и квантовой механики.

В результате обучения обучающийся должен:

Знать:

- основные идеи и методы физики элементарных частиц;
- основы квантовой электродинамики, методы расчета и основные экспериментальные данные.

Уметь:

- использовать знания о современной естественнонаучной картине мира в образовательной и профессиональной деятельности, применять методы математической обработки информации, теоретического и экспериментального исследования;
- логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь;

- применять методы квантовой теории поля к описанию элементарных процессов квантовой электродинамики;
- вычислять амплитуды рассеяния в низшем порядке теории возмущений, проводить регуляризацию и перенормировку однопетлевых диаграмм.

Владеть:

- культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения
- основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией;
- способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- основными методами квантовой электродинамики, понимать роль квантовой электродинамики в объяснении физических закономерностей микрообъектов.

Релятивистская теория излучения

Цели раздела: подготовка аспирантов, владеющих современными представлениями о свойствах релятивистского излучения и их применением в современной теоретической и прикладной физике и астрофизике.

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

- ознакомление с современными представлениями релятивистской теории излучения;
- ознакомление со свойствами синхротронного излучения релятивистских электронов (непрерывный спектр, простирающийся вплоть до гамма-излучения, большая интенсивность и высокая степень поляризации);
- освоение методов современной теории релятивистского излучения;
- ознакомление с физическими приложениями релятивистской теории излучения в экспериментах с поляризованными пучками релятивистских частиц в физике высоких энергий, в спектроскопии твёрдого тела (фотоэлектронная спектроскопия, кристаллография, рентгеновская люминесценция и т. д.), в биологии (исследование структуры молекул ДНК), в медицине (ангиография, фильтрация крови), в геологии (элементный анализ), в экологии (анализ атмосферных аэрозолей, почвы и воды), а также в создании новых прогрессивных технологий микроэлектроники и микромеханики;
- ознакомление с приложениями релятивистской электродинамики в исследованиях проблем фундаментальной физики, включая поведение и свойства материи в экстремальных условиях (сверхсильные магнитные поля и сверхвысокие энергии), астрофизические приложения теории релятивистского излучения.

Для изучения данного раздела необходимо знание классической электродинамики, умение решать дифференциальные уравнения, иметь начальные сведения по теории вероятностей и статистике, обладать умениями в области математической физики.

В результате обучения обучающийся должен:

Знать:

- основные представления о роли синхротронного излучения в общей теории излучения релятивистских частиц;
- области значений основных параметров излучающих частиц в современных ускорителях и накопительных кольцах релятивистских частиц;

- каким образом получается спектрально-угловое распределение синхротронного излучения (формула Шотта), и его спектральный состав;
- как возникают релятивистские потенциалы и напряженности электромагнитных полей, создаваемых произвольно движущимся релятивистским зарядом;
- общие понятия об ультрарелятивистской асимптотике в теории синхротронного излучения (метод Владимирского-Швингера-Джексона).
- основные понятия, связанные с линейной и круговой поляризацией синхротронного излучения.

Уметь:

- понимать и уметь объяснить основные особенности синхротронного излучения, такие как эффект острой направленности излучения, высокочастотный характер спектра, полуклассический характер излучения, роль силы радиационного трения в процессе излучения и др.;
- уметь работать с ковариантным математическим аппаратом в волновой зоне излучения;
- применять технику ковариантного интегрирования углового распределения мощности излучения;
- уметь контролировать свои знания теории синхротронного излучения обратным переходом путём вычисления полной мощности синхротронного излучения, быть в состоянии использовать знания, полученные при изучении теории релятивистского излучения для решения новых задач, связанных с излучением.

Владеть:

- культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения
- информацией по данной дисциплине, на уровне умения вести дискуссию и отстаивать собственную точку зрения;
- основными понятиями и методами релятивистской теории излучения.

Модуль «Радиофизика» (Блок 1, Вариативная часть, Модуль по выбору, 5 зачетных единиц, 180 часов)

Электродинамика сверхширокополосного излучения

Цели раздела: формирование у аспирантов представлений о том, как по мере развития и совершенствования теории и практики узкополосных систем различного назначения произошло становление нового научного направления в радиофизике. Это направление характеризуется, прежде всего, развитием совершенно новой парадигмы в области генерации, излучения, распространения, приема и обработки информационных сигналов наносекундной и субнаносекундной длительности. При изложении дисциплины наглядно демонстрируются значительные преимущества СШП систем в сравнении с традиционными узкополосными системами.

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

знакомство с основными методами и достижениями современной электродинамики существенно нестационарных процессов;
 применение методов электродинамики сверхширокополосного излучения к решению задач излучения, распространения, приема и обработки информационных сигналов;
 использование полученных теоретических знаний при решении конкретных задач радиолокации, радиотомографии и связи;

приобретение навыков и умений по решению практических задач из смежных областей знания.

В результате обучения учащийся должен:

Знать:

- основные положения, представления и методы электродинамики СШП излучения;
- базовые принципы создания СШП излучающих и приемных антенн и варианты их конкретной реализации;
- особенности распространения СШП сигналов в средах, а также особенности рассеяния таких сигналов проводящими и диэлектрическими телами;
- методы решения конкретных прикладных задач, возникающих при использовании СШП электромагнитного излучения;
- методы приема и обработки СШП электромагнитных сигналов.

Уметь:

- использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;
- применять на практике базовые профессиональные навыки;
- эксплуатировать современную радиоэлектронную аппаратуру и оборудование;
- использовать специализированные знания в области сверхширокополосного электромагнитного излучения для научно-исследовательской работы.

Распространение радиоволн в сложных средах

Цель раздела: углубление базовой подготовки аспирантов в области статистического описания случайных полей.

Основной задачей раздела является освоение аспирантами базовых статистических методов описания случайных полей, результатов применения этих методов к задачам распространения радиоволн.

В результате обучения учащийся должен:

Знать:

- понятие случайного поля, его моментные функции;
- обобщение теоремы Винера-Хинчина на случайные поля;
- корреляционную функцию поля за случайно-неоднородным безграничным экраном;
- метод малых возмущений для описания распространения волн в случайно-неоднородной среде, борновское приближение;
- метод геометрической оптики для описания распространения волн с крупно-масштабными неоднородностями;
- метод малых возмущений для описания рассеяния волн на шероховатой поверхности;
- метод Кирхгофа для описания рассеяния волн на плавно неровной случайной поверхности;
- особенности распространения ультракоротких волн в городе;
- модификацию метода Кирхгофа для городской среды распространения радиоволн.

Уметь:

- оценивать корреляционную функцию и среднюю интенсивность поля в случайно-неоднородной среде в приближении однократного рассеяния;
- оценивать статистические характеристики эйконала и уровня поля в плавно-неоднородной случайной среде;
- оценивать сечение рассеяния шероховатой площадки;

- оценивать среднюю интенсивность поля, рассеянного на плавно неровной случайной поверхности;
- рассчитывать среднюю интенсивность поля в городском районе.

Владеть:

- основным математическим аппаратом теории волновых процессов;
- совокупностью представлений об областях практического применения теории распространения радиоволн.

Терагерцовая диагностика гетерогенных сред и структур

Цели освоения раздела «Терагерцовая диагностика гетерогенных сред и структур» – познакомить обучающегося:

- с особенностями взаимодействия электромагнитных волн терагерцового диапазона с объектами и средами природного и искусственного происхождения;
- с методами исследования материалов в терагерцовом диапазоне длин волн;
- с аппаратурой, применяемой в терагерцовом диапазоне для диагностики гетерогенных сред и структур.

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

- выявить особенности взаимодействия электромагнитных волн терагерцового диапазона с материалами и объектами естественного и искусственного происхождения;
- научиться выбирать адекватные поставленной задаче методы исследования материалов в терагерцовом диапазоне длин волн;
- освоить приемы и методы использования аппаратуры для конкретных практических задач диагностики гетерогенных сред и структур.

В результате освоения раздела обучающийся должен:

Знать: сущность физических явлений и особенности взаимодействия электромагнитных волн терагерцового диапазона с материалами и объектами естественного и искусственного происхождения, лежащими в основе терагерцовой диагностики;

Уметь: выбирать методы и аппаратуру для конкретных практических задач диагностики гетерогенных сред и структур;

Владеть: приемами измерений параметров материалов и объектов в терагерцовом диапазоне длин волн.

Компьютерная электродинамика

Цели раздела: сформировать целостную систему представлений о назначении, используемых методах и возможностях современных программных продуктов компьютерной электродинамики.

Изучение раздела направлено на решение следующего комплекса основополагающих задач:

- освоение методов численного расчета различных задач электродинамики с помощью современных специализированных программных продуктов;
- получение навыков построения трехмерных графических моделей и задания начальных и граничных условий для конкретных электродинамических задач;
- развитие способности содержательного анализа получаемых результатов моделирования.

В результате обучения учащийся должен:

Знать:

- основы математического аппарата, лежащего в основе численного расчета электродинамических задач, общие подходы к постановке задач моделирования и задания граничных условий, анализировать полученные результаты.

Уметь:

- строить трехмерную модель из графических примитивов и задавать воздействие, рассчитывать параметры матрицы рассеяния многополюсника, диаграммы направленности, поля в ближней зоне.

Владеть:

- навыками квалифицированной работы с программными продуктами CST Microwave Studio и 4NEC2.

Цифровой анализ сигналов и полей

Цель раздела: изучение теоретических основ, отработка и закрепление навыков практической работы, тестирование знаний и умения использования в различных условиях спектральные методы анализа и синтеза сложных сигналов и полей.

Основная задача раздела заключается в освоении аспирантами основ цифрового спектрального анализа сигналов и полей, что становится особенно актуальным в условиях, когда постановка натуральных экспериментов затруднена и сопряжена с большими материальными и финансовыми затратами.

В результате обучения учащийся должен:

Знать:

- сигналы, используемые в радиофизике;
- классические методы спектрального анализа;
- понятия пространственной частоты, спектра пространственных частот и углового спектра, мнимых углов;
- методы сверхразрешения для анализа сигналов и полей;
- метод периодограмм и метод коррелограмм.

Уметь:

- использовать при анализе быстрое преобразование Фурье;
- применять окна в спектральном анализе;
- проводить двумерный спектральный анализ сигналов и полей;
- осуществлять прореживание по частоте и по времени;
- применять теорему Котельникова.

Владеть:

- основными методами цифрового анализа сигналов и полей.

Экспериментальное оборудование для исследования фундаментальных характеристик гетерогенных радиоматериалов и структур

Цели освоения раздела «Экспериментальное оборудование для исследования фундаментальных характеристик гетерогенных радиоматериалов и структур» – познакомить обучающегося:

- с методами исследования фундаментальных характеристик материалов, в том числе наноразмерных материалов;
- с основными принципами построения средств и комплексов для измерений;
- с возможностями и особенностями современной экспериментальной техники.
- Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:

- освоить оборудование для определения электромагнитных параметров материалов; изучить метрологические характеристики;
- применить на практике ряд изучаемых методик измерения фундаментальных характеристик материалов в зависимости от диапазона частот.

В результате освоения раздела обучающийся должен:

Знать: общие принципы построения средств измерений; основные методики измерения фундаментальных характеристик материалов в зависимости от диапазона частот; методы измерения параметров наноразмерных материалов;

Уметь: выбирать оборудование и методы для определения необходимых параметров материалов; определять метрологические характеристики методики измерений;

Владеть: навыками работы на экспериментальном оборудовании.

Модуль «Физика лазеров» (Блок 1, Вариативная часть, Модуль по выбору, 5 зачетных единиц, 180 часов)

Лазерная физика

Раздел требует от аспиранта фундаментальной полидисциплинарной теоретической подготовки, навыков разнообразного применения лазерной техники и лазерных технологий в современных условиях.

Целями освоения раздела «Лазерная физика» являются:

- приобретение аспирантами глубоких и современных знаний по проблемам лазерной физики;
- формирование у аспирантов профессиональной эрудиции, навыков аналитически-исследовательской деятельности в современной лазерной физике.

Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:

- 1) знакомство с основными понятиями, механизмами, моделями явлений и процессов, образующими фундамент физики лазеров и лазерной техники на уровне феноменологического, классического и квантового рассмотрения;
- 2) знакомство с принципами описания, интерпретации и предсказания результатов нелинейного взаимодействия излучения с веществом, включая биологические ткани;
- 3) изучение лазера в тройственном единстве: нелинейной динамической системы, технического устройства, инструмента научных исследований (включая диагностику) и технологических операций (научного и промышленного назначения);
- 4) приобретение и закрепление практических навыков работы с лазерной техникой, современной оптической элементной базой, измерительным оборудованием, а также навыков по обработке и интерпретации экспериментальных данных, анализу свойств и характеристик лазерных сред, оптических резонаторов, волноводных структур, нелинейных сред;
- 5) применение полученных знаний для теоретического синтеза простейших нелинейных оптических систем, пригодных для генерации и преобразования излучения (в том числе для обработки информации), а также физико-энергетических систем промышленного типа, устройств биомедицинского характера, приборов для выполнения многообразных научных экспериментов etc.

В результате обучения аспирант должен

Знать:

- содержание понятий и терминов лазерной физики и техники;
- базовые механизмы и иерархии моделей процессов в лазерах;
- принципы действия лазеров различных типов и причины влияния процессов в лазерах на их технические характеристики;

- принципы многоуровневого описания распространения оптических полей в открытых резонаторах и процессов взаимодействия излучения с лазерной активной средой, оптическими элементами и системами;
- модели процессов в лазерах как источниках излучения;
- элементную базу лазерной техники и особенности конструктивных элементов лазеров;
- способы измерения параметров лазерного излучения и управления ими;
- принципы применения лазера при решении задач лазерных технологий, оптоинформатики, фотофизики, фотохимии и фотобиологии.
- современное состояние, тенденции и перспективы развития лазерной физики и техники.

Уметь:

- использовать ключевые теоретические знания для решения профессиональных задач;
- применять на практике базовые профессиональные навыки;
- использовать специализированные знания в областях лазерной физики и применения лазерного излучения для научно-исследовательской работы;
- осуществлять системный и модельный подходы к нелинейно-оптическим и другим принципиально важным явлениям в лазерных средах и системах, проводить оценку границ применимости моделей;
- ориентироваться в физических свойствах лазерных сред и систем (в частности, с целью их оптимизации), в соответствующих им моделях процессов и в методах их исследования.
- производить настройку и обслуживание лазерной техники;
- пользоваться оптической элементной базой, метрологическими приборами, экспериментальными методиками и приёмами обработки данных измерений, в частности, для определения параметров лазерного излучения.

Владеть:

- информацией по данной дисциплине на уровне умения вести дискуссию и отстаивать собственную точку зрения;
- стереотипами проведения теоретических, модельных и экспериментальных исследований процессов в лазерах и в веществах под воздействием лазерного излучения;
- навыками эффективной и безопасной работы с лазерной техникой;
- навыками определения параметров и характеристик лазерного излучения с учётом особенностей конкретных оптических систем;
- принципами использования лазерной техники в фотонике, оптоинформатике, технологических процессах, химии, биологии, медицине;
- навыками распознавания, объяснения и описания новых физических явлений в материальных средах, включая лазерные.

Модуль «Физика атмосферы и гидросферы» (Блок 1, Вариативная часть, Модуль по выбору, 5 зачетных единиц, 180 часов)

Радиофизические измерения в геофизике

Цели раздела: формирование базовых знаний и практических навыков в области постановки и проведения радиофизических измерений в геофизике, получении, обработки и интерпретации полученных результатов.

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

1) Определение экологически значимых параметров окружающей среды; основные радиофизические методы измерений; методы обработки данных измерений;

2) Умение использовать радиофизические методы измерений; пользоваться приборами для измерений экологически значимых параметров окружающей среды; количественно определять значения основных параметров окружающей среды; использовать математический аппарат для обработки результатов измерений.

3) Владение навыками количественной оценки значений основных параметров окружающей среды и количественной оценки погрешности измерений.

В результате обучения учащийся должен:

Знать:

- экологически значимые параметры окружающей среды;
- основные радиофизические методы измерений;
- методы обработки данных измерений.

Уметь:

- использовать радиофизические методы измерений;
- пользоваться приборами для измерений экологически значимых параметров окружающей среды;
- количественно определять значения основных параметров окружающей среды;
- использовать математический аппарат для обработки результатов измерений.

Владеть:

- навыками количественной оценки значений основных параметров окружающей среды и количественной оценки погрешности измерений.

Статистические методы в геофизике

Цели раздела: обучение студентов современным методам обработки геофизических экспериментальных данных.

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

1) Определение экологически значимых параметров окружающей среды; основные радиофизические методы измерений; методы обработки данных измерений;

2) Умение использовать радиофизические методы измерений; пользоваться приборами для измерений экологически значимых параметров окружающей среды; количественно определять значения основных параметров окружающей среды; использовать математический аппарат для обработки результатов измерений.

3) Владение навыками количественной оценки значений основных параметров окружающей среды и количественной оценки погрешности измерений.

В результате обучения учащийся должен:

Знать

- методы статистической обработки цифровых рядов,
- методы моделирования случайных процессов,
- методы спектрального оценивания.

Уметь:

- использовать математический аппарат статистики для обработки экспериментальных данных,
- моделировать случайные процессы,
- оценивать спектры временных и других цифровых рядов.

Владеть:

- методами статистики при обработке экспериментальных данных,
- методами моделирования случайных процессов,

- методами оценивания спектров временных и других цифровых рядов.

Радиофизическая диагностика окружающей среды

Цели раздела: знакомство с современными принципами дистанционного зондирования различных оболочек Земли (литосферы, гидросферы, верхней и нижней атмосферы), околоземного космического пространства и дальнего космоса.

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

знакомство с методами теоретического и экспериментального изучения дистанционной диагностики окружающей среды;

изучение методов дистанционного зондирования ионосферы и расчета электронной концентрации;

приобретение навыков и умений по решению практических задач по радиолокации.

В результате обучения учащийся должен:

Знать:

- базовые и специальные термины из области диагностики окружающей среды;
- основные радиофизические методы измерений;
- методы обработки данных измерений;

Уметь:

- использовать специальные термины из области диагностики окружающей среды;
- использовать радиофизические методы измерений;
- пользоваться приборами для диагностики окружающей среды

Владеть:

- базовыми и специальными терминами из области радиолокации и диагностики окружающей среды.

Акустические методы в геофизике

Цели раздела приобретение обучающимися глубоких и современных знаний в области методов, приборов и систем акустического мониторинга окружающей среды, акустической диагностики работающих машин и механизмов, методов и средств защиты человека от шума и акустических излучений, акустического проектирования закрытых помещений.

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

Приобретение знаний теоретических основ распространения, излучения и приема акустических волн в различных средах; методов и приборов акустического мониторинга атмосферы и гидросферы Земли; амплитудно-частотных и пространственно-временных характеристик акустических шумов естественного и антропогенного происхождения и их воздействия на организм человека; методов и средств коллективной и индивидуальной защиты от негативного воздействия шумов.

Умение использовать математический аппарат расчета акустических полей; использовать методы акустического мониторинга атмосферы; пользоваться приборами для измерений акустических полей; проводить измерения акустических шумов.

Владение навыками экологического мониторинга акустических полей; приемами и методами анализа акустических полей.

В результате обучения учащийся должен:

Знать:

- теоретические основы распространения, излучения и приема акустических волн в различных средах;
- методы и приборы акустического мониторинга атмосферы и гидросферы Земли;

- амплитудно-частотные и пространственно-временные характеристики акустических шумов естественного и антропогенного происхождения и их воздействие на организм человека;
- методы и средства коллективной и индивидуальной защиты от негативного воздействия шумов.

Уметь:

- использовать математический аппарат расчета акустических полей;
- использовать методы акустического мониторинга атмосферы;
- пользоваться приборами для измерений акустических полей;
- проводить измерения акустических шумов.

Владеть:

- навыками мониторинга акустических полей; приемами и методами анализа акустических полей.

Модуль «Оптика» (Блок 1, Вариативная часть, Модуль по выбору, 5 зачетных единиц, 180 часов)

Физическая оптика

Раздел раскрывает современные представления о природе света о его свойствах о физических явлениях, связанных с распространением оптического излучения в средах. Знакомит обучающихся с основами "Физической оптики": электромагнитные волны в диэлектрике без поглощения и с поглощением; полихроматические волны и их математические модели; поляризация волн и способы ее описания; распространение электромагнитных волн через границу раздела двух диэлектриков; интерференция волн; основы теории когерентности; дифракция волн; основы нелинейного взаимодействия волн с веществом.

Целями освоения раздела «Физическая оптика» является формирование у аспирантов представлений о природе и свойствах света, об основных физических явлениях, таких как: дифракция, интерференция света, поляризационные эффекты, а также эффекты, связанные с распространением электромагнитных волн в нелинейных и анизотропных средах.

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

1. Освоение аспирантами математических моделей описания световых полей, основных на использовании электромагнитных уравнений Максвелла.
2. Обретение понимания законов и основных явлений физической оптики: интерференция, дифракция, поляризация.
3. Обретение навыков применения интерферометрических методов для контроля высокоточных оптических деталей, а также использования интерферометров в научных исследованиях.
4. Освоение принципов использования поляризованного лазерного излучения для диагностики материалов и сред.
5. Развитие умения и навыков использования совокупности знаний об основных явлениях физической оптики для решения задач высокоточных прецизионных измерений в оптике и создания новых оптических и оптико-физических приборов.

Фотофизика и фотохимия многоатомных молекул

Программа раздела включает в себя изучение теоретических основ молекулярной фотоники, современных квантово-химических методов исследования электронной структуры и фотофизики молекул, межмолекулярных взаимодействий, классификацию растворителей в соответствии с их физическими свойствами, сольватацию и применение спектроскопии в изучении сольватных оболочек, свойств молекулярных комплексов в возбужден-

ных электронных состояниях, механизмов тушения флуоресценции, строения и свойств лазерных красителей, фотохимии малых и многоатомных молекул, основных типов фотохимических реакций ароматических и неароматических соединений.

Целями освоения раздела является формирование у аспирантов системы знаний и основных понятий, используемых в фотонике органических молекул и представлений о возможностях современных методов исследования фотофизических и фотохимических процессов.

В результате освоение раздела предполагает выполнение следующих задач:
сформировать:

- представления об основных принципах, лежащих в основе современных методов исследования фотофизических и фотохимических процессов органических молекул;
- представления о роли этих методов при проведении фотохимического синтеза органических молекул и создании нового поколения лазерных материалов;

обеспечить:

- знакомство с современной экспериментальной аппаратурой, современными методами расчёта, овладение способами расшифровки и анализа экспериментальных данных.

Спектроскопия атомов и молекул

Раздел направлен на формирование у аспирантов системы знаний и основных понятий в области атомной и молекулярной спектроскопии с квантово-механических позиций. В первой части рассматриваются эффекты взаимодействия излучения с атомными и молекулярными средами и механизмы формирования спектральных характеристик сред. Теоретическое и экспериментальное определение параметров спектральных линий (центры, интенсивности, полуширины, квантовая идентификация уровней перехода) обсуждается в общем виде с последующей детализацией для атомов и молекул. В следующих частях обсуждаются общие принципы квантово-механического подхода к интерпретации спектров атомов и молекул и основной математический аппарат теоретической спектроскопии, включая элементы теории групп и различные формулировки теории возмущений. Свойства атомов и молекул (мультипольные электрические и магнитные моменты, линейная и нелинейные поляризуемости) и их влияние на спектральные характеристики веществ рассматриваются в единой концепции на уровне мировых достижений в спектроскопии атомов и молекул. Обучающиеся знакомятся также с современными информационными системами по спектроскопии атомов и молекул, созданными в мировых центрах и практическими применениями атомной и молекулярной спектроскопии в различных направлениях науки и техники.

Целями освоения раздела является формирование у аспирантов системы знаний и основных понятий в области атомной и молекулярной спектроскопии с квантово-механических позиций.

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

- знакомство с методами теоретической и экспериментальной спектроскопии для изучения структуры и свойств разнообразных веществ;
- рассмотрение основных эффектов взаимодействия излучения с атомными и молекулярными средами и механизмы формирования спектральных характеристик сред
- использование полученных теоретических знаний для анализа атомных и молекулярных спектров;
- приобретение навыков и умений по решению задач атомной и молекулярной спектроскопии с помощью компьютерных технологий.

Принципы лазеров

Раздел раскрывает современные представления о физических принципах создания лазеров, знакомит с особенностями управления когерентным излучением, а также способствует выработке умений обрабатывать полученные результаты с использованием современных методов и средств. Раздел включает в себя три части, которые неразрывно связаны между собой. В первой части «Основы физики лазеров» даются общие физические условия создания инверсии населённости, взаимодействие излучения с инверсной средой, формирование спектральных характеристик когерентного излучения. Во второй части «Оптические резонаторы» обучающиеся знакомятся с основными процессами, происходящими в активном резонаторе и его роли в лазере. В третьей части «Классификация и типы лазеров, режимы их работы» приводятся сведения о классификации лазеров по различным основаниям и рассматриваются все существующие типы лазеров. В части, также освещаются методы юстировки лазеров и техника безопасности при работе с ними.

Цель раздела состоит в освоении обучающимися теоретических, практических и метрологических основ лазерных принципов. Изучение раздела способствует формированию у студентов навыков исследовательской деятельности в области современной лазерной физики.

Основные задачи раздела: расширить и углубить знания фундаментального и прикладного характера об основных принципах действия лазеров различных типов и их влияние на технические характеристики излучения. Ознакомить студентов с методами и техникой измерения основных параметров лазеров, характеристик оптических материалов; сообщить о методах испытания оптических систем; о принципах экспериментальных исследований и измерениях параметров оптического излучения, а также привить навыки грамотной эксплуатации лазерных устройств, определения параметров и характеристик лазерного излучения с учётом особенностей конкретных оптических систем.

Модуль «Физика полупроводников» (Блок 1, Вариативная часть, Модуль по выбору, 5 зачетных единиц, 180 часов)

Физика полупроводников

Раздел «Физика полупроводников» закладывает основы фундаментальных знаний в области физики полупроводников. Целью освоения раздела является формирование у обучающихся современных представлений об основных свойствах полупроводниковых материалов и физических процессах, протекающих в полупроводниках при воздействии на них электрического, магнитного полей, оптического излучения, градиента температуры. Излагаются основы зонной теории твердого тела, вопросы статистики электронов и дырок в разрешенных зонах и на примесных уровнях. Рассмотрены процессы генерации и рекомбинации носителей заряда. Анализируются особенности диффузии и дрейфа неравновесных носителей заряда в полупроводниках.

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

- знакомство с основными свойствами полупроводниковых материалов, методами их описания и зависимостью этих свойств от состава полупроводника и внешних воздействий;
- развитие навыков расчета параметров и характеристик полупроводников;
- приобретение навыков экспериментального определения параметров и характеристик полупроводниковых материалов

В результате обучения учащийся должен:

знать: сущность физических явлений в полупроводниках и основные соотношения, устанавливающие связь между физическими, физико-химическими и электрическими параметрами полупроводниковых материалов;

уметь качественно объяснить и математически описать основные параметры и характеристики полупроводниковых материалов и их зависимость от состава полупроводника и внешних воздействий различного типа;
владеть навыками экспериментального определения и расчетов основных параметров и характеристик полупроводниковых материалов.

Физика полупроводниковых приборов

Раздел «Физика полупроводниковых приборов» закладывает основы фундаментальных знаний в области физики полупроводниковых приборов. Целью освоения раздела является формирование у обучающихся современных представлений о физических процессах, протекающих в полупроводниковых барьерных структурах, а также о физических принципах работы, характеристиках и функциональных возможностях основных типов полупроводниковых приборов. Рассматриваются свойства основных типов барьерных структур в полупроводниках – барьеров Шоттки, гомо- и гетеропереходов. Обсуждаются принципы работы различных полупроводниковых приборов – диодов, транзисторов, оптоэлектронных приборов, интегральных микросхем.

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

- знакомство с основными свойствами полупроводниковых барьерных структур, характеристиками барьеров Шоттки, p–n-переходов, структур с гетеропереходами, транзисторных структур;
- развитие навыков расчета параметров и характеристик полупроводниковых приборных структур;
- приобретение навыков экспериментального определения параметров и характеристик полупроводниковых приборов.

В результате обучения учащийся должен:

знать принципы действия, характеристики и области применения основных типов полупроводниковых приборов;
уметь качественно объяснить и математически описать физические процессы, протекающие в полупроводниковых приборных структурах различного типа;
владеть навыками экспериментального определения и расчетов параметров и характеристик основных полупроводниковых приборов.

Источники и приемники оптического диапазона

Целью освоения раздела «Источники и приемники оптического диапазона» является формирование у обучающихся способности ориентироваться в многообразии существующих источников и приемников излучения и осуществлять их оптимальный выбор для дальнейшего развития оптических систем нового поколения.

Изучение раздела предполагает выполнение следующих задач:

- знакомство с законами генерации, распространения и приема оптического излучения, а также принципами действия и конструкциями источников и приемников оптического излучения, областями их применения и методами выбора;
- развитие навыков расчета параметров и характеристик источников и приемников оптического излучения;
- приобретение навыков экспериментального определения параметров и характеристик источников и приемников оптического излучения.

В результате освоения раздела обучающийся должен:

знать: принципы действия, характеристики и области применения основных типов оптоэлектронных полупроводниковых приборов;
уметь качественно объяснить и математически описать физические процессы, протекающие в оптоэлектронных полупроводниковых приборных структурах различного типа;

владеть навыками экспериментального определения и расчетов параметров и характеристик основных оптоэлектронных полупроводниковых приборов.

Модуль «Теплофизика и теоретическая теплотехника» (Блок 1, Вариативная часть, Модуль по выбору, 5 зачетных единиц, 180 часов)

Вычислительные технологии и численные методы решения задач тепло- и массопереноса

Цели раздела:

формирование современного представления об основных подходах и методах численного моделирования тепловых процессов в технических устройствах;

- изучение методов численного моделирования тепловых процессов;
- ознакомление с применением методов численного моделирования для проектирования теплотехнического оборудования;
- использование современных вычислительных методов и пакетов прикладных программ для моделирования теплофизических процессов;
- реализация полученных ранее знаний на более высоком уровне их интеграции в рамках системного подхода «теория – моделирование - численный эксперимент - проект»;
- развитие индивидуальных способностей аспирантов в части приобретения и освоения навыков использования информационных потоков с целью их взаимообогащения для создания базы, способствующей осмыслению, пониманию и решению новых научно-технических проблем.

В результате освоения раздела обучающийся должен:

Знать: Общие принципы постановки задачи проектирования оборудования с учетом конкретных тепловых и других воздействий и условий его функционирования, принципы численного моделирования теплофизических задач, Уметь применять вычислительные пакеты к решению конкретных задач определения тепловых нагрузок и величин тепловых потоков в энергонасыщенных и энергоемких устройствах при их функционировании. Знать пределы применимости различных моделей теплофизических процессов, сопряженных с гидродинамикой, газодинамикой, в условиях быстропротекающих процессах горения и химического реагирования. Иметь исходные представления, знания о возможностях и перспективах использования автоматизированных систем проектирования.

Уметь: Поставить задачу по определению теплового состояния и теплообмена объекта в различных условиях, проводить приближенные оценки теплофизических параметров процесса, проводить численное решение задач теплообмена. На основании проведенных расчетов проводить анализ полученных данных, оценки тепловых состояний тел и объектов, проводить эскизное проектирование теплотехнического оборудования. Выдвигать обоснованные требования к свойствам и характеристикам конструкционных материалов. Соблюдать технологические, экологические требования, положения техники безопасности. Развивать в себе потребность и способность к постоянному повышению уровня своей профессиональной подготовки и возможной смене профиля деятельности.

Владеть: Информацией об основных принципах устройства и работы теплотехнического оборудования, о теплофизических характеристиках конструкционных материалов, используемых для изготовления теплотехнического оборудования, информацией о пределах применимости различных численных методов используемых для численного модели-

рования теплофизических процессов, владеть современными вычислительными и информационными технологиями и средствами. Принципами конструирования объектов с учётом определённой роли неоднозначности, многовариантности, противоречивости этого творческого процесса. Начальными навыками руководства совместной научно-исследовательской деятельностью коллектива.

Приложение теории турбулентности к техническим задачам и природным явлениям

Цели раздела: получение знаний и формирование у аспирантов общекультурных и профессиональных компетенций по закономерностям гидродинамической неустойчивости и возникновению турбулентности, владению математическими методами описания нестационарных и установившихся турбулентных течений, способности использовать современные модели турбулентности различного уровня сложности в профессиональной деятельности, применять 'эффективные численные методы для расчёта пространственных турбулентных течений для решения инженерных задач, уметь теоретически и экспериментально исследовать влияния пульсационных и осреднённых характеристик на турбулентный перенос импульса тепла и массы.

В результате освоения раздела обучающийся должен:

Знать: основные положения теории турбулентности конвективных крупномасштабных течений и методы экспериментального и теоретического исследования таких течений.

Уметь: моделировать крупномасштабные турбулентные течения с применением моделей турбулентности различного уровня сложности с учётом переноса тепла и массы применительно к природным явлениям и инженерным задачам.

Владеть: численными методами расчёта пространственных крупномасштабных нестационарных и установившихся конвективных турбулентных течений и навыками работы со специальной литературой.

Процессы теплопередачи в технических устройствах

Цели раздела:

- формирование современного представления об основных подходах и методах моделирования тепловых процессов в технических устройствах;
- формирование представлений о подходах к проектированию современного теплотехнического оборудования, энергонасыщенных технических устройств, технологического оборудования с применением современных физико-математических моделей и вычислительной техники;
- изучение методов моделирования тепловых процессов;
- изучение методов моделирования теплообмена тел в различных средах.
- ознакомление с применением методов математического моделирования для проектирования теплотехнического оборудования;
- умение использовать современные вычислительные методы, методики и пакеты прикладных программ проводить моделирование теплофизических процессов;
- реализация полученных ранее знания на более высоком уровне их интеграции в рамках системного подхода, обусловленного сложностью больших технических комплексов;
- развитие индивидуальных способностей аспирантов в части приобретения и освоения навыков использования информационных потоков с целью их взаимообогащения для

создания базы, способствующей осмыслению, пониманию и решению новых научно-технических проблем.

В результате освоения раздела обучающийся должен:

Знать:

Общую постановку задачи проектирования оборудования с учетом конкретных тепловых и других воздействий и условий его функционирования. Уметь применять экспериментальные данные и теоретические подходы к решению конкретных задач определения тепловых нагрузок и величин тепловых потоков в энергонасыщенных и энергоемких устройствах при их функционировании. Знать пределы применимости различных моделей теплофизических процессов, сопряженных с гидродинамикой, газодинамикой, разреженными газами, при высоких давлениях, в условиях быстропротекающих процессах горения и химического реагирования. Процедуры поиска необходимой информации. Иметь исходные представления, знания о возможностях и перспективах использования автоматизированных систем проектирования.

Уметь:

Поставить задачу по определению теплового состояния и теплообмена объекта в различных условиях, проводить приближенные оценки теплофизических параметров процесса, находить приближенные аналитические решения теплофизических задач, проводить численное решение задач теплообмена. На основании проведенных расчетов проводить анализ полученных данных, оценки тепловых состояний тел и объектов, проводить эскизное проектирование теплотехнического оборудования. Выдвигать обоснованные требования к свойствам и характеристикам конструкционных материалов. Соблюдать технологические, экологические требования, положения техники безопасности. Развивать в себе потребность и способность к постоянному повышению уровня своей профессиональной подготовки и возможной смене профиля деятельности.

Владеть:

Информацией об основных принципах устройства и работы теплотехнического оборудования, о теплофизических характеристиках конструкционных материалов, используемых для изготовления теплотехнического оборудования, информацией о пределах применимости различных подходов и моделей сред, используемых для моделирования теплофизических процессов, владеть современными вычислительными и информационными технологиями и средствами. Принципами конструирования объектов с учётом определённой роли неоднозначности, многовариантности, противоречивости этого творческого процесса. Начальными навыками руководства совместной научно-исследовательской деятельностью коллектива.

Теплофизика

Цели раздела:

- формирование современного представления об основных подходах и методах моделирования тепловых процессов в технических устройствах;
- формирование представлений о подходах к проектированию современного теплотехнического оборудования, энергонасыщенных технических устройств, технологического оборудования с применением современных физико-математических моделей и вычислительной техники;
- изучение методов моделирования тепловых процессов;

- -изучение методов моделирования теплообмена тел в различных средах;
- применение методов математического моделирования для проектирования теплотехнического оборудования;
- реализация полученных ранее знаний на более высоком уровне их интеграции в рамках системного подхода, обусловленного сложностью больших технических комплексов;

В результате освоения раздела обучающийся должен:

Знать:

Общую постановку задачи проектирования оборудования с учетом конкретных тепловых и других воздействий и условий его функционирования. Уметь применять экспериментальные данные и теоретические подходы к решению конкретных задач определения тепловых нагрузок и величин тепловых потоков в энергонасыщенных и энергоемких устройствах при их функционировании. Знать пределы применимости различных моделей теплофизических процессов, сопряженных с гидродинамикой, газодинамикой, разреженными газами, при высоких давлениях, в условиях быстропротекающих процессах горения и химического реагирования. Процедуры поиска необходимой информации. Иметь исходные представления, знания о возможностях и перспективах использования автоматизированных систем проектирования.

Уметь:

Поставить задачу по определению теплового состояния и теплообмена объекта в различных условиях, проводить приближенные оценки теплофизических параметров процесса, находить приближенные аналитические решения теплофизических задач, проводить численное решение задач теплообмена. На основании проведенных расчетов проводить анализ полученных данных, оценки тепловых состояний тел и объектов, проводить эскизное проектирование теплотехнического оборудования. Выдвигать обоснованные требования к свойствам и характеристикам конструкционных материалов. Соблюдать технологические, экологические требования, положения техники безопасности. Развивать в себе потребность и способность к постоянному повышению уровня своей профессиональной подготовки и возможной смене профиля деятельности.

Владеть:

Информацией об основных принципах устройства и работы теплотехнического оборудования, о теплофизических характеристиках конструкционных материалов, используемых для изготовления теплотехнического оборудования, информацией о пределах применимости различных подходов и моделей сред, используемых для моделирования теплофизических процессов, владеть современными вычислительными и информационными технологиями и средствами.

4.5.4 Блок 2. «Практики»

Педагогическая практика (Блок 2, Вариативная часть, 3 зачетных единиц, 108 часов)

Цели педагогической практики: приобретение практических навыков проведения учебных занятий, приобретение аспирантом социально-личностных компетенций, необходимых для работы в профессиональной сфере.

Задачи:

- овладение методикой подготовки и проведения разнообразных форм занятий;
- овладение методикой анализа учебных занятий;
- знакомство с современными образовательными информационными технологиями;

- развитие у аспирантов личностных качеств, определяемых общими целями обучения и воспитания, изложенными в ООП.

В результате педагогической практики аспирант должен

Знать:

- принципы формирования и наполнения современных учебно-методических комплексов дисциплин;

Уметь:

- анализировать, проектировать и организовывать учебный процесс, исследовать инновационные методы и формы его организации, оценивать качество профессиональной подготовки обучающихся
- подготовить и провести по заданию руководителя практики учебные занятия, посетить и проанализировать занятия опытных преподавателей и своих коллег;
- разрабатывать современные учебно-методические комплексы, реализовывать формы проектного и коллективного обучения на высоком технологическом уровне;

Владеть:

- систематизированными теоретическими, практическими психолого-педагогическими знаниями для организации исследовательской деятельности обучающихся;
- различными формами презентации содержания преподаваемой дисциплины.

Способ проведения практики: стационарная. Практика может проводиться в структурных подразделениях Томского государственного университета.

Организационно-исследовательская практика (Блок 2, Вариативная часть, 3 зачетных единиц, 108 часов)

Цели организационно-исследовательской практики: приобретение аспирантом умений и навыков в организации, планировании и проведении научно-исследовательских работ, ознакомление с работой исследовательского коллектива.

Основными задачами практики являются:

- изучение основ научно-организационной деятельности учебных и научных структурных подразделений;
- приобретение опыта научно-организационной работы в условиях высшего учебного заведения;
- формирование у аспирантов целостного представления об организации, планировании и проведении научно-исследовательских работ;
- выработка у аспирантов устойчивых навыков практического применения системы формирования документооборота в процессе разработки научно-исследовательской работы;
- приобщение аспирантов к реальным проблемам, решаемым в научном процессе научного отдела университета;
- изучение методов, приемов, технологий организации научной деятельности;
- развитие у аспирантов личностно-профессиональных качеств ученого и организатора работы научного коллектива.

В результате научно-организационной практики аспирант должен

Уметь:

- планировать научную работу в научно-исследовательском или образовательном учреждении;

- следовать основным нормам, принятым в организации научно-исследовательской деятельности;
- формировать документы для подачи заявки к участию в конкурсе на грант по научным исследованиям;
- осуществлять систему сбора, обработки информации и подготовки отчета по научно-исследовательской работе;
- осуществлять необходимые организационные мероприятия по подготовке научных конференций и оформлению научных публикаций

Владеть:

- технологией планирования научной деятельности организации;
- технологиями оценки результатов научной деятельности организации;
- различными системами документооборота осуществляемыми в процессе научной деятельности;
- способами организации научных диспутов, круглых столов и научных конференций;
- приемами и технологиями оценки результатов деятельности по решению 4 профессиональных задач научного коллектива.

4.5.5 Блок 3 «Научные исследования»

Научно-исследовательская деятельность (Блок 3, Вариативная часть, 159 зачетных единиц, 5724 часа)

Цели научно-исследовательской деятельности: становление мировоззрения аспиранта как профессионального ученого, формирование и совершенствование навыков самостоятельной научно-исследовательской работы, включая постановку и корректировку научной проблемы, работу с разнообразными источниками научно-технической информации, проведение оригинального научного исследования самостоятельно и в составе научного коллектива, обсуждение полученных результатов в процессе свободной дискуссии в профессиональной среде.

Задачи научно-исследовательской деятельности аспиранта:

- применение полученных знаний при осуществлении научных исследований в области физики и астрономии;
- определение области научных исследований и проведение анализа состояния вопроса в исследуемой предметной области;
- выполнение теоретических исследований;
- разработка методик экспериментальных исследований;
- проведение экспериментальных исследований;
- обработка и анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований.

В результате научно-исследовательской деятельности аспирант должен

Знать:

физические и математические модели процессов и явлений, относящиеся к исследуемому объекту, а также оборудование, технологии и программные комплексы, используемые при проведении исследований, направленных на решение задачи, поставленной перед аспирантом в рамках тематики его кандидатской диссертации;

Уметь:

формулировать цели и задачи исследования, самостоятельно планировать и проводить исследования, анализировать полученные результаты и делать соответствующие выводы, оформлять научно-техническую документацию;

Владеть:

навыками научной коммуникации и исследовательской деятельности в условиях функционирования научно-исследовательских коллективов.

Отчетность по научно-исследовательской деятельности предоставляется в виде рефератов, статей, отчетов, выступлений с докладами на конференциях.

Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук. (Блок 3, Вариативная часть, 36 зачетных единиц, 1296 часов)

Цель подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук:

- систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия и применение этих знаний при решении конкретных практических задач;
- развитие навыков ведения самостоятельной работы, овладение методикой исследования и эксперимента при решении разрабатываемых в диссертации проблем в соответствии с требованиями СУОС ВО в разделах, характеризующих области, объекты и виды профессиональной деятельности.

Задачи подготовки научно-квалификационной работы (диссертации):

- развитие умения критически оценивать и обобщать теоретические положения, отечественный и зарубежный опыта решения проблем, поставленных в диссертации;
- стимулирование навыков самостоятельной аналитической работы;
- выявление творческих возможностей аспиранта, уровня его научно-теоретической и специальной подготовки, способности к самостоятельному мышлению;
- презентация навыков публичной дискуссии и защиты научных идей, предложений и рекомендаций;
- выявление готовности результатов научно-исследовательской деятельности требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В рамках подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук оценивается степень соответствия практической и теоретической подготовленности выпускника к выполнению профессиональных задач, степени освоения компетенций, установленных СУОС ВО.

4.5.6 Государственная итоговая аттестация (Блок 4, Базовая часть, 9 зачетных единиц, 324 часа)

Цель государственной итоговой аттестации: определение соответствия результатов освоения аспирантами ООП подготовки научно-педагогических кадров требованиям СУОС ВО.

Задача: подготовка аспирантов к сдаче государственного экзамена и подготовка к представлению научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

К государственной итоговой аттестации допускаются аспиранты, в полном объеме выполнившие учебный план подготовки аспирантов (или индивидуальный план по ООП)

Порядок проведения государственной итоговой аттестации определяется «Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ТГУ»

4.5.7 Факультативные дисциплины

Структурные фазовые переходы (Факультативная дисциплина, 2 зачетные единицы, 72 часа)

Цели дисциплины: являются формирование у аспирантов представления о современных принципах классификации структурных фазовых переходах в конденсированных средах, особенностях переходов разного типа и возможности использования фазовых превращений для получения материалов с набором нужных свойств.

Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:

- знакомство с принципами классификации структурных фазовых переходов;
- изучение основных типов сверхструктур для базовых структур металлов и сплавов структурных типов A1, A2, A3;
- изучение феноменологическую теорию концентрационных плоских волн;
- знакомство с методами теоретического описания структурных переходов;
- освоение методов расчета структурных фазовых переходов в металлических сплавах

В результате обучения обучающийся должен:

Знать:

- принципы классификации структурных фазовых переходов;
- основные типы сверхструктур для базовых структур металлов и сплавов структурных типов A1, A2, A3;
- феноменологическую теорию концентрационных плоских волн;
- основные приближения и пределы применимости теоретического описания структурных переходов

Уметь:

- использовать феноменологические теории упорядочения для термодинамических расчетов свойств сплавов;

Владеть:

- терминологией данного раздела для эффективной работы с научной литературой
- использовать полученные знания в исследовательской работе.

Магнитные свойства твердых тел (Факультативная дисциплина, 1 зачетная единица, 36 часа)

Цели дисциплины: формирование у аспирантов современного представления об электронной теории магнетизма и знания магнитных свойств металлов и сплавов.

Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:

- изучить основные представления теории магнетизма металлов и сплавов;
- изучить классические представления о магнитных явлениях;
- изучить квантовые объяснения магнитных явлений;
- изучить магнитные свойства металлов и сплавов;
- выработать навыки анализа и практического использования влияния магнетизма в анализе проблем физического материаловедения.

В результате обучения обучающийся должен:

Знать:

- знать основные представления теории магнетизма металлов и сплавов;
- методы учета в зонной модели меж электронного взаимодействия, включая сильные кулоновские корреляции.

Уметь:

- эффективно работать с научной литературой по магнетизму;
- использовать знания о магнитных свойствах материалов и магнитных фазовых переходов для создания сплавов с заданными свойствами.

Владеть:

- знаниями о магнитных свойствах металлов и сплавов.

Численные методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений (Факультативная дисциплина, 2 зачетные единицы, 72 часа)

Цели освоения дисциплины: развитие у аспирантов навыков в применении широко используемых в небесной механике численных методов интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. Рабочая программа рассчитана на два семестра для изучения дисциплины.

Задачи курса

В результате лекционных, практических и самостоятельных занятий в рамках предложенной программы аспирант должен:

- знать излагаемые методы;
- иметь представление о целесообразности применения методов в тех или иных прикладных задачах;
- уметь реализовывать методы на практике.

Дифференциальная геометрия и топология (Факультативная дисциплина, 2 зачетные единицы, 72 часа)

Цели дисциплины: теоретическое и практическое освоение аспирантами комплекса методов дифференциальной геометрии и топологии, использующихся в современной теоретической физике высоких энергий и в квантовой теории поля

Задачами дисциплины являются:

- изучение теории когомологий и развитие навыков ее приложения к задачам теории поля;
- изучение методов симплектической геометрии и развитие навыков их приложения в классической и квантовой механике;
- изучение пуассоновой геометрии и развитие навыков ее приложения в теории квантования.

В результате освоения дисциплины аспиранты должны:

Знать:

- определение и взаимосвязь теорий когомологий, примеры их использования в теоретической физике;
- понятийный аппарат и основные теоремы симплектической геометрии, основные примеры их использования в классической механике;
- концепцию геометрического квантования, ее основные математические ингредиенты и взаимосвязь с фундаментальными постулатами квантовой теории;

- понятийный аппарат и основные теоремы пуассоновой геометрии, основные примеры их использования в классической механике;
- концепцию деформационного квантования, ее основные математические ингредиенты и взаимосвязь с фундаментальными постулатами квантовой теории;

Уметь:

- использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;
- применять на практике базовые профессиональные навыки;
- эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование;
- использовать специализированные знания в области квантовой механики и теории поля для научно-исследовательской работы;

Владеть:

- информацией по данной дисциплине, на уровне умения вести дискуссию и отстаивать собственную точку зрения.

Распространение радиоволн (Факультативная дисциплина, 2 зачетные единицы, 72 часа)

Цель дисциплины: углубление базовой подготовки аспирантов в области распространения радиоволн в различных средах и условиях.

Основными задачами дисциплины являются:

- ознакомление с основными уравнениями и математическим формализмом теории распространения радиоволн;
- знакомство с постановкой основных задач теории распространения радиоволн;
- ознакомление с основными методами решения задач распространения радиоволн;
- изучение физических закономерностей распространения радиоволн;
- ознакомление с областями практического применения теории распространения радиоволн.

В результате обучения учащийся должен:

Знать:

- основные уравнения и математический формализм теории распространения радиоволн;
- постановку основных задач теории распространения радиоволн;
- физические закономерности распространения радиоволн;
- основные методы решения задач распространения радиоволн.

Уметь:

- строить математические модели волновых процессов применительно к задачам распространения волн различной природы;
- самостоятельно решать типовые задачи теории излучения, распространения и приема волн;
- пользоваться основными законами распространения электромагнитных волн в различных средах.

Владеть:

- основным математическим аппаратом теории волновых процессов;
- совокупностью представлений об областях практического применения теории распространения радиоволн.

Электродинамика излучающих систем (Факультативная дисциплина, 2 зачетные единицы, 72 часа)

Цели дисциплины: сформировать целостную систему представлений о назначении, принципах действия, функциональных возможностях и особенностях применения антенных систем.

Изучение дисциплины направлено на решение следующего комплекса основополагающих задач:

- изложение фундаментальных знаний об основах теории и физики процессов, происходящих при излучении электромагнитных волн;
- знакомство с параметрами антенн, определяющими их эффективность, и методами расчета основных характеристик линейных и апертурных излучателей;
- знакомство с основными методами измерения параметров антенн.

В результате обучения учащийся должен:

Знать:

сущность физических процессов, определяющих импедансные и направленные свойства антенн, основы теории антенн.

Уметь:

рассчитывать основные параметры антенн и решать конкретные задачи с использованием арсенала высшей математики и математической физики.

Владеть:

методами измерения основных параметров антенн и уметь пользоваться измерительной аппаратурой при экспериментальных исследованиях антенн.

Основы программирования в среде виртуальных приборов LabVIEW (Факультативная дисциплина, 2 зачетные единицы, 72 часа)

Цели освоения дисциплины «Основы программирования в среде виртуальных приборов LabVIEW» – формирование компетенций в области современных методов, программных и аппаратных средств измерения параметров процессов и управления системами на примере среды виртуальных приборов LabVIEW.

Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:

- накопление теоретических знаний в областях: современные стандарты на промышленные и научно-исследовательские аппаратные и программные системы проведения измерений; анализа полученных данных и принятия решений;
- приобретение навыков программирования работы реальных и виртуальных приборов в среде графического программирования взаимодействующих аппаратных комплексов;
- приобретение практического опыта при выполнении лабораторных работ в графической среде программирования LabVIEW и компьютерного моделирования Multisim.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: приемы запуска и настройки среды сбора и обработки информации LabVIEW;

Уметь: составлять программы для сбора, обработки и отображения данных;

Владеть: навыками тестирования разработанных программ.

Нелинейные явления и оптические системы обработки информации (Факультативная дисциплина, 2 зачётные единицы, 72 часа)

Целью освоения дисциплины «Нелинейные явления и оптические системы обработки информации» является: формирование у аспирантов представлений о природе нелинейности, нелинейных эффектах, влиянии их на поведение оптических систем, применимых для обработки информации.

Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:

- 1) знакомство с фундаментальными механизмами возникновения нелинейности, принципом формирования элементов с заданными нелинейными характеристиками;
- 2) изучение механизмов и моделей эталонных нелинейных оптических явлений,
- 3) изучение моделей поведения нелинейных оптических систем и методов анализа его;
- 4) изучение способов использования нелинейных оптических систем для обработки информации;
- 5) применение полученных знаний для теоретического синтеза простейших нелинейных оптических систем, анализа их свойств и характеристик информационных систем на их основе;
- 6) приобретение базовых навыков и умений, соответствующих деятельности по п. 5.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- фундаментальные физические механизмы возникновения отклика в материальной среде под внешним воздействием;
- оптико-физические свойства основных нелинейно-оптических сред (электрооптические, магнитооптические, пьезооптические эффекты в анизотропных средах);
- физические механизмы параметрического и комбинационного взаимодействия световых волн;
- физические механизмы самовоздействия световых пучков;
- условия генерации оптических гармоник и других нелинейно-оптических явлений;
- принципы применения нелинейных оптических сред для генерации полей терагерцового диапазона;
- механизмы и простейшие модели оптической бистабильности;
- фундаментальные механизмы процессов в колебательно-волновых системах и их эталонные модели;
- природу и значимость физических факторов, детерминирующих свойства и поведение динамических систем;

Уметь:

- использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;
- применять на практике базовые профессиональные навыки;
- использовать специализированные знания в области нелинейной и информационной оптики, а также теории динамических систем для научно-исследовательской работы;
- осуществлять системный и модельный подходы к нелинейно-оптическим явлениям в средах и системах, проводить оценку границ применимости моделей;
- ориентироваться в нелинейных свойствах сред и динамических систем, их моделей и методах исследования.

Владеть:

- информацией по данной дисциплине, на уровне умения вести дискуссию и отстаивать собственную точку зрения;

- навыками описания новых нелинейно-оптических явлений в материальных средах и системах информационной оптики

Волоконно-оптические линии связи (Факультативная дисциплина, 2 зачётные единицы, 72 часа)

Дисциплина «Волоконно-оптические линии связи» развивает современные представления о параметрах и свойствах оптоэлектронных приборов, а также оптических волокон, используемых в реально работающих оптических линиях связи.

Цели дисциплины:

- дать представление о назначении, принципах действия и особенностях применения волоконно-оптических элементов в современных цифровых системах связи,
- умение связывать параметры ВОЛС со свойствами оптических волокон, характеристиками основных элементов ВОЛС и выбором систем передачи информации.

В результате обучения учащийся должен:

Знать:

- физические закономерности распространения света по оптическому волокну,
- основные элементы ВОЛС,
- параметры и типы современных оптических волокон,
- свойства оптоэлектронных элементов ВОЛС,
- цифровые иерархии систем передачи информации.

Уметь:

- пользоваться полученными знаниями для постановки и интерпретации результатов экспериментов в области фотоники и оптоинформатики,
- строить простейшие математические модели распространения оптического излучения по волокну,
- оценивать значимость влияния различных физических параметров на характеристики ВОЛС,
- проводить сварку оптических волокон.

Владеть:

- методами и средствами измерения характеристик оптических волокон,
- методами построения современных оптических линий связи.

Солнечно-земная физика (Факультативная дисциплина, 2 зачётные единицы, 72 часа)

Дисциплина «Солнечно-земная физика» закладывает основы фундаментальных знаний в области физики Солнца и околоземного космического пространства.

Излагаются основы физических процессов происходящих на Солнце, а также в магнитосфере и ионосфере Земли. Рассмотрены механизмы приводящие к проявлению солнечно-земных связей.

Целью освоения дисциплины «Солнечно-земная физика» является знакомство обучающихся с физическими процессами происходящими на Солнце, в магнитосфере, атмосфере и ионосфере Земли, понятиями и физическими основами солнечной и геомагнитной активностями, физическими механизмами воздействия солнечных факторов на околоземное космическое пространство и биосферу.

Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:

- знакомство с физикой процессов происходящих на Солнце и их влиянием на околоземное космическое пространство;
- изучение физики процессов происходящих в магнитосфере и ионосфере Земли;

- владение навыками количественной оценки значений основных параметров окружающей среды и количественной оценки погрешности измерений.

Методы лазерного зондирования природных сред (Факультативная дисциплина, 2 зачётные единицы, 72 часа)

Проводится систематическое изложение физических принципов лазерного зондирования атмосферы на основе явлений аэрозольного и молекулярного рассеяния, поглощения излучения газовыми средами, комбинационного рассеяния, нелинейных эффектов. Рассматриваются современные лидары наземного, самолётного и космического базирования. Излагаются результаты исследования атмосферы, океана и земных покровов лидарными методами.

Основной задачей курса является: овладение студентами современными методами дистанционного определения параметров атмосферы и развитие навыков в применении этих методов для решения задач физики атмосферы и океана, динамики атмосферы, климато-экологического мониторинга.

Целями освоения дисциплины являются:

- формирование у аспирантов компетенций, связанных со знанием и пониманием специфики объектов исследования и выбора принципов получения информации об объекте с помощью лазерного излучения;
- получение знаний о принципах построения и функционирования лидаров и особенностях их конструкций;
- получение навыков расчёта лидарных сигналов и работы с использованием математического аппарата решения лидарного уравнения;
- получение знаний об эффектах взаимодействия излучения с веществом и их применениях в лазерном зондировании.

Нелинейная оптика дисперсных сред (Факультативная дисциплина, 2 зачётные единицы, 72 часа)

Целями освоения дисциплины являются формирование у аспирантов представления о природе нелинейных эффектов, возникающих в различных оптических материалах при воздействии на них лазерного излучения различной плотности мощности и длительности.

Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:

- знакомство с физическими основами нелинейно-оптических явлений;
- изучение физических процессов и механизмов, приводящих к нелинейно-оптическим эффектам, особенностей их протекания в различных дисперсных средах;
- использование полученных теоретических знаний о нелинейно-оптических явлениях в задачах изучения взаимодействия лазерного излучения с веществом, в том числе, в дисперсной фазе;
- приобретение навыков и умений по решению практических задач по исследованию нелинейно-оптических характеристик веществ.

Распространение оптических волн в атмосфере (Факультативная дисциплина, 2 зачётные единицы, 72 часа)

Проводится систематическое изложение теории рассеяния оптических волн отдельными частицами и ансамблем частиц аэрозоля в атмосфере. Вместе с традиционными во-

просами переноса излучения (затухания энергии электромагнитных волн оптического диапазона) рассматриваются флуктуации интенсивности излучения в турбулентной атмосфере, явление рефракции лазерных пучков и особенности распространения поляризованного излучения и коротких импульсов оптического излучения.

Целями освоения дисциплины являются:

- получение общефизических знаний по основам взаимодействия оптического излучения с атмосферой как поглощающей и рассеивающей средой;
- получение знаний о распространении оптических волн в рассеивающей и турбулентной атмосфере и способах оценки параметров световых пучков;
- получение знаний об особенностях распространении оптических импульсов в линейных и нелинейных диспергирующих средах.

Материалы, структуры и приборы полупроводниковой оптоэлектроники атмосфере (Факультативная дисциплина, 2 зачётные единицы, 72 часа)

Дисциплина «Материалы, структуры и приборы полупроводниковой оптоэлектроники» расширяет и углубляет сведения о полупроводниковых материалах и оптоэлектронных полупроводниковых приборах, полученные в процессе освоения дисциплин «Физика полупроводников» и «Физика полупроводниковых приборов».

Цель освоения дисциплины – познакомиться со свойствами основных полупроводниковых материалов оптоэлектроники, параметрами важнейших барьерных структур (р–п-переходов и гетеропереходов), а также с принципами действия, конструкциями и характеристиками современных полупроводниковых оптоэлектронных приборов.

Содержание дисциплины включает краткие сведения о свойствах полупроводниковых барьерных структур – р–п-переходов и гетеропереходов. Кроме того, рассматриваются свойства важнейших полупроводниковых материалов, используемых в оптоэлектронике. Такой подход дает в дальнейшем возможность проследить связь параметров и характеристик оптоэлектронных приборов с параметрами полупроводникового материала и приборной структуры.

Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:

- знакомство с основными свойствами полупроводниковых материалов и барьерных структур, используемых для создания современных оптоэлектронных приборов;
- развитие навыков расчета параметров и характеристик полупроводниковых приборных структур для оптоэлектроники;
- приобретение навыков экспериментального определения параметров и характеристик полупроводниковых оптоэлектронных приборов.

Низкоразмерные структуры в электронике (Факультативная дисциплина, 2 зачётные единицы, 72 часа)

Дисциплина «Низкоразмерные структуры в электронике» развивает представления о свойствах полупроводниковых материалов и приборов, полученные в процессе освоения дисциплин «Физика полупроводников» и «Физика полупроводниковых приборов», применительно к низкоразмерным структурам. Цель освоения дисциплины – познакомить обучающихся с основами теории энергетического спектра, электрофизических и оптических свойств низкоразмерных полупроводниковых структур, примерами их

использования в приборах твердотельной электроники. Показывается, как реальные состав и размеры элементов, составляющих полупроводниковую структуру, оказывают влияние на энергетический спектр и волновые функции носителей заряда, оптические и электрические свойства структуры, как эти свойства используются в приборах твердотельной электроники.

Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:

- знакомство с электрическими и оптическими свойствами низкоразмерных полупроводниковых структур – квантовых ям, сверхрешеток, квантовых нитей, квантовых точек;
- знакомство с принципами действия современных приборов микро-, опто- и наноэлектроники на основе низкоразмерных структур;
- развитие навыков расчета основных электрофизических и оптических параметров низкоразмерных структур.

Теория пограничного слоя (Факультативная дисциплина, 2 зачётные единицы, 72 часа)

Цели дисциплины: получение знаний и формирование у аспирантов общекультурных и профессиональных компетенций, чтобы знать закономерности динамики пространственных нестационарных и установившихся течений жидкостей и газа в рамках приближения пограничного слоя, как для ламинарного, так и турбулентного режима движения, владеть математическими методами описания автомодельных решений уравнений пограничного слоя, уметь использовать современные модели турбулентности различного уровня сложности в профессиональной деятельности, применять экономичные численные методы для расчёта ламинарных и турбулентных пограничных слоев для решения инженерных и фундаментальных задач, уметь управлять пограничным слоем с целью устранения отрыва пограничного слоя или перемещения точки отрыва вниз по потоку для уменьшения сопротивления и повышения подъёмной силы обтекаемого тела, уметь проводить аналогию между процессами переноса импульса, тепла и массы в рамках теории пограничного слоя.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

основные положения теории пограничного слоя и методы экспериментального и теоретического исследования динамических, тепловых и диффузионных пограничных слоев.

Уметь:

моделировать в рамках пограничного слоя ламинарные и турбулентные течения сжимаемой и несжимаемой жидкости с применением моделей турбулентности различного уровня сложности и с учётом переноса тепла и массы применительно к природным явлениям и инженерным задачам.

Владеть:

численными методами расчёта пограничных слоев пространственных нестационарных и установившихся ламинарных и турбулентных течений и навыками работы со специальной литературой.

Теория тепло-и массообмена (Факультативная дисциплина, 2 зачётные единицы, 72 часа)

Цели дисциплины: обучение аспирантов

- профессиональному пониманию теории процессов теплопроводности, конвективного теплообмена, теплообмена при фазовых и химических превращениях в многокомпонентных средах и теплообмену излучением;

- владению численного моделирования процессов переноса тепла и массы применительно к внутренним и внешним задачам гидроаэродинамики;
- практическому применению теории к расчёту тепло-и массоотдачи в двигателях, ракетных соплах и теплообменных аппаратах на основе вычислительных лабораторных работ.

В результате освоения дисциплины обучающийся аспирант должен:

Знать:

основные положения учения: о законах теплопроводности при стационарном и неустановившемся режиме для изотропных и анизотропных тел; о теории конвективного переноса тепла, импульса и энергии при ламинарном и турбулентном режиме течения многокомпонентных сред; о теории теплообмена при фазовых и химических превращениях в многокомпонентных средах; об основных законах теплового излучения в поглощающих и излучающих средах и о методах расчёта тепловой защиты технических устройств и расчёта теплообменных аппаратов.

Уметь:

анализировать и разбираться в проблемах переноса тепла массы и энергии; проводить расчёты задач теплопроводности; моделировать процессы переноса тепла при вынужденной и естественной конвекции для ламинарного и турбулентного режима течения; анализировать и рассчитывать теплообмен при фазовых и химических превращениях в многокомпонентных средах ; рассчитывать тепло-и массоотдачу, а также задачи теплового излучения в поглощающих и излучающих средах.

Владеть:

современными методами расчета: задач теплопроводности; вынужденной и естественной конвекции при ламинарном и турбулентном режиме течения; теплообмена при фазовых и химических превращения; тепло-и массоотдачи в многокомпонентных средах и теплового излучения в поглощающих и излучающих средах.

4.6. Программы кандидатских минимумов, которые были учтены при формировании рабочих программ дисциплин, полностью соответствуют Программам кандидатских экзаменов по истории и философии науки, иностранному языку и специальным дисциплинам, утвержденным приказом Минобрнауки России от 8 октября 2007 г. № 274 (зарегистрирован Минюстом России 19 октября 2007 г., регистрационный № 10363); тексты программ доступны на сайте ВАК по адресу <http://vak.ed.gov.ru/web/guest/88>.

5. Фактическое ресурсное обеспечение программы аспирантуры.

5.1. Общесистемные требования к реализации программы аспирантуры 03.06.01 Физика и астрономия

5.1.1. Подразделения Томского государственного университета, обеспечивающие подготовку аспирантов по направлению **03.06.01 Физика и астрономия** располагают соответствующей действующим санитарно-техническим нормам материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов лабораторной, практической, и научно-исследовательской работы студентов, предусмотренных ООП. Оборудование адаптировано для проведения физических измерений в режиме удаленного доступа и может применяться в системе дистанционного образования.

5.1.2. Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде

Томского государственного университета. Развитие электронного обучения в ТГУ осуществляется через планы развития университета в области информатизации: проводятся исследования по направлению «Новые информационные технологии в образовании»; организована научно-методическая работа по новым образовательным технологиям и внедрению их в учебный процесс; разработаны принципы создания электронных образовательных ресурсов и автоматизированных средств поддержки учебного процесса, которые корректируются в соответствии с современными условиями и требованиями техники и технологий, современной педагогики. Электронно-библиотечная система и электронная информационно-образовательная среда ТГУ обеспечивают возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" как на территории ТГУ, так и вне ее.

Для работы с аспирантами ТГУ разработана информационно-аналитическая система АСАИМПА <http://asaimpa.tsu.ru/>. В настоящее время все аспиранты первого курса, в том числе и обучающиеся по направлениям организаций-партнеров ТГУ, имеют доступ к личному кабинету через персональный логин и пароль. Для удобства использования в личном кабинете есть памятка по заполнению разделов индивидуального плана. В личном кабинете аспиранты совместно с назначенным научным руководителем формулируют тему диссертационного исследования, обосновывают его актуальность, новизну и т.д. Далее аспиранту следует указать направление и профиль подготовки, после чего будет автоматически сформирована вся образовательная составляющая часть индивидуального плана на весь период обучения. После этого аспирант и научный руководитель составляют детальный план научно-исследовательской работы, включая написание частей диссертации, необходимого количества статей для журналов ВАК, участия в тематических конференциях, стажировках и др. По окончании заполнения аспирант сохраняет текстовый файл своего индивидуального плана, распечатывает и утверждает его на Ученом совете факультета.

Развернута новая автоматизированная информационная система «Аспирант» на базе платформы 1С. Сотрудники отдела аспирантуры имеют возможность вносить все результаты промежуточной и/или итоговой аттестации аспиранта в его онлайн-кабинет. Аттестация проводится на основе балльной системы оценки результатов работы аспирантов. По итогам выполнения годового этапа аспирантам начисляются итоговые баллы, подсчет которых проводится автоматически по показателям результативности согласно разрабатываемой балльно-рейтинговой системе. По итогам выполнения индивидуального плана работы аспиранта в системе мониторинга формируется и распечатывается отчетная форма – «Протокол аттестации аспиранта за ___ год обучения».

Система интерактивного мониторинга позволяет анализировать качество подготовки аспиранта и своевременно корректировать его траекторию обучения.

Электронная информационно-образовательная среда Томского государственного университета «Электронный университет - Moodle» <http://moodle.tsu.ru/> обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин, практик и к изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах; Для создания цельных электронных образовательных ресурсов и их отдельных элементов (демонстрационных материалов, интерактивных объектов, инструментов обратной связи и коммуникации, платформ для создания сетевых сообществ) используются облачные сетевые сервисы Интернет, а также конструкторы ресурсов, используемые в системе дистанционного обучения - Moodle. Сервисы электронной

информационно-образовательной среды Томского государственного университета «Электронный университет - Moodle» поддерживают специальные интерфейсы, обеспечивающие доступ к просмотру текущих и итоговых образовательных достижений обучающихся. Разработанный электронный учебный контент ТГУ доступен для работы с помощью мобильных устройств (планшетов и смартфонов) под управлением IOS и Android. Для организации и реализации учебного процесса преподавательский состав ТГУ использует социальные сети «В контакте», «Facebook» и другие социальные медиа.

Современное телекоммуникационное оборудование Томского государственного университета позволяет организовать как синхронное так и асинхронное взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе взаимодействие на основе сетевой технологии, позволяющее получать и передавать учебную и научную информацию на различных уровнях.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации и обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих.

5.1.3 Квалификация руководящих и научно-педагогических работников, реализующих ООП соответствует квалификационным характеристикам, установленным в Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел "Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования", утвержденном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11 января 2011 г. № 1н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23 марта 2011 г., регистрационный № 20237), и профессиональным стандартам.

5.1.4. Доля штатных научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет более 60% от общего количества научно-педагогических работников, реализующих ООП.

5.1.5. Среднегодовое число публикаций НПР НИ ТГУ в расчете на 100 НПР (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет не менее 20 в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus, или не менее 200 в журналах, индексируемых в Российском индексе научного цитирования, или в научных рецензируемых изданиях, определенных в Перечне рецензируемых изданий (согласно пункту 12 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842 «О порядке присуждения ученых степеней»).

5.1.6 В Томском государственном университете Среднегодовой объем финансирования научных исследований на одного НПР НИ ТГУ (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет величину не менее чем величина аналогичного показателя мониторинга системы образования, утверждаемого Министерством образования и науки Российской Федерации.

5.2. Требования к кадровым условиям реализации программы аспирантуры.

5.2.1. Реализация ООП обеспечивается руководящими и научно-педагогическими работни-

ками Томского государственного университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы аспирантуры на условиях гражданско-правового договора.

Справка о кадровом обеспечении ООП приведена в Приложении 2.

5.2.2. Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих ООП, составляет более 75 процентов.

5.2.3. Научный руководитель, назначенный обучающемуся, должен иметь ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации);

- осуществлять самостоятельную научно-исследовательскую (творческую) деятельность или участвовать в осуществлении такой деятельности по направленности подготовки;
- иметь публикации по результатам указанной научно-исследовательской (творческой) деятельности в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях;
- осуществлять апробацию результатов указанной научно-исследовательской (творческой) деятельности на национальных и международных конференциях.

Аспиранту, выполняющему научные исследования на стыке двух научных специальностей, и (или) обучающемуся по совместной образовательной программе двойного диплома может быть назначен второй научный руководитель или научный консультант.

Справка о научных руководителях приведена в Приложении 3.

5.3. Требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению программы аспирантуры.

5.3.1. Томский государственный университет имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации ООП, включает в себя лабораторное оборудование в зависимости от степени сложности, для обеспечения дисциплин (модулей), научно-исследовательской работы и практик. Конкретные требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению определяются направленностью программы.

Для проведения учебных занятий и научно-исследовательской работы аспиранты могут использовать высокопроизводительный вычислительный кластер. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Томского государственного университета. Электронно-библиотечная система обеспечивает возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.

В случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий допускается замена специально оборудованных помещений их виртуальными ана-

логами, позволяющими обучающимся осваивать умения и навыки, предусмотренные профессиональной деятельностью.

Справка о материально-техническом обеспечении ООП приведена в Приложении 4.

Обучающиеся имеют доступ к фондам Научной библиотеки ТГУ, которые укомплектованы печатными и электронными изданиями основной учебной и научной литературы по дисциплинам базовой и вариативной частей учебного плана, изданными за последние пять лет из расчета не менее 50 экземпляров каждого из изданий обязательной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.

Фонд дополнительной литературы, помимо учебной включает, официальные справочно-библиографические и специализированные периодические издания в количестве не менее 1-2 экземпляра на каждые 100 обучающихся.

Научная библиотека Томского государственного университета предлагает пользователям:

- доступ к ресурсам Интернет;
- электронный каталог;
- on-line доступ к удаленным информационным ресурсам;
- читальные залы с открытым доступом, ресурсная база которых состоит из документов на носителях традиционных и электронных, локальных и удаленных (библиографические, реферативные, полнотекстовые базы данных, в том числе на CD и DVD);
- сетевое использование ресурсов, когда пользователям предоставлена возможность работы с различными программами — электронным каталогом, офисными приложениями, с научно-образовательными ресурсами Интернет со всех автоматизированных рабочих мест в библиотеке

5.3.2. На всех компьютерах, используемых на занятиях и для научно-исследовательской работы установлено требуемое лицензионное программное обеспечение. Компьютерные классы, учебные лаборатории и лекционные аудитории оборудованы презентационной техникой.

5.3.3. Электронно-библиотечная система и электронная информационно-образовательная среда обеспечивают одновременный доступ не менее 25% обучающихся по программе аспирантуры.

5.3.4. Аспиранты и научно-педагогические работники имеют доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных (в том числе международным реферативным базам данных научных изданий) и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит ежегодному обновлению.

5.3.5. Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

5.4. Требования к финансовому обеспечению ООП

Финансовое обеспечение реализации программы аспирантуры осуществляется в объеме не ниже установленных Министерством образования и науки Российской Федерации базовых нормативных затрат на оказание государственной услуги в сфере образования для данного уровня образования и направления подготовки с учетом корректирующих коэффициентов, учитывающих специфику образовательных программ в соответствии с методикой определения нормативных затрат на оказание государственных услуг по реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ высшего образования по специальностям и направлениям подготовки, утвержденной приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 2 августа 2013 г. № 638 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 16 сентября 2013 г., регистрационный №29967).

6. Требования к обеспечению качества освоения программы аспирантуры

6.1. Выполнение основных требований к обеспечению качества освоения программы аспирантуры подтверждаются:

- независимой оценкой качества образовательной деятельности НИ ТГУ, показателями которой являются позиции, занимаемые НИ ТГУ в ведущих мировых рейтингах университетов и предметных отраслевых рейтингах;
- разработкой объективных процедур оценивания уровней сформированности всех типов компетенций у обучающихся;
- показателями мониторинга эффективности научной и образовательной деятельности НИ ТГУ;
- профессиональной компетентностью профессорско-преподавательского состава, обеспечивающего реализацию программ аспирантуры;
- привлечением представителей ключевых работодателей и партнеров НИ ТГУ к анализу, проектированию и реализации программы аспирантуры.

6.2. С целью контроля и совершенствования качества ООП могут проводиться:

- внешние процедуры оценки качества (государственная аккредитация, профессионально-общественная аккредитация, международная аккредитация образовательных программ);
- внутренние процедуры оценки качества (самообследование, внутренний аудит).

6.3. Оценка качества освоения обучающимися программы аспирантуры включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, ГИА. Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по каждой дисциплине (модулю) программы и практике НИ ТГУ устанавливает самостоятельно, в том числе и для обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья.

6.4. Для оценки достижения запланированных результатов освоения программы аспирантуры, разрабатываются фонды оценочных средств по дисциплинам (модулям), практикам, ГИА.

РУКОВОДИТЕЛИ НАПРАВЛЕНИЯ:

Декан физического факультета



О.Н. Чайковская

Декан радиофизического факультета

А.Г. Коротяев

Ответственный за направление, доцент



В.Ф. Нявро