

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Институт новых материалов и технологий

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке

_____ В.В. Кружаев
«__» _____ 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ФИЗИКИ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Образовательная программа <i>Оптика</i>	Код ОП <i>03.06.01</i>
Направление подготовки <i>Физика и астрономия</i>	Код направления и уровня подготовки <i>03.06.01</i>
Уровень подготовки <i>Подготовка кадров высшей квалификации</i>	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: <i>30.07.2014, № 867; с изменениями и дополнениями от 30.04.2015 № 464</i>

СОГЛАСОВАНО
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
КАДРОВ ВЫСШЕЙ
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург, 2017 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Шардаков Николай Тимофеевич	Доктор техн. наук, доцент	Заведующий кафедрой	Кафедра «Технология стекла»	
2	Дружинин Анатолий Владимирович	Кандидат физ.-мат. наук, с.н.с.	Доцент	Кафедра «Технология стекла»	
3	Парамонова Ольга Леонидовна	-	Старший преподаватель	Кафедра «Технология стекла»	

Рекомендовано учебно-методическим советом института новых материалов и технологий

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

М.П. Шалимов

Согласовано:

Начальник ОПНПК

Е.А. Бутрина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ФИЗИКИ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам программы аспирантуры. Актуальность данного курса обусловлена необходимостью дальнейшего развития методов экспериментальной физики и их успешное использование при установлении новых фундаментальных физических закономерностей. Для эффективного изучения дисциплины требуется использование дополнительной литературы, а также непосредственное участие при подготовке и проведении экспериментов. Экспериментальные исследования являются основой для установления основных закономерностей физических явлений и процессов. В связи с этим необходимо ознакомление с методами современной экспериментальной физики, способах обработки экспериментальных результатов, приборной базой и новыми тенденциями при проведении экспериментальных исследований. Поскольку экспериментальные исследования выполняются практически для всех направлений физики, преподавание методов экспериментальных исследований необходимо при изложении основ механики, оптики, электричества, ядерной физики и других разделов физики.

1.2. Язык реализации дисциплины – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у аспиранта следующих компетенций:

- способность 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);
- способность 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);
- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач в области, соответствующей выбранной направленности: оптика (ПК-1);
- способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности (ПК-2).

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать: физическую, естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, основные тенденции развития в разработке приборов и методов экспериментальной физики.

Уметь: осуществлять отбор материала, характеризующего область приборов и методов экспериментальной физики, с учетом конкретной научной или технической задачи.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности): навыками работы в научном коллективе; приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению научных задач в области приборов и методов экспериментальной физики.

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)		
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	6	-	-
1.	Аудиторные занятия	4	4	4		
2.	Лекции	4	4	4		
3.	Практические занятия					
4.	Лабораторные работы					
5.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	-	104		
6.	Промежуточная аттестация	3	-	3		
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	4	108		
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3		

*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3,4 - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий).

в п.6 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного аспиранта.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Общие методы измерения физических величин	Методы измерения времени и частоты. Стандарты частоты. Методы измерений длины, в том числе наноразмерных объектов. Методы измерения термодинамических и оптических величин. Дифференциальные, корреляционные, модуляционные и другие методы измерений. Детектирующие элементы.
P2	Современная экспериментальная техника	Оптические приборы. Оптоволоконные устройства. Спектральные приборы. Основные виды спектрального анализа. Аппаратная функция спектрального прибора. Акустооптические устройства. Интерферометрические приборы и методы. Фурье-спектрометры. Источники и детекторы света. Лазеры. Матричные приемники. Радиотехнические, радиофизические, радиоэлектронные методы и устройства. Регистрация непрерывных и импульсных величин.
P3	Виды, принципы, характеристики измерений	Системы единиц. Прямые, косвенные, статистические и динамические измерения. Оценки погрешностей. Принципиальные ограничения на точность измерений (физические пределы). Основные принципы построения приборов для измерений оптических спектральных величин. Фундаментальные шумы в измерительных устройствах. Тепловой шум. Формула Найквиста. Теорема Калена-Вельтона. Дробовой шум в электронных и оптических приборах. Шумы 1/f. Квантовые эффекты в физических измерениях. Соотношения неопределенности. Квантовые невозмущающие измерения. Квантовые эталоны единиц физических величин (примеры).
P4	Достоверность и	Случайные события. Условные вероятности. Распределение

	погрешность измерений	<p>вероятности. Моменты. Распределения вероятностей. Распределение Пуассона (дробовой шум). Экспоненциальное распределение. Нормальное распределение и центральная предельная теорема. Корреляции случайных величин. Случайные процессы. Эргодичность. Стационарные случайные процессы. Спектральная плотность. Теорема Винера-Хинчина. Оценка параметров случайных величин. Выборочные средние и дисперсии. Выборочные распределения. t-распределение Стьюдента. Определение средних значений измеряемых параметров и их погрешностей в прямых и косвенных измерениях.</p> <p>Техника оценки параметров при разных распределениях погрешностей измерений. Средние и вероятные значения переменных. Параметрические и непараметрические оценки.</p>
P5	Методы анализа результатов физических измерений	<p>Аналитическая аппроксимация результатов измерений. Интерполяция (линейная, квадратичная, кубическая, сплайны и т.п.). Метод наименьших квадратов. Фурье-анализ. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Вэйвлет-анализ. Статистическая проверка гипотез. Критерий согласия и методы их использования. Критерий Колмогорова. Критерий χ^2. Прямые и обратные задачи. Некорректные задачи. Обратные задачи при анализе результатов измерений и методы их решения. Метод максимального правдоподобия и его применение.</p>
P6	Моделирование физических процессов	<p>Аналитическое описание физических процессов. Использование моделей физических процессов. Метод статистических испытаний, методика его применения. Планирование эксперимента, выбор метода и средств, методы оценки ожидаемых результатов и их погрешностей. Учет влияния прибора на результаты измерений.</p>
P7	Цифровая обработка сигналов и экспериментальных данных	<p>Сигналы как математические функции. Непрерывные представления сигналов. Дискретизация и поэлементное квантование. Теорема отсчетов (теорема Котельникова). Восстановление сигналов как обратная задача. Регуляризация решения при восстановлении сигналов. Метод регуляризации Тихонова. Оптимальная линейная фильтрация. Среднеквадратичные ошибки восстановления. Погрешность эксперимента. Величина и доверительный интервал. Сравнение величин. Нахождение стохастической закономерности. Аппроксимация функций. Линейная и нелинейная аппроксимация. Сглаживание и интерполяция сплайнами.</p>
P8	Автоматизация научных исследований	<p>Способы преобразования данных и сигналов. Хранение, обработка, отображение и передача данных. Контроль процессов измерений в реальном времени. Аппаратные и программные средства синхронизации процессов. Накопление экспериментальных данных, создание банков данных. Экспресс-измерения. Мониторинг. Оптические методы исследования атмосферы, морей и океанов, поверхности материков. Радиофизические методы исследования Земли. Архитектура и основные компоненты современных компьютерных систем. Типы периферийных устройств. Понятие виртуального устройства. Взаимодействие человека и прибора (системы) при измерениях и управлением процессами. Общие характеристики интерфейсов. Адаптивные и самообучающиеся системы. Принципы организации информационных сетей. Кабельные и беспроводные сети. Локальные и глобальные сети. Распределенные средства хранения и обработки данных и другие сетевые сервисы. Удаленное управление приборами и системами.</p>
P9	Программное обеспечение систем автоматизации	<p>Системное программное обеспечение. Драйверы устройств. Прикладное программное обеспечение. Текстовые процессоры, электронные таблицы, базы данных, презентационные программы. Графические программные системы. Языки программирования низкого и высокого уровней. Языки программирования</p>

		компилирующего и интерпретирующего типов. Структурное программирование. Объектно-ориентированное программирование. Графическое программирование. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Решение нелинейных уравнений. Минимизация функций одной или нескольких переменных. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Численное интегрирование. Численное дифференцирование.
--	--	--

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Не предусмотрено

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено

4.3.3. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено

4.3.4. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено

4.3.5. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ [отметить звездочкой или другим символом применяемые технологии обучения по разделам и темам дисциплины]

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
Общие методы измерения физических величин					*							
Современная экспериментальная техника					*							

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 1)

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1.Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Ландсберг, Г.С. Оптика : учебное пособие / Г.С. Ландсберг. - 7-е изд., стер. - Москва : Физматлит, 2017. - 852 с. : табл., граф., схем. - ISBN 978-5-9221-1742-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485257> (08.10.2018).
2. Кибзун, А.И. Теория вероятностей и математическая статистика: Базовый курс с примерами и задачами : учебное пособие / А.И. Кибзун, Е.Р. Горяинова, А.В. Наумов ; ред. А.И. Кибзун. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Физматлит, 2007. - 232 с. - ISBN 978-5-9221-0836-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69320> (08.10.2018).
3. Сергеев А.Г. Метрология. М: Логос, 2005.
4. Боровков, А.А. Математическая статистика [Электронный ресурс] : учебник / А.А. Боровков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 704 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3810>. — Загл. с экрана.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Барыбин, А.А. Электродинамика волноведущих структур. Теория возбуждения и связи волн [Электронный ресурс] / А.А. Барыбин. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2007. — 512 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2106>. — Загл. с экрана..
2. Евсеев, И.В. Когерентные переходные процессы в оптике [Электронный ресурс] : монография / И.В. Евсеев, Н.Н. Рубцова, В.В. Самарцев. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 536 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2731>. — Загл. с экрана.
3. А. Ярив, П. Юх. Оптические волны в кристаллах. М. «Мир», 1987 г.
4. Ахманов, С.А. Статистическая радиофизика и оптика [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.А. Ахманов, Ю.Е. Дьяков, А.С. Чиркин. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2010. — 423 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48263>. — Загл. с экрана.
5. Головашкин, Д.Л. Дифракционная компьютерная оптика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.Л. Головашкин, Л.Л. Досколович. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2007. — 736 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2327>. — Загл. с экрана.
6. Гринкруг, М.С. Лабораторный практикум по физике [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.С. Гринкруг, А.А. Вакулюк. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3811>. — Загл. с экрана.

7.2. Методические разработки

Не используется

7.3. Программное обеспечение

1. Microsoft Windows7
2. Microsoft Office 2010
3. Mathcad 2014

7.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>.
Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com>.
Scopus: <http://www.scopus.com>.
Reaxys: <http://reaxys.com>.
Поисковая система EBSCO Discovery Service <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=141>.

7.5. Электронные образовательные ресурсы

Зональная научная библиотека <http://library.urfu.ru/>

Каталоги библиотеки <http://library.urfu.ru/about/department/catalog/rescatalog/>

Электронный каталог <http://library.urfu.ru/resources/ec/>

Ресурсы <http://library.urfu.ru/resources>

Поиск <http://library.urfu.ru/search;>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Аспиранты кафедры обеспечены специальными помещениями для проведения занятий:

- лекционного типа с наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин (модулей), рабочим программам дисциплин (модулей) (аудитории X-120-11);

- занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащённых компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации (аудитории X-120-6);

- лабораторных и научно-исследовательских работ (аудитории X-120-1, X-120-2, X-120-4).

Экспериментальная база кафедры включает спектрометры, интерферометры, рефрактометр, поляриметр, пирометр, оптическую скамью, лазерные источники, многоэлементные приёмники излучения, генераторы, осциллографы, установки для нанесения покрытий в вакууме, синтеза кристаллов и стекол, исследования термических свойств и т.д...

Все помещения соответствуют действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивают проведение теоретической и практической подготовки, предусмотренной учебным планом аспиранта, а также эффективное выполнение диссертационной работы.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ

И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.2.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

Не предусмотрено

8.2.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Не предусмотрено

8.2.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено

8.2.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Системы единиц. Критерии точности измерений. Методы анализа физических измерений. Акустоэлектронные и акустооптические устройства.
2. Методы регистрации и обработки результатов эксперимента при исследовании взаимодействия электронов с твердым телом. Экспериментальные методы физики полупроводников и диэлектриков. Лазеры. Методы экспериментальной спектроскопии. Волоконно-оптические линии связи. Методы радиолокационных исследований планет. Радиофизические методы исследования Земли.
3. Процесс исследования как объект автоматизации. Принципы создания систем автоматизации экспериментов. Формализация сложной системы. Математические схемы описания элементов сложных систем. Моделирование сложных систем. Производительность и надежность систем.
4. Элементы теории сигналов. Дискретизация и квантование сигналов. Восстановление сигналов. Статистическая обработка данных. Интерполяция данных. Сглаживание данных.
5. Логический уровень описания баз данных в системах автоматизации. Физическая организация данных. Характеристики современных компьютеров. Средства сопряжения. Организация интерактивных систем автоматизации экспериментов.
7. Системное программное обеспечение. Прикладное программное обеспечение. Языки программирования.
8. Задачи реального времени. Технология программирования. Надежность программного обеспечения. Методы оценки программ. Численные методы в экспериментальной физике.
9. Локальные сети. Глобальные сети.

8.2.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено

8.2.6. Иные оценочные средства

Не предусмотрено