



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет *физический*

Кафедра *физической электроники*



«Утверждаю»

Проректор по научной работе и
инновациям

Н.А. Ашурбеков

«*26*» *марта* 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины:
«ТЕХНИКА ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА»**

основной образовательной программы подготовки аспиранта по
направлению

03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации
(аспирантура)

Квалификация (степень) выпускника:

«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

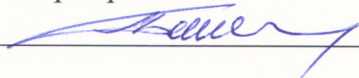
Статус дисциплины: вариативная

Махачкала 2020 год

Рабочая программа по дисциплине «Техника физического эксперимента» составлена в 2020 году на основании ФГОС ВО по направлению подготовки научно-педагогических кадров по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь» утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 30.07.2014 г. № 867.

Составитель рабочей программы

к.ф.-м.н., доцент

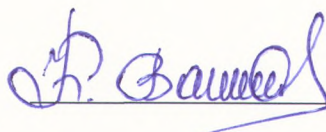


Рагимханов Г.Б.

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета физического факультета протокол № 6 от «28» 02 2020 г.

Председатель совета

физического фак-та, проф.



Курбанисмаилов В.С.


«28» 02 2020 г.

Согласовано:

Начальник управления

аспирантуры и докторантуры

«26» марта 2020 г.



Рамазанова Э.Т.

Аннотация.

Дисциплина «Техника физического эксперимента» входит в Блок 1 «Дисциплины» - Вариативная часть основной образовательной программы аспирантуры по направлению 03.06.01 Физика и астрономия. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с постановкой современного эксперимента.

Целью изучения курса «Техника физического эксперимента» является получение представления о физических основах и приборной реализации современных методов экспериментального исследования параметров наноструктур. Понять роль оптических методов в исследовании наноструктурных объектов, ознакомиться с инструментальным обеспечением измерений, с приемниками и источниками излучения, включая лазерные, и с методами контроля их параметров. Получить представления о конструктивных решениях применяемой аппаратуры и организации эксперимента. Рассмотреть особенности методов оптической спектроскопии в контексте изучения энергетических и динамических характеристик наносистем, определения электронно-колебательной структуры нанокристаллов, включая спектроскопию комбинационного рассеяния, спектроскопию выжигания долгоживущих провалов и кинетическую спектроскопию сверхвысокого временногоразрешения, методы определения химического состава, строения и внутренних напряжений в наноструктурах, представления о линейных и нелинейных процессах. Изучить достижения микроскопии в области исследования и контроля параметров наноструктурных систем при использовании техники просвечивающей электронной микроскопии, сканирующей туннельной и атомно-силовой микроскопии, позволяющей проследить процессы зарождения и роста нанокристаллов и определять кристаллическую морфологию исследуемых образцов, в том числе, размеры, форму и взаимное положение единичных наноструктур. На конкретных примерах проследить алгоритм и логику современного эксперимента.

Дать информацию о физических явлениях, используемых в основных методах диагностики плазмы. Описать условия и методику реализации основных методов диагностики плазмы, а также научить конструировать диагностические комплексы для конкретных плазменных установок.

1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, изучающих дисциплину «Техника физического эксперимента».

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом <http://science.dgu.ru/eduprogram/03.06.01.pdf> от «30» июля 2014г. № 867;.
- Образовательной программой 03.06.01 –Физика и астрономия. Квалификация: исследователь, преподаватель-исследователь
- Учебным планом университета по направлению подготовки 03.06.01 – Физика и астрономия, утвержденным в 2017г.

Объем дисциплины 2-зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий.

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе зачет	Форма промежуточной аттестации (зачет)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	В се го	из них						
Лекц ии		Лабораторн ые занятия	Практиче ские занятия	КСР	консульта ции			
10	7 2	4		4			64	зачет

Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель изучения дисциплины «Техника физического эксперимента» состоит в том, чтобы дать выпускникам: знания о технологиях создания, физических характеристиках и принципах работы современных физических приборов; как создавать установки; как обеспечивать необходимые для исследований условия эксперимента; как количественно измерять различные природные явления.

Задачи дисциплины: формирование знаний об устройстве и принципе работы современных экспериментальных установок и измерительных приборов, технологиях измерений различных физических величин, технологиях проверки и обработки экспериментальных данных.

Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

иметь представление: об устройстве и принципе работы технологически сложных компонентов современных физических установок, о том, как обеспечивать необходимые для исследований условия эксперимента, как количественно измерять различные природные явления. Он должен быть способным осознанно в выбранной области науки проводить сложные эксперименты и обрабатывать их результаты;

знать: о технологиях создания, физических характеристиках и принципах– работы современных физических установок;

уметь: использовать полученные знания для создания комплексов измерения и физических установок. Уметь ориентироваться в информации, получаемой из эксперимента. Уметь обрабатывать и представлять полученные данные своим коллегам согласно общепринятым нормам, существующим в научном сообществе. Уметь профессионально осмысливать результаты, полученные другими экспериментаторами. Уметь грамотно и критически подбирать теоретические модели к наблюдаемым явлениям

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

В результате освоения программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине(модулю):

Коды компетенции	Результаты освоения ОПОП Содержание компетенций*	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
-------------------------	---	--

УК-1	<p>способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p>Уметь: при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений</p> <p>Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>
ОПК-1	<p>способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Знать: методики анализа современных проблем в области физики и астрономии, способы и методы решения теоретических и экспериментальных задач.</p> <p>Уметь: критически анализировать проблемы в области физики и астрономии, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических и экспериментальных задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты,</p>

		<p>исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности</p> <p>Владеть: приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач.</p>
ПК-2	<p>способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения</p>	<p>Знать: основы высшей математики, законы естественных наук, применяемые в физике плазмы и твердотельной электронике; физические методы исследования и требования к параметрам твердотельных веществ и плазмы при практическом применении готовить сообщения на научно-практической; конференции с широким спектром тематики; информационные технологии, применяемые при моделировании физических свойств твердотельных материалов и плазмы;</p> <p>Уметь: использовать аппарат высшей математики при описании фундаментальных свойств объекта исследования; применять законы естественных наук в теоретических и экспериментальных исследованиях плазмы и тонких пленок; готовить сообщения на научно-практической конференции с широким спектром тематики; работать с информацией в области физики плазмы из различных источников: отечественной и зарубежной периодической литературой, монографий и учебников,</p> <p>Владеть:</p>

		<p>Методами планирования, подготовки проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направлению 01.04.04 Физическая электроника; Навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение НИР и проектных работ по направлению 01.04.04 Физическая электроника</p>
--	--	--

* - формулировка компетенции приводится в соответствии со стандартом.

** - характеристика компетенции (знать, уметь, владеть)

В результате изучения дисциплины обучающийся осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
универсальные	УК-1	<p>Знания методов критическому анализу и оценке современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных.</p> <p>Умение критически анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	
общепрофессиональные	ОПК-1	<p>ЗНАТЬ: возможные сферы теоретических и экспериментальных исследований в области физики и астрономии</p> <p>УМЕТЬ: использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе и те, которые находятся на передовом рубеже физики.</p>	

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
		ВЛАДЕТЬ: навыками работы в научном коллективе; приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач.	
профессиональные	ПК-2	Знание требований к оформлению результатов выполненной работы, методов обработки и представления результатов измерений (в том числе диссертационной работы) Способность самостоятельно успешно и систематически применять методы планирования, подготовки и проведения НИР и анализа и обсуждения экспериментальных данных, формулировка выводов и рекомендаций по результатам НИР, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций	

2.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

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

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		удовл.	хорошо	отлично

Пороговый	<p>Знать: методики анализа современных проблем в области физики и астрономии, способы и методы решения теоретических и экспериментальных задач.</p>	<p>Демонстрирует частичные знания содержания методик анализа современных проблем в области физики и астрономии, способов и методов решения теоретических и экспериментальных задач, указывает способы реализации, но не может обосновать возможность их использования в конкретных ситуациях</p>	<p>Демонстрирует знания сущности методик анализа современных проблем в области физики и астрономии, способов и методов решения теоретических и экспериментальных задач, отдельных особенностей методик и способов их реализации, но не выделяет критерии выбора конкретных методов испособов при решении профессиональных задач.</p>	<p>Раскрывает полное содержание методик анализа современных проблем в области физики и астрономии, способов и методов решения теоретических и экспериментальных задач, всех их особенностей, аргументировано обосновывает критерии выбора методик анализа современных проблем в области физики и астрономии, способов и методов решения теоретических и экспериментальных задач при решении профессиональных задач.</p>
Повышенный	<p>Уметь: критически анализировать проблемы в области физики и астрономии, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических и экспериментальных задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности</p>	<p>При анализе конкретной профессиональной задачи не учитывает тенденции развития сферы профессиональной деятельности.</p>	<p>Умеет критически анализировать современные проблемы в области физики и астрономии и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических и экспериментальных задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты, но не полностью учитывает тенденции развития области профессиональной деятельности.</p>	<p>Готов и умеет критически анализировать современные проблемы в области физики и астрономии, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических и экспериментальных задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности..</p>

<i>Высокий</i>	Владеть: приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач.	Владеет некоторыми способами выявления и оценки индивидуально-личностных и профессиональных о-значимых качеств, необходимых для выполнения профессиональной деятельности, при этом не демонстрирует способность оценки этих качеств и выделения конкретных путей их совершенствования.	Владеет отдельными способами и методами решения теоретических и экспериментальных задач, и выделяет конкретные пути решения профессиональных задач, не обладая в полной мере способностью критически анализировать современные проблемы в области физики и астрономии	Владеет адекватными способами и методами решения теоретических и экспериментальных задач, способностью критически анализировать современные проблемы в области физики и астрономии, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических и экспериментальных задач.\
----------------	--	--	---	---

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

<i>Уровень</i>	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		удовл.	хорошо	отлично
<i>Пороговый</i>	Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Общие, но не структурированные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том	Сформированные систематические знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных

Повышенный II	<p>Уметь: при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений</p>	<p>В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализы альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов</p>	<p>В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы анализы альтернативных вариантов решения исследовательских задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов</p>	<p>Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов</p>
Высокий	<p>Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач.</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач.</p>	<p>Успешное и систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач.</p>

ПК-2 -способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		удовл.	хорошо	отлично

Пороговый	<p>Знать: методики анализа современных физико-технических проблем, способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач разработки приборов и методов экспериментальной физики</p>	<p>Демонстрирует частичные знания содержания методик анализа современных физико-технических проблем разработки приборов и методов экспериментальной физики, способов и методов решения экспериментальных и теоретических задач, указывает способы реализации, но не может обосновать возможность их использования в конкретных ситуациях</p>	<p>Демонстрирует знания сущности методик анализа современных физико-технических проблем разработки приборов и методов экспериментальной физики, способов и методов решения экспериментальных и теоретических задач, отдельных особенностей методик и способов их реализации, но не выделяет критерии выбора конкретных методов и способов при решении научных задач</p>	<p>Раскрывает полное содержание методик анализа современных физико-технических проблем разработки приборов и методов экспериментальной физики, способов и методов решения экспериментальных и теоретических задач, всех их особенностей, аргументировано обосновывает критерии выбора методик анализа современных физико-технических проблем разработки приборов и методов экспериментальной физики, способов и методов решения экспериментальных и теоретических задач при решении профессиональных задач</p>
Повышенный	<p>Уметь: критически анализировать современные физико-технические проблемы, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты, исходя из тенденций развития приборов и методов экспериментальной физики</p>	<p>При анализе конкретной научной задачи не учитывает тенденции развития разработки приборов и методов экспериментальной физики</p>	<p>Умеет критически анализировать современные физико-технические проблемы, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты, но не полностью учитывает тенденции развития</p>	<p>Готов и умеет критически анализировать проблемы разработки приборов и методов экспериментальной физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты, исходя из тенденций развития области разработки приборов и методов экспериментальной физики</p>

			области разработки приборов и методов экспериментальной физик	
Высокий	Владеть: приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению научных задач разработки приборов и методов экспериментальной физики	Владеет отдельными приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных задач разработки приборов и методов экспериментальной физики, давая не полностью аргументированное обоснование предлагаемого варианта решения	Владеет приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач разработки приборов и методов экспериментальной физики, полностью аргументируя предлагаемые варианты решения	Демонстрирует владение системой приемов и технологий целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению нестандартных профессиональных задач разработки приборов и методов экспериментальной физики, полностью аргументируя выбор предлагаемого варианта решения

3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах, прохождении практик:

- Курс общей физики
- Квантовая механика
- Термодинамика и статистическая физика
- Физика конденсированного состояния
- Физика плазмы и знания в области математики

Для освоения учебной дисциплины, обучающиеся должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- [Перечислите основные знания и компетенции, которыми должен владеть обучающийся после освоения дисциплин, на которых базируется данная учебная дисциплина]

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих за ней дисциплин:

- Эмиссионная и вакуумная электроника
- Физика фазовых переходов и критических явлений
- Физическая электроника
- Основы зонной теории твердых тел
- Наноматериалы и нанотехнологии
- Методы обработки информации

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
<i>Модуль 1. Техника измерений параметров конденсированных сред</i>									
1	Основные современные методы измерений физических величин	1		1				4	Устный опрос, письменный опрос, реферат
2	Измерения параметров лазерного излучения	1						4	Устный опрос, письменный опрос, реферат
3	Особенности кинетических измерений со сверхвысоким разрешением во времени	1						4	Устный опрос, письменный опрос, реферат
4	Общие понятия о физических основах и приборной реализации современных методов и техники экспериментального исследования параметров наноструктур	1		1				4	Устный опрос, письменный опрос, реферат
5	Электронная микроскопия наноструктур.	1			1			4	Устный опрос, письменный опрос, реферат
6	Оптическая спектроскопия квантовых	1						4	Устный опрос, письменный опрос, реферат

	наноструктур. выжигание долгоживущих спектральных провалов								
7	Оптическая спектроскопия наноструктур: комбинационное рассеяние света (рамановское рассеяние)	1			1			4	Устный опрос, письменный опрос, реферат
8	Оптические методы и техника изучения динамики электронных возбуждений в наноструктурах	1						4	Устный опрос, письменный опрос, реферат
	<i>Итого по модулю 1:</i>			2	2				Коллоквиум
<i>Модуль 2. Техника экспериментальных измерений параметров плазмы</i>									
1	Техника электрических измерений. Фотографические методы измерений	1		1				4	Устный опрос, письменный опрос, реферат
2	Измерения спектральной интенсивности Техника спектральных измерений, разрешенных во времени	1		1				4	Устный опрос, письменный опрос, реферат
3	Методы диагностики плазмы, основанные на измерении показателя преломления	1			1			6	Устный опрос, письменный опрос, реферат
4	Методы, основанные на измерении поглощения электромагнитного излучения в плазме	1			1			6	Устный опрос, письменный опрос, реферат
5	Активная спектроскопия плазмы	1						6	Устный опрос, письменный опрос, реферат
6	Методы диагностики, основанные на исследовании	1						6	Устный опрос, письменный опрос, реферат

	прохождения звуковых и ударных волн через плазму								
	<i>Итого по модулю 2:</i>			2	2				Коллоквиум
	ИТОГО:			4	4			64	зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам.

1 модуль. *Техника измерений параметров конденсированных сред*

Тема № 1. Основные современные методы измерений физических величин.

Основы современного количественного физического эксперимента. Развитие техники и методов измерений физических величин и явлений. Место оптических методов в физических экспериментах. Обработка и анализ экспериментальных данных. Понятие точности и наиболее вероятных искомым данных. Современный парк лазерных источников и методы контроля их параметров

Тема № 2 Измерения параметров лазерного излучения. Современный подход к измерениям параметров лазерного излучения

Тема №3 Особенности кинетических измерений со сверхвысоким разрешением во времени.

Кривая Шапиро. Сверхкороткие лазерные импульсы и методы их получения. Синхронизация мод и каскадная компрессия. Техника контроля параметров сверхкоротких импульсов и измерения отклика исследуемых систем

Тема №4. Общие понятия о физических основах и приборной реализации современных методов и техники экспериментального исследования параметров наноструктур.

Основные методы определения размера, формы и взаимного расположения единичных наноструктур. Методы оптической характеристики химического состава, строения и внутренних напряжений в наноструктурах. Особенности методов исследования электронно-колебательной энергетической структуры нанокристаллов.

Тема №5. Электронная микроскопия наноструктур.

Просвечивающая электронная микроскопия. Принципиальная схема и конструктивные особенности просвечивающего электронного микроскопа. Прямые методы исследования. Пленка-подложка. Исследование дисперсных объектов. Исследование процессов зарождения и роста тонких пленок. Исследование нанорельефа массивных образцов в просвечивающем электронном микроскопе. Исследование кристаллической структуры образцов методом дифракции электронов в ПЭМ. Сканирующая электронная микроскопия. Формирование изображения в сканирующем электронном микроскопе. Электронно-зондовый рентгеноспектральный химический анализ нанообъектов. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия нанообъектов

Тема №6. Оптическая спектроскопия наноструктур: комбинационное рассеяние света (рамановское рассеяние). Физические основы комбинационного рассеяния света. Спектры возбуждения РКР и их использование для изучения электронной структуры квантовых нанокристаллов. Особенности фононного спектра нанокристаллов.

Низкочастотное КР: определение размеров нанокристаллов. Гигантское КР света – реализация усиления локальных оптических полей вблизи металлических наночастиц

Тема 7. Оптические методы и техника изучения динамики электронных возбуждений в наноструктурах.

Иерархия характерных времен эволюции возбуждений в полупроводниковых структурах. Метод синхронного детектирования в регистрации оптических откликов. Техника коррелированного счета одиночных фотонов. Стрик-камера: прямые измерения кинетики люминесценции. Техника ап-конверсии. Метод накачка-зондирования. Интерферометрическая литография в наноструктурных технологиях. Интерференционные явления в многослойных пленочных наноструктурах. Элементы теории проектирования просветляющих покрытий. Фильтр Фабри-Перо на основе сильно поглощающей трехслойной наноструктуры

2 модуль. Техника экспериментальных измерений параметров плазмы

Тема № 8 Техника электрических измерений. Фотографические методы измерений

Измерение разрядных токов и падения напряжения на разряде (шунты, пояс Роговского, делители напряжения). Определение электропроводности плазмы.

Сверхскоростная фотосъемка разрядов. Оптические затворы. Электронно-оптические преобразователи. Современные приборы для скоростной фотографии. Определение распределения интенсивности излучения по фотографическим данным. Изучение динамики развития разрядов. Определение яркостной температуры при фотосъемке в различных спектральных диапазонах. Эталонные источники и абсолютные измерения интенсивностей. Получение градуировочных кривых.

Тема 9. Измерения спектральной интенсивности Техника спектральных измерений, разрешенных во времени

Излучение. Абсолютные и относительные измерения интенсивности излучения. Интенсивность излучения спектральных линий. Уравнения баланса частиц, возбужденных на данный энергетический уровень в атоме. Физические модели плазмы: модель ЛТР, стационарная корональная модель, столкновительно-излучательная модель. Методы определения электронной температуры по относительным интенсивностям спектральных линий в рамках ЛТР и корональной модели плазмы. Определение температуры по относительным интенсивностям линейного и непрерывного спектра. Измерение яркостной температуры по непрерывному спектру в видимой и близкой УФ областях.

Механические и оптические затворы. Применение СФР в спектральных измерениях. Диссекторы на базе ЭОПов. Применение фотоэлектронных умножителей для временной регистрации интенсивностей. Методы определения временной зависимости электронной температуры по относительным интенсивностям спектральных линий. Использование в спектральных приборах CD регистраторов.

Тема 10. Методы диагностики плазмы, основанные на измерении показателя преломления

Зависимость показателя преломления от параметров плазмы. Рефракция световых лучей в плазме. Теневые методы диагностики плазмы. Интерференционные методы диагностики. Применение лазеров в теневых и интерференционных методах. Лазерная трехзеркальная интерферометрия на различных длинах волн. Лазерная голография плазмы. Техника измерений, разрешенных во времени.

Тема 11. Методы, основанные на измерении поглощения электромагнитного

излучения в плазме.

Зависимость коэффициента поглощения от параметров плазмы. Определение коэффициента поглощения в оптическом диапазоне. Определение параметров плазмы по измеренным коэффициентам поглощения. Лазерные методы измерения коэффициента поглощения.

Тема 12. Активная спектроскопия плазмы. Комбинационное рассеяние в плазме. Вынужденное комбинационное рассеяние. Экспериментальные методы активной спектроскопии комбинационного рассеяния. Когерентная антистоксовская спектроскопия (КАРС) и ее применение для диагностики плазмы.

Тема 13. Методы диагностики, основанные на исследовании прохождения звуковых и ударных волн через плазму.

Изменение скорости УВ в плазме. Определение параметров плазмы методом УВ зондирования.

5. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации обучающегося

Тематика заданий текущего контроля

Вопросы на коллоквиум 1.

Вопросы на коллоквиум 2.

Темы рефератов.

1. Основные современные методы измерений физических величин.
2. Измерения параметров лазерного излучения.
3. Особенности кинетических измерений со сверхвысоким разрешением во времени.
4. Электронная микроскопия наноструктур.
5. Оптическая спектроскопия наноструктур: комбинационное рассеяние света (рамановское рассеяние).
6. Оптические методы и техника изучения динамики электронных возбуждений в наноструктурах.
7. Техника электрических измерений. Фотографические методы измерений
8. Измерения спектральной интенсивности Техника спектральных измерений, разрешенных во времени
9. Методы диагностики плазмы, основанные на измерении показателя преломления
10. Методы, основанные на измерении поглощения электромагнитного излучения в плазме.
11. Активная спектроскопия плазмы.
12. Методы диагностики, основанные на исследовании прохождения звуковых и ударных волн через плазму.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

1. Основы современного количественного физического эксперимента.
2. Развитие техники и методов измерений физических величин и явлений.
3. Место оптических методов в физических экспериментах.
4. Обработка и анализ экспериментальных данных.
5. Понятие точности и наиболее вероятных искомых данных.
6. Современный парк лазерных источников и методы контроля их параметров
7. Современный подход к измерениям параметров лазерного излучения
8. Кривая Шапиро.

9. Сверхкороткие лазерные импульсы и методы их получения.
10. Синхронизация мод и каскадная компрессия.
11. Техника контроля параметров сверхкоротких импульсов и измерения отклика исследуемых систем
12. Основные методы определения размера, формы и взаимного расположения единичных наноструктур.
13. Методы оптической характеристики химического состава, строения и внутренних напряжений в наноструктурах.
14. Особенности методов исследования электронно-колебательной энергетической структуры нанокристаллов.
15. Просвечивающая электронная микроскопия.
16. Принципиальная схема и конструктивные особенности просвечивающего электронного микроскопа. Прямые методы исследования.
17. Исследование дисперсных объектов. Исследование процессов зарождения и роста тонких пленок.
18. Исследование нанорельефа массивных образцов в просвечивающем электронном микроскопе.
19. Исследование кристаллической структуры образцов методом дифракции электронов в ПЭМ.
20. Сканирующая электронная микроскопия. Формирование изображения в сканирующем электронном микроскопе.
21. Электронно-зондовый рентгеноспектральный химический анализ нанообъектов. Сканирующая туннельная микроскопия.
22. Атомно-силовая микроскопия нанообъектов
23. Физические основы комбинационного рассеяния света.
24. Спектры возбуждения РКР и их использование для изучения электронной структуры квантовых нанокристаллов.
25. Особенности фононного спектра нанокристаллов.
26. Низкочастотное КР: определение размеров нанокристаллов.
27. Гигантское КР света – реализация усиления локальных оптических полей вблизи металлических наночастиц
28. Иерархия характерных времен эволюции возбуждений в полупроводниковых структурах.
29. Метод синхронного детектирования в регистрации оптических откликов.
30. Техника коррелированного счета одиночных фотонов.
31. Стрик-камера: прямые измерения кинетики люминесценции. Техника ап-конверсии. Метод накачка-зондирования.
32. Интерферометрическая литография в наноструктурных технологиях. Интерференционные явления в многослойных пленочных наноструктурах.
33. Элементы теории проектирования просветляющих покрытий.
34. Фильтр Фабри-Перо на основе сильно поглощающей трехслойной наноструктуры
35. Измерение разрядных токов и падения напряжения на разряде (шунты, пояс Роговского, делители напряжения).
36. Определение электропроводности плазмы.
37. Сверхскоростная фотосъемка разрядов.
38. Оптические затворы.
39. Электронно-оптические преобразователи.
40. Современные приборы для скоростной фотографии.
41. Определение распределения интенсивности излучения по фотографическим данным.
42. Изучение динамики развития разрядов. Определение яркостной температуры при фотосъемке в различных спектральных диапазонах.

43. Эталонные источники и абсолютные измерения интенсивностей. Получение градуировочных кривых.
44. Излучение. Абсолютные и относительные измерения интенсивности излучения.
45. Интенсивность излучения спектральных линий.
46. Уравнения баланса частиц, возбужденных на данный энергетический уровень в атоме.
47. Физические модели плазмы: модель ЛТР, стационарная корональная модель, столкновительно-излучательная модель.
48. Методы определения электронной температуры по относительным интенсивностям спектральных линий в рамках ЛТР и корональной моделей плазмы.
49. Определение температуры по относительным интенсивностям линейного и непрерывного спектра.
50. Измерение яркостной температуры по непрерывному спектру в видимой и близкой УФ областях.
51. Механические и оптические затворы.
52. Применение СФР в спектральных измерениях.
53. Диссекторы на базе ЭОПов.
54. Применение фотоэлектронных умножителей для временной регистрации интенсивностей.
55. Методы определения временной зависимости электронной температуры по относительным интенсивностям спектральных линий. Использование в спектральных приборах СД регистраторов.
56. Зависимость показателя преломления от параметров плазмы. Рефракция световых лучей в плазме.
57. Теневые методы диагностики плазмы.
58. Интерференционные методы диагностики.
59. Применение лазеров в теневых и интерференционных методах.
60. Лазерная трехзеркальная интерферометрия на различных длинах волн. Лазерная голография плазмы.
61. Техника измерений, разрешенных во времени.
62. Зависимость коэффициента поглощения от параметров плазмы.
63. Определение коэффициента поглощения в оптическом диапазоне.
64. Определение параметров плазмы по измеренным коэффициентам поглощения.
65. Лазерные методы измерения коэффициента поглощения.
66. Комбинационное рассеяние в плазме.
67. Вынужденное комбинационное рассеяние.
68. Экспериментальные методы активной спектроскопии комбинационного рассеяния.
69. Когерентная антистоксовская спектроскопия (КАРС) и ее применение для диагностики плазмы..
70. Изменение скорости УВ в плазме.
71. Определение параметров плазмы методом УВ зондирования.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

1. Техника физического эксперимента в системах с пониженной размерностью [Электронный ресурс]: учебное пособие /А.В. Баранов[и др.]. — Электрон.текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2009. — 191 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68194.html>
2. Баранов А.В. Техника физического эксперимента в системах с пониженной размерностью [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / А.В. Баранов, Ю.М. Воронин. — Электрон.текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО,

2009. — 43 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68639.html>
3. Техника физического эксперимента [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / П.С. Парфенов [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2015. — 91 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68197.html>
 4. Техника физического эксперимента в системах с пониженной размерностью. Часть 3 [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Г.Н. Виноградова [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2011. — 44 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68196.html>
 5. Техника физического эксперимента в системах с пониженной размерностью. Часть 2 [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / А.В. Баранов [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2011. — 44 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68195.html>

6.2. Дополнительная литература

1. Сверхкороткие световые импульсы. Под редакцией С. Шапиро. – М.: Мир. 1981. - 456 с.
2. Г. Хирд, Измерения лазерных параметров: Пер. с англ. – М.: Мир. 1970. -287 с.
3. Й. Херман, Б. Вильгельми. Лазеры сверхкоротких световых импульсов: Пер. с англ. – М.: Мир. 1986, 368 с.
4. В.С. Летохов, В.П. Чеботаев Принципы нелинейной спектроскопии: –М.: Наука. 1975. -432 с.
5. HitachiHigh-technologies. Режим доступа: <http://www.hitachi-hitec.com/global/>, свободный.
6. Гигантское комбинационное рассеяние: Пер. с англ./Под ред. Р. Ченга, Т. Фуртака.- М.: Мир, 1984. -408 с.
7. Дж. Спенс. Экспериментальная электронная микроскопия высокого разрешения. – М.: Наука. 1986. 320 с.
8. И.В. Яминский. Зондовая микроскопия. Режим доступа: http://www.nanoscopy.org/E_Book.html, свободный.
9. А.В. Федоров, А.В. Баранов. Оптика квантовых точек. В кн.: Оптика наноструктур. Под ред. А.В. Федорова: – СПб. Недра, 2005. с. 18
10. Дж.Д. Смолл. Нефотохимическое выжигание стабильных провалов и дефазировка примесных электронных переходов в органических стеклах. В кн. Спектроскопия и динамика возбуждений в конденсированных молекулярных системах. Под ред. В.М. Аграновича и Р.М. Хохштрассера. – М.: Наука, 1987. С. 316-340.
11. М. Кардона. Резонансные явления. В кн.: Рассеяние света в твердых телах. Вып. II: Пер. с англ./Под ред. М. Кардоны и Г. Гюнтеродта. –М.: Мир. 1984, с. 35.
12. А.В. Баранов, Я.С. Бобович, В.И. Петров. Спектроскопия резонансного гиперкомбинационного рассеяния света. УФН. 1990. Т. 160. С. 35-72.
13. Г.Е. Скворцов, В.А. Панов, Н.И. Поляков, Л.А. Федин. Микроскопы. -Л.: Машиностроение, 1969. –511 с.
14. S. Nathan. LSCM, Режим доступа: <http://www.olympusfluoview.com/theory/LSCMIntro.pdf>, свободный.

15. БСОМ. Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Near-field_scanning_optical_microscope, свободный.
16. J. Shah. Ultrafast Spectroscopy of Semiconductors and Semiconductor Nanostructures. Springer Series in Solid-State Science, 115. Springer, new York, 1996, – 372 p. 17. Дж. Гудмен. Введение в фурье-оптику: Пер. с англ. – Мир, 1978.– 354 с.
17. Климкин В.Ф., Папырин А.Н., Солоухин Р.И. Оптические методы регистрации быстропротекающих процессов.- Новосибирск: Наука, 1980.- 208 с.
18. Кунце Х.-И. Методы физических измерений. Пер. с нем.М.: Мир, 1989.- 216 с.
19. Ангерер Э. Техника физического эксперимента. /Пер с нем. под ред. Дополнительная
20. Зайдель А.Н. Погрешности измерения физических величин. Л.: Наука, 1985.- 112 с.
21. Сенченков А.П. Техника физического эксперимента.- М.: Энергоатомиздат, 1983.- 238 с.
22. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника./ Пер. с нем. подред. Алексеенко А.Г.- М: Мир, 1982.- 512 с.
23. Кар Дж. Проектирование и изготовление электронной аппаратуры./ Пер сангл. под ред. Теплякова И.М.- М.: Мир, 1980.- 390 с.
24. Розбери Ф. Справочник по вакуумной технике и технологии./ Пер с англ.под ред. Нилендера.-М.: Энергия, 1972.- 450 с.
25. Мейлинг В., Стари Ф. Наносекундная импульсная техника./ Пер с англ. под- ред. Мелешко Е.А.-М.: Атомиздат, 1973.- 384 с.
26. Шваб А. Измерения на высоком напряжении./ Пер. с нем. Кужекина И.П.-М.: Энергоатомиздат, 1983.- 264 с.
27. Волин М.Л. Паразитные процессы в радиоэлектронной аппаратуре.- М.: Сов. радио, 1972.- 280 с.
28. Жданов Г.С., Илюшкин А.С., Никитина СВ. Дифракционный и резонансный-структурный анализ./ Под. ред Жданова Г.С.- М.: 1980.- 250 с.
29. Пальчиков Е.И., Биченков Е.И.. Приборы и некоторые методы импульсной-рентгенографии быстропротекающих процессов.// Физика горения и взрыва.- 1997.- т.33, N3.- стр. 159-167.

6.3. Программное обеспечение,используемое при чтении лекций по дисциплине «Техника физического эксперимента».

Материально – техническая база кафедры физической электроники, позволяет готовить аспирантов, отвечающих требованиям ФГОС. Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проекционным оборудованием и интерактивной доской.

- компьютерный класс ИФ, интегрированный в Интернет;
- Мультимедийное оборудование;
- Мультимедийные материалы;

Программное обеспечение

- Microsoft Office Word
- Microsoft Office Excel
- Программа «Origin 8.0» (Microcalc corp.) демо-версия

6.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Для обучающихся обеспечен доступ к следующим библиотечным системам, профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:

- 1) <http://www.viniti.ru>
- 2) Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>.
- 3) Естественнонаучный образовательный портал (физика, химия, биология, математика) <http://www.en.edu.ru/>
- 4) ЭЧЗ «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>
- 5) ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- 6) ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru>
- 7) ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>
- 8) Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org.>)

Функционирование электронной информационно - образовательной среды ФГБОУ ВО «ИГУ» соответствует требованиям законодательства Российской Федерации, обеспечивается 14 соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Учебно-методическая документация, комплекс основных учебников, учебно-методических пособий и информационных ресурсов для учебной деятельности студентов по всем учебным дисциплинам (модулям), практикам, НИР и др., включенным в учебный план ОПОП ВО представлены в локальной сети университета.

6.5. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины «Техника физического эксперимента»

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>(единое окно доступа к образовательным ресурсам).
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru> •
4. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru> •
5. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
6. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
7. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета.

8. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета СанктПетербургского государственного университета.
9. <http://www.phys.spbu.ru/library/elibrary/> - некоторые вузовские учебники (электронный вариант).
10. <http://www.sciencedirect.com> - база данных журналов издательства Эльзевир.
11. <http://publish.aps.org/> - журналы Американского физического общества
12. <http://journals.aip.org/> - журналы Американского института физики
13. <http://aps.arxiv.ru/> - архив электронных препринтов по физике, математике и компьютерным наукам.
14. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": -<http://biblioclub.ru/>
15. ЭБС «"Айбукс"» - <http://ibooks.ru/>
16. ЭБС «Лань» -<http://bankbook.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

ФГБОУ ВПО «ДГУ» располагает специальными помещениями для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещениями для самостоятельной работы и помещениями для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории. Даггосуниверситет располагается в 8-ми корпусах, которые оснащены современным оборудованием. Все помещения физического факультета ДГУ общей площадью 2386,9 м, находятся в безвозмездном пользовании. Всего в лабораториях и кабинетах факультета установлено достаточное число компьютеров, оснащенных лицензионным программным обеспечением. Компьютерные классы обеспечивают для всех аспирантов бесплатный доступ в интернет. Для использования передового опыта ученых, преподавателей предусмотрена возможность проведения видеоконференций с вузами и профессиональным сообществом регионов России, ближнего и дальнего зарубежья с помощью спутниковых каналов связи. Материально-техническая база физического факультета позволяет проводить современные научные исследования. За последние пять лет было приобретено современное оборудование на сумму более 50 млн. руб. (в том числе и за счет средств программы стратегического развития ДГУ). Парк оборудования факультета теперь включает новую азотную установку, создана новая учебно-научная лаборатория «Физика наносистем и наноматериалов», оснащенная самой современной аппаратурой (атомносиловой микроскоп NtegraSpectra). В 2012-2015годы приобретено

технологическое оборудование для выращивания объемных монокристаллов ZnO, для напыления тонких пленок на подложки формата А4 (10 млн. руб), рентгеновский дифрактометр DAN analyticalEmpirianSeries 2, для исследования спектра поглощения и поглощения приобретены автоматизированные комплексы монохроматор-спектрограф, спектрометрический комплекс на базе МДР-41, Спектрофотометр Nicolet 6700 и т.д.

8. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода дисциплина предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, лекция-беседа, лекция- дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. По дисциплине предусмотрены занятия в интерактивных формах, где возможно применение следующих методов: дискуссии, дебатов, кейс-метода, метода «мозгового штурма», деловой игры.