



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

*Физический факультет*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***СПЕЦИАЛЬНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ***

**Кафедра физики конденсированного состояния и наносистем**

**Образовательная программа**  
**03.04.02 – Физика**

Профиль подготовки:  
**Физика наносистем**

Уровень высшего образования:  
**Магистратура**

Форма обучения:  
**Очная**

Статус дисциплины: **Базовая**

**Махачкала 2020**

Рабочая программа дисциплины «Специальный физический практикум» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 – Физика, профиль подготовки «Физика наносистем» (уровень: магистратура) от «28» августа 2015 г. №913.

Разработчики: кафедра физики конденсированного состояния и наносистем.

Палчаев Д.К., д.ф.-м.н., профессор

Мурлиева Ж.Х., д.ф.-м.н., профессор

Исхаков М.Э., к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры физики конденсированного состояния и наносистем от «22» 02 2020г., протокол № 6

/ Зав.кафедрой

Рабаданов М.Х.

на заседании методической комиссии физического факультета от «28» 02 2020 г., протокол № 6.

Председатель

Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласовано с учебно-методическим управлением «23» 03 2020 г.

Начальник УМУ

Гасангаджиева А.Г.

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Специальный физический практикум» входит в базовую часть образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02 – физика, профиль подготовки «Физика наносистем».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов физики конденсированного состояния, а именно изучение основ метода и оборудования для зондовой локальной спектроскопии; изучение различных технологических режимов получения нанопорошков и нанокерамики, а так же исследование их структуры, морфологии и свойств.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных ОК-1 общеобразовательных ОПК-6, профессиональных – ПК-2, ПК-7.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме – отчёт по выполненным работам, итоговый контроль в форме дифференцированного зачёта.

Объем дисциплины **144** часа, **4** зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе						
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен	
	Всего	из них					
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
9	72	0	32	0		40	зачёт
10	72	0	32	0		40	зачёт
	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>0</b>		<b>80</b>	

#### 1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование у студентов практических навыков по спецдисциплинам: «Зондовая локальная микроскопия и спектроскопия» и «Физика и технология функциональных материалов» относится к дисциплинам профессионального цикла ОПОП магистратуры по магистерской программе «Физика наносистем». Данная дисциплина призвана выработать профессиональные компетенции, связанные со способностью использовать теоретические знания в области квантовой механики, электричества, атомной физики, физики твердого тела и физики наносистем для решения конкретных практических задач по изучению твердых тел в микро- и нано- состояниях.

В результате выполнения специального физического практикума студенты приобретают знания о функциональных особенностях и правилах эксплуатации новейшего высокотехнологического оборудования; синтезе современных функциональных наноструктурированных материалов; методах исследования их структуры, морфологии и свойств. Учащиеся получают практические навыки научных исследований и анализа полученных результатов. В конечном итоге, выполнение специального физического практикума направлено на подготовку профессиональных и конкурентоспособных специалистов в области физики наносистем, способных работать на инженерно-технических должностях в научно-исследовательских лабораториях НИИ, вузов, предприятий.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «*Специальный физический практикум*» входит в блок **Б1.Б.2** образовательной программы (ФГОС ВО) магистратуры по направлению 03.04.02– «Физика», профиля подготовки «Физика наносистем».

Настоящий специальный физический практикум предназначен для подготовки магистров по направлению «Физика» в соответствии с требованиями, отраженными в государственных образовательных стандартах. Особенность программы состоит в фундаментальном характере изложения дисциплины с целью не только сообщения студентам определенной суммы конкретных сведений, но и формирования у них физического мировоззрения как базы общего естественно - научного и развития соответствующего способа мышления.

Совокупность приобретенных знаний может быть полезной при создании и аттестации эксплуатационных характеристик новых конструкционных материалов.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.	<p><b>Знает:</b> основные законы и категории мировоззрения: мироощущение, мировосприятие, миропонимание;</p> <p><b>Умеет:</b> вырабатывать суждения о различных явлениях, процессах, эффектах, событиях; использовать разнообразные подходы и приемы, позволяющие не только погружаться в детали данной области знаний, но и диагностировать ее целостно.</p> <p><b>Владеет:</b> когнитивной составляющей (познавательной функцией) научных знаний.</p>
ОПК-6	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• современные представления о зондовой локальной микроскопии и спектроскопии</li> <li>• особенности методов получения СЗМ различными методиками</li> <li>• принципы работы сканирующих зондовых микроскопов,</li> <li>• Метод сжигания нитра-органических прекурсоров.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области зондовой локальной микроскопии и спектроскопии;</li> <li>• применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях;</li> <li>• применять полученные теоретические</li> </ul>

		<p>знания при решении конкретных задач по зондовой локальной микроскопии и спектроскопии;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• проводить научные исследования в области зондовой локальной микроскопии и спектроскопии с помощью современной приборной (в том числе сложного физического оборудования) и технологической базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</li> <li>• рассчитывать массы навесок неорганических и органических компонентов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками работы с учебным СЗМ «nanoeeducator»,</li> <li>• получением СЗМ изображений рельефа поверхности образцов,</li> <li>• навыками обработкой полученных СЗМ изображений рельефа поверхности образцов,</li> <li>• навыками решения задач по интерпретации связи свойств поверхности с полученными СЗМ изображениями;</li> <li>• навыками по работе с химреактивами, электронными весами и магнитной мешалкой ES-6120 с подогревом</li> </ul>
ПК-2	<p>способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики;</li> <li>• базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики;</li> <li>• методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области зондовой локальной микроскопии и спектроскопии;</li> <li>• физические основы зондовой локальной микроскопии и спектроскопии;</li> <li>• особенности поведения свойств веществ с перовскитной структурой при фазовых переходах второго рода;</li> <li>• формирование температурной зависимости проводимости веществ с перовскитной структурой.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области зондовой локальной микро-</li> </ul>

		<p>скопии и спектроскопии;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по зондовой локальной микроскопии и спектроскопии;</li> <li>• пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями получения СЗМ изображений.</li> <li>• интерпретировать свойства ВТСП и мультиферроиков при фазовых переходах второго рода;</li> <li>• исследовать температурную зависимость проводимости веществ с перовскитной структурой – ВТСП и мультиферроиков.</li> </ul> <p><b><u>Владеет:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области зондовой локальной микроскопии и спектроскопии;</li> <li>• экспресс анализом и диагностическими методами исследования nano-размерных образцов;</li> <li>• методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области зондовой локальной микроскопии и спектроскопии.</li> <li>• владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.</li> </ul>
ПК-7	Способность руководить научно-исследовательской деятельностью в области физики обучающихся по программам бакалавриата.	<p><b><u>Знает:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основы педагогики и методики преподавания физики;</li> <li>• современные инновационные методы исследований оптических и электрических свойств функциональных материалов;</li> <li>• актуальные проблемы, решение которых востребовано практикой на текущий момент и способы решения научно – инновационных задач.</li> </ul> <p><b><u>Умеет:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• формулировать конкретные задачи научных исследований в области физики наносистем и решать их с</li> </ul>

		<p>помощью современного оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• организовать коллектив и руководить научно-исследовательской деятельностью студентов (бакалавров) в области синтеза и исследования свойств функциональных материалов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами экспериментальных исследований оптических и электрических свойств керамических функциональных материалов, в том числе ВТСП;</li> <li>• методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области зондовой локальной микроскопии и спектроскопии;</li> <li>• знаниями, необходимыми для постановки, и контроля над решением научно-инновационных задач в области физики наносистем в рамках программы бакалавриата.</li> </ul>
--	--	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учеб. раб., включая самоств. раб. студ. и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости. (по неделям семестра.) Форма промежуточной аттестации (по неделям семестра)
				Лекции	Лаборн. занятия	Конт. за самоств. работой.	Самоств. работа	
<b>Модуль 1. Сканирующая зондовая (СЗМ) и сканирующая туннельная (СТМ) микроскопии</b>								
1.	Изучение зондовой нанолaborатории (NTEGRA- SPECTRA). Основные компоненты сканирующей зондовой микроскопии. Конструкция зондового датчика туннельного тока и принцип его действия.	9	1-2		8		10	Опрос и письменный отчет о выполненной работе

2	Туннельная спектроскопия. Принцип действия туннельного сенсора. Факторы, определяющие качество изображения.		3-4		8		10	
	<b>Итого по модулю: 36 часов</b>				<b>16</b>		<b>20</b>	<b>Отчет</b>
<b>Модуль 2. Атомно-силовая микроскопия</b>								
3	Основы атомно-силовой микроскопии. Контактный и неконтактный режимы АСМ. Фазовый контраст.	9	5-6		8		10	Опрос и письменный отчет о выполненной работе
4	Сканирующая зондовая литография. Принцип работы прибора NanoEducator. Основы зондовой нанотехнологии		7-8		8		10	Опрос и письменный отчет о выполненной работе
	<b>Итого по модулю: 36 часов</b>				<b>16</b>		<b>20</b>	<b>Отчет</b>
	<b>Итого за семестр: 72 часа</b>							<b>Зачет</b>
<b>Модуль 3. Получение нанопорошков с перовскитоподобной структурой</b>								
5	Метод сжигания нитра-органических прекурсоров. Расчет массы навесок неорганических (нитратов) и органических (глицин и глицерин) компонентов.	10	1		4		5	Опрос
6	Синтез нанопорошков $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$ с использованием глицина.	10	2		4		5	Нанопорошки
7	Синтез нанопорошков $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$ с использованием глицерина.	10	3		4		5	Нанопорошки
8	Синтез нанопорошков $\text{BiFeO}_3$ с использованием глицина.	10	4		4		5	Нанопорошки
	<b>Итого по модулю: 36 часов</b>				<b>16</b>		<b>20</b>	<b>Отчёт</b>
<b>Модуль 4. Получение наноструктурированной керамики и исследование структуры, морфологии и электрических свойств</b>								
9	Метод искрового плазменного спекания (ИПС). Экспериментальная установка и режимы. Получение наноструктурированной керамики на основе $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$ и $\text{BiFeO}_3$ .	10	5		4		5	Образцы керамики

10	Изучение дифрактограмм, фазового состава и морфологии нанопорошков и нанокерамик $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$ и $\text{BiFeO}_3$ .	10	6		4		5	Результаты исследования
11	Проверка эффекта Мейснера и исследования электросопротивления нанокерамики на основе $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$ от азотных до комнатных температур.	10	7		4		5	Результаты исследования
12	Исследования электросопротивления нанокерамики на основе $\text{BiFeO}_3$ при высоких температурах.	10	8		4		5	Результаты исследований.
	<b>Итого по модулю: 36 часов</b>				<b>16</b>		<b>20</b>	<b>Отчёт</b>
	<b>Итого за семестр: 72 часа</b>							<b>Зачёт</b>
	<b>Итого за дисцип.: 144 часа</b>				<b>64</b>		<b>80</b>	

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

##### 4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине

#### Модуль 1. Сканирующая зондовая (СЗМ) и сканирующая туннельная (СТМ)

##### Микроскопии

Тема 1. Получение и обработка СЗМ изображения.

Тема 2. Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей туннельной микроскопии.

#### Модуль 2. Атомно-силовая микроскопия

Тема 3. Исследование поверхности твердых тел методом атомно-силовой микроскопии в неконтактном режиме

Тема 4. Сканирующая зондовая литография

#### Модуль 3. Получение нанопорошков с перовскитоподобной структурой

Тема 5. Метод сжигания нитра-органических прекурсоров.

Тема 6. Синтез нанопорошков  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$  и  $\text{BiFeO}_3$

#### Модуль 4. Получение наноструктурированной керамики и исследование структуры, морфологии и электрических свойств

Тема 7. Получение наноструктурированной керамики на основе  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$  и  $\text{BiFeO}_3$  методом искрового плазменного спекания.

Тема 8. Изучение дифрактограмм и морфологии нанопорошков  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$  и  $\text{BiFeO}_3$  и нанокерамики керамики на их основе.

Тема 9. Исследования электросопротивления нанокерамики на основе  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$  и  $\text{BiFeO}_3$  в широком интервале температур.

#### 5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС 3+ВО реализация компетентностного подхода дисциплины предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В течение семестра студенты последовательно решают проблемы согласно разработанному плану. Зачет выставляется после выполнения всех лабораторных работ, обработки и анализа экспериментальных данных. Удельный вес занятий, проводимых в интер-

активных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся, и, в целом, в учебном процессе по данной дисциплине они в часах должны составлять не менее 30% от общего количества часов аудиторных занятий.

Занятия по специальному физическому практикуму проводятся в специально оборудованных лабораториях **НОЦ «Нанотехнологии» ДГУ**:

- «Зондовая локальная микроскопия и спектроскопия», оснащенной атомно-силовым микроскопом NTEGRA SPECTRA;
- технологический участок с необходимыми реактивами, оснащенный вытяжкой и другим современным измерительным и технологическим оборудованием;
- лаборатория рентгено-дифракционных методов исследования («Empyrean series 2» PANalytical);
- лаборатория рентгенофлуоресцентного анализа; лаборатория для исследования электросопротивления на установке, реализующей 4-х зондовый метод и метод кварцевого дилатометра (автоматизированная установка для исследования электросопротивления и теплового расширения при низких температурах).

Для выполнения специального физического практикума и подготовки к практическим занятиям изданы учебно-методические пособия и разработки, которые в сочетании с внеаудиторной работой способствуют формированию и развития профессиональных навыков обучающихся. Готовятся к изданию новые пособия. В процессе выполнения лабораторного практикума у студентов появляются навыки производить расчеты с помощью пакета современных математических программ, что позволяет существенно приблизить уровень статистической культуры обработки результатов измерений в практикуме к современным стандартам, принятым в науке и производственной деятельности.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа является важнейшим компонентом образовательного процесса, формирующим личность студента, развивающим его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по рекомендуемой преподавателем учебной литературе, в подготовке к лабораторному практикуму, в выполнении домашнего задания выданного на практических занятиях, в широком использовании информационных технологий для выполнения поставленной задачи. Для облегчения самостоятельной работы студентов, наряду с основной рекомендованной и дополнительной литературой, изданы учебные пособия.

Самостоятельная работа студентов, предусмотрена учебным планом в объеме не менее 50%, от общего количества часов, в том числе и подготовка к зачету. Она необходима для более глубокого усвоения изучаемого курса, формирования навыков исследовательской работы и умения применять теоретические знания на практике. Самостоятельная работа должна носить систематический характер. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет). При этом проводятся: экспресс-опрос, проверка и анализ результатов исследований и т.д. Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- подготовки к лабораторно-практическим работам;
- оформлении лабораторно-практических работ (расчет навесок, заполнение таблиц, графиков, написание выводов);
- обобщение результатов и подготовка отчета о выполненной работе;

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

Компетенция	Код и наименование достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.	<p><b>Знает:</b> основные законы и категории мировоззрения: мироощущение, мировосприятие, миропонимание;</p> <p><b>Умеет:</b> вырабатывать суждения о различных явлениях, процессах, эффектах, событиях; использовать разнообразные подходы и приемы, позволяющие не только погружаться в детали данной области знаний, но и диагностировать ее целостно.</p> <p><b>Владеет:</b> когнитивной составляющей (познавательной функцией) научных знаний.</p>	Устный опрос, письменный опрос
ОПК-6	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• современные представления о зондовой локальной микроскопии и спектроскопии</li> <li>• особенности методов получения СЗМ различными методиками</li> <li>• принципы работы сканирующих зондовых микроскопов,</li> <li>• Метод сжигания нитра-органических прекурсоров.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области зондовой локальной микроскопии и спектроскопии;</li> <li>• применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях;</li> <li>• применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по зондовой локальной микроскопии и спектроскопии;</li> <li>• проводить научные исследования в области зондовой локальной микроскопии и спектроскопии с помощью современной приборной (в том числе сложного физического оборудования) и технологической базы и информационных</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос

		<p>технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• рассчитывать массы навесок неорганических и органических компонентов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками работы с учебным СЗМ «nanoeducator»,</li> <li>• получением СЗМ изображений рельефа поверхности образцов,</li> <li>• навыками обработкой полученных СЗМ изображений рельефа поверхности образцов,</li> <li>• навыками решения задач по интерпретации связи свойств поверхности с полученными СЗМ изображениями;</li> <li>• навыками по работе с химреактивами, электронными весами и магнитной мешалкой ES-6120 с подогревом</li> </ul>	
ПК-2	<p>способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики;</li> <li>• базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики;</li> <li>• методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области зондовой локальной микроскопии и спектроскопии;</li> <li>• физические основы зондовой локальной микроскопии и спектроскопии;</li> <li>• особенности поведения свойств веществ с перовскитной структурой при фазовых переходах второго рода;</li> <li>• формирование температурной зависимости проводимости веществ с перовскитной структурой.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области зондовой локальной микроскопии и спектроскопии;</li> <li>• использовать базовые теоретические знания фундаментальных</li> </ul>	<p>Устный опрос, письменный опрос</p>

		<p>разделов общей и теоретической физики для решения задач по зондовой локальной микроскопии и спектроскопии;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями получения СЗМ изображений.</li> <li>• интерпретировать свойства ВТСП и мультиферроиков при фазовых переходах второго рода;</li> <li>• исследовать температурную зависимость проводимости веществ с перовскитной структурой - ВТСП и мультиферроиков.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области зондовой локальной микроскопии и спектроскопии;</li> <li>• экспресс анализом и диагностическими методами исследования нано размерных образцов;</li> <li>• методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области зондовой локальной микроскопии и спектроскопии.</li> <li>• владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.</li> </ul>	
ПК-7	Способность руководить научно-исследовательской деятельностью в области физики обучающихся по программам бакалавриата.	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основы педагогики и методики преподавания физики;</li> <li>• современные инновационные методы исследований оптических и электрических свойств функциональных материалов;</li> <li>• актуальные проблемы, решение которых востребовано практикой на текущий момент и способы решения научно – инновационных задач.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• формулировать конкретные задачи научных исследований в области физики наносистем и решать</li> </ul>	Устный опрос, Круглый стол

		<p>их с помощью современного оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• организовать коллектив и руководить научно-исследовательской деятельностью студентов (бакалавров) в области синтеза и исследования свойств функциональных материалов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами экспериментальных исследований оптических и электрических свойств керамических функциональных материалов, в том числе ВТСП;</li> <li>• методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области зондовой локальной микроскопии и спектроскопии;</li> <li>• знаниями, необходимыми для постановки, и контроля над решением научно-инновационных задач в области физики наносистем в рамках программы бакалавриата.</li> </ul>	
--	--	---	--

## 7.2. Типовые контрольные задания

### Модуль 1. Сканирующая зондовая (СЗМ) и туннельная (СТМ) микроскопия

1. Назначение основных компонентов СЗМ.
2. Виды датчиков и принципы их действия.
3. Пьезоэлектрический эффект и принцип пьезоэлектрического двигателя.
4. Общая конструкция СЗМ.
5. Конструкция зондового датчика туннельного тока и принцип его действия.
6. Механизм подвода зонда к образцу. Параметры, определяющие силу взаимодействия зонда с образцом.
7. Принцип сканирования и работа системы обратной связи. Критерии выбора параметров сканирования.
8. Основные компоненты СТМ и их назначение. Принцип работы СТМ на примере туннельного контакта 2х проводников.
9. Устройство и принцип действия туннельного сенсора.
10. Режим постоянного тока и постоянной высоты. Применение V- и Z- модуляции.
11. Туннельная спектроскопия. Влияние направления туннелирования электронов на изображение поверхности кремния.
12. Факторы, определяющие качество изображения в СТМ.

### **Модуль 2 Атомно-силовая микроскопия**

1. Зависимость силы взаимодействия от расстояния зонд-образец.
2. Основные режимы работы АСМ.
3. Способы детектирования силы в контактном режиме АСМ.
4. Принцип работы неконтактного АСМ.

5. Использование режима измерения фазового контраста при работе в неконтактном режиме АСМ.
6. Устройство и принцип действия неконтактного силового датчика прибора CPV.
7. Сканирующий зондовый микроскоп как инструмент для считывания и записи информации.
8. Физические основы зондовой нанотехнологии.
9. Сканирующая зондовая литография и её основные виды.
10. Особенности динамической силовой литографии на приборе NanoEducator.
11. Критерии выбора образцов для проведения динамической силовой литографии

### **Модуль 3. Получение нанопорошков с перовскитоподобной структурой**

1. Физические и химические методы получения нанопорошков сложных оксидов.
2. Преимущества метода сжигания нитра-органических прекурсоров.
3. Особенности структуры купратного ВТСП YBCO. Сверхпроводящие плоскости. Псевдощель.
4. Диаграмма системы  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Побочные фазы
5. Проблема получения однофазного нанопорошка феррита висмута.
6. Особенности структуры феррита висмута. Пространственно – модулированная спиновая циклоида.
7. Антиферромагнитный и сегнетоэлектрический фазовые переходы.
8. Магнето-электрический эффект в феррите висмута.

### **Модуль 4. Получение наноструктурированной керамики и исследование структуры, морфологии и электрических свойств**

1. Отличительные особенности методов горячего прессования и искрового плазменного спекания при синтезе керамики.
2. Особенности механических, тепловых и электрических свойств нанобъектов.
3. Методика исследования электросопротивления керамики 4х зондовым методом.
4. Методика исследования электросопротивления керамики при низких температурах на автоматизированной установке.
5. Метод комбинационного рассеяния и его возможности.
6. Методика оценки погрешностей экспериментальных результатов исследования.

#### **Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

**Лекции - Текущий контроль** включает:

- посещение занятий \_\_\_\_\_ 10 бал.
- активное участие на лекциях \_\_\_\_\_ 15 бал.
- устный опрос, тестирование, коллоквиум \_\_\_\_\_ 60 бал.
- и др. (доклады, рефераты) \_\_\_\_\_ 15 бал.

**Практика - Текущий контроль** включает:

(от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий \_\_\_\_\_ 10 бал.
- активное участие на практических занятиях \_\_\_\_\_ 15 бал.
- выполнение домашних работ \_\_\_\_\_ 15 бал.
- выполнение самостоятельных работ \_\_\_\_\_ 20 бал.
- выполнение контрольных работ \_\_\_\_\_ 40 бал.

### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

#### **Литература**

##### **Основная:**

1. Филяк М.М. Основные физические процессы в проводниках, полупроводниках и диэлектриках [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.М. Филяк. — Электрон. тек-

- стовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 134 с. — 978-5-7410-1188-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54132.html> (26.09.2018)
2. Нанотехнологии и специальные материалы [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Ю.П. Солнцев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 336 с. — 978-5-93808-296-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67351.html>
  3. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс] / Ю.И. Головин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Машиностроение, 2012. — 656 с. — 978-5-94275-662-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18532.html>
  4. Тарасова Н.В. Дисперсные системы. Дисперсионный анализ полидисперсных систем [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологий» / Н.В. Тарасова. — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 25 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57594.html>
  5. Физико-химические основы нанотехнологий [Электронный ресурс] : методические указания / . — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 64 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63530.html>
  6. Ремпель А.А. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Ремпель, А.А. Валева. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 136 с. — 978-5-7996-1401-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68346.html>
  7. В.К.Неволин - "Основы туннельно-зондовой нанотехнологии: Учебное пособие", Москва, МГИЭТ (ТУ), 1996, 91 с.
  8. В.А.Быков, М.И.Лазарев, С.А.Саунин - Сканирующая зондовая микроскопия для науки и промышленности. // “Электроника: наука, технология, бизнес”, № 5,
  9. с. 7 – 14 (1997).
  10. С.А.Рыков - "Сканирующая зондовая микроскопия полупроводниковых материалов и наноструктур", СПб, Наука, 2001, 53 с.
  11. *Альмов М.И.* Порошковая металлургия нанокристаллических материалов. М.: Наука, 2007. - 169 с.
  12. Консолидированные наноструктурные материалы / *А.В. Рагуля, В.В. Скороход.* Киев: Наукова думка, 2007.- 374 с.
  13. Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства / *Р.З. Валиев, И.В. Александров.* М.: Академкнига, 2007. - 398 с.
  14. Nanostructured materials: processing, properties and potential applications / Edited by Carl C. Koch. Noyes Publications, USA. 2002. - 612 p.
  15. *Гегузин Я.Е.* Физика спекания. М.: Наука, 1967. 360 с.
  16. Биокерамика на основе фосфатов кальция / *С.М. Баринов, В.С. Комлев.* М.: Наука, 2005. - 240 с.
  17. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. Уч. пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 117 с.
  18. Головин Ю.И. Введение в нанотехнологию. – М.: Изд-во «Машиностроение –1», 2003 – 112 с.
  19. Получение нанопорошков  $Y(Va_{1-x}Be_x)_2Cu_3O_{7-\delta}$  методами химической технологии: Учебно-методическое пособие/ Составители: Д.К. Палчаев, Ж.Х. Мурлиева, Ш.Ш. Хидиров, Ш.В. Ахмедов - Махачкала: Изд ДГУ, 2011. – 19с.
  20. Получение наноструктурированных пленок и слоев полупроводников из газовой фазы: Учебное пособие (лабораторный практикум)/ А.М. Исмаилова, Р.А. Рабаданова, Ж.Х. Мурлиевой, И.М. Шапиева - Махачкала: Изд ДГУ, 2012. – 51с.

**Дополнительная литература:**

1. Тарасова Н.В. Термодинамические основы нанотехнологий. Энтропия, свободная энергия Гиббса [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологий» / Н.В. Тарасова. — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 25 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57620.html>
  2. Нажипкызы М. Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Нажипкызы, Р.Е. Бейсенов, З.А. Мансуров. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 196 с. — 978-5-4486-0164-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73346.html>
  3. Прокофьева Н.И. Физические эффекты нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.И. Прокофьева, Л.А. Грибов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 100 с. — 978-5-7264-0745-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23754.html>
  4. Рудской А.И. Нанотехнологии в металлургии [Электронный ресурс] / А.И. Рудской. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Наука, 2007. — 186 с. — 978-5-02-025312-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43970.html>
  5. Дзидзигури Э.Л. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Э.Л. Дзидзигури, Е.Н. Сидорова. — Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский Дом МИСиС, 2012. — 71 с. — 978-5-87623-605-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56215.html>
  6. Верещагина Я.А. Инновационные технологии. Введение в нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Я.А. Верещагина. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. — 115 с. — 978-5-7882-0778-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61850.html>
  7. Б.М. Балоян, А.Г. Колмаков, М.И. Алымов, А.М. Кротов НАНОМАТЕРИАЛЫ. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения. Учебное пособие Международного университета природы, общества и человека «Дубна» Филиал «Угреша». Москва 2007- 125с
  8. Морачевский А.Г., Воронин Г.Ф., Гейдерих В.А., Куценко И.Б. Электрохимические методы исследования в термодинамике металлических систем. М.: ИКЦ «Академкнига», 2003
  9. Алымов М.И. Механические свойства нанокристаллических материалов. – М.: МИФИ, 2004. – 32 с.
  10. Алымов М.И., Зеленский В.А. Методы получения и физико-механические свойства объемных нанокристаллических материалов. - М.: МИФИ, 2005. – 52 с.
  11. Химические методы синтеза неорганических веществ и материалов/ Часть 2 МГУ им. М.В. Ломоносова Москва 2008 - 211с.
  12. Лабораторный практикум "Получение и исследование наносистем"/ С.В. Антоненко, И.Ю. Безотосный, Г.И. Жабрев, А.А. Тимофеев / Под ред. Г.И. Жабрева. – М.: МИФИ, 2007. – 72 с.
- 9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**
1. Международная база данных Scopus по разделу физика полупроводников <http://www.scopus.com/home.url>
  2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier по тематике физика полупроводников <http://www.sciencedirect.com/>
  3. Ресурсы Российской электронной библиотеки [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru), включая научные обзоры журнала Успехи физических наук [www.ufn.ru](http://www.ufn.ru)
  4. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rrc.dgu.ru/>
  5. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>
  6. Ресурсы МГУ [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru).

7. Методы получения наноразмерных материалов/ курс лекций и руководство к лабораторным занятиям. Екатеринбург. 2007.
8. [http://www.chem.spbu.ru/chem/Programs/Bak/ultradisp\\_sost\\_SS.pdf](http://www.chem.spbu.ru/chem/Programs/Bak/ultradisp_sost_SS.pdf)
9. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>.
10. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
11. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства (<http://www.fepo.ru/>)
12. <http://www.nanometer.ru/lecture.html?id=165151&UP=156195&TP=USER>

### **Интернет-ресурсы**

Даггосуниверситет имеет доступ к комплектам библиотечного фонда основных отечественных и зарубежных академических и отраслевых журналов по профилю подготовки магистра по направлению 03.04.02 – физика:

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/> Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке ( доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) договор № 55\_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг. (доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение).
4. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания( доступ будет продлен).
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
7. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
8. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
10. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
11. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
12. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского госуниверситета.
13. Springer. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок
14. SCOPUS <https://www.scopus.com> Доступ предоставлен согласно сублицензионному договору №Scopus/73 от 08 августа 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. ( доступ будет продлен)
15. Web of Science - [webofknowledge.com](http://webofknowledge.com) Доступ предоставлен согласно сублицензионному договору № WoS/280 от 01 апреля 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса Договор действует с момента подписания по 30.03.2017г. ( доступ будет продлен)

16. «Pro Quest Dissertation Theses Global» (PQDT Global). - база данных зарубежных – диссертации. Доступ продлен согласно сублицензионному договору № ProQuest/73 от 01 апреля 2017 года <http://search.proquest.com/>. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
17. Sage - мультидисциплинарная полнотекстовая база данных. Доступ продлен на основании сублицензионного договора № Sage/73 от 09.01.2017 <http://online.sagepub.com/> Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
18. American Chemical Society. Доступ продлен на основании сублицензионного договора №ACS/73 от 09.01.2017 г. [pubs.acs.org](http://pubs.acs.org) Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
19. Science (академическому журналу The American Association for the Advancement of Science (AAAS) <http://www.sciencemag.org/>. Доступ продлен на основании сублицензионного договора № 01.08.2017г. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)

#### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- учебно-методические пособия;
- инструкции и описания к экспериментальным установкам;

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

Программное обеспечение: MS Power Point (MS Power Point Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор; интернет, E-mail. Обработка экспериментальных результатов осуществляется с помощью специальных компьютерных программ.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Выполнение специального физического практикума осуществляется на базе НОЦ «Нанотехнологии». Первые два модуля – в лаборатории «Зондовая локальная микроскопия и спектроскопия», оснащенной атомно-силовым микроскопом NTEGRA SPECTRA. Третий и четвертый модули в технологическом участке с необходимыми реактивами, оснащенный вытяжкой и другим современным измерительным и технологическим оборудованием, в том числе магнитная мешалка и высокотемпературная печь; в лаборатории рентгено-дифракционных методов исследования («Empyreanseries 2» PANanalytical); лаборатории рентгено-флуоресцентного анализа (сканирующий электронный микроскоп ASPEXExpress; спектрометр EDX 800 HS); лаборатории для исследования электросопротивления на установке, реализующей 4-х зондовый метод и метод кварцевого дилатометра (автоматизированная установка для исследования электросопротивления и теплового расширения при низких температурах). Обработка экспериментальных результатов осуществляется с помощью специальных компьютерных программ.