



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

Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физические явления на поверхности твердого тела

Кафедра физики конденсированного состояния и наносистем физического факультета

Образовательная программа магистратуры:

03.04.02 – Физика

Направленность (профиль) программы:

Физика наносистем

Форма обучения:

Очная

Статус дисциплины:

дисциплина по выбору

Махачкала, 2022 год

Рабочая программа дисциплины «**Физические явления на поверхности твердого тела**» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки **03.04.02 – Физика** от 07 августа 2020г. № 914.

Разработчик: кафедра физики конденсированного состояния и наносистем,
Палчаев Д.К., д.ф.-м.н., профессор



Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры физики конденсированного состояния и наносистем от «19» марта
2022 г., протокол № 7.

Зав. кафедрой



Рабаданов М.Х.

на заседании методической комиссии физического факультета от «23» марта 2022г.,
протокол № 7.

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением
«31» марта 2022 г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

входит Блока 1, вариативной части, дисциплин по выбору образовательной программы магистратуры по направлению **03.04.02– Физика**, профиль подготовки: **Физика наносистем**.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физики конденсированного состояния и наносистем.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением физико-химических основ и технологических особенностей процессов получения функциональных материалов, в том числе наносистем, физической сущности явлений, происходящих в этих материалах при воздействии на них различных факторов, влияющих как на структуру, так и на свойства поверхности.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: универсальных – УК-6; общепрофессиональных ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4; профессиональных – ПК-3, ПК-5, ПК-6. Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: контрольная работа, выступление на семинаре фронтальный опрос и промежуточной аттестации зачет.

Объем дисциплины **3** зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий: **108 ч.**

Се- мestr	Учебные занятия						Форма промежу- точной аттеста- ции (зачет, диф- ференцированный зачет, экзамен	
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экза- мен		
	Все- го	из них						
Лек- ции		Лаборатор- ные заня- тия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
1	108	16	-	16		...	76	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Основная цель данного курса, согласно ОПОП ВО, состоит в том, чтобы магистры, изучающие данную дисциплину, получили основные сведения и базовые знания:

- о структуре и составе поверхности конденсированных сред;
- о физических явлениях на поверхности.

При этом будет обращать внимание на признанные положения теории и практики, которыми должны руководствоваться магистранты в исследованиях и интерпретации структуры и свойств поверхности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Физические явления на поверхности твердого тела» входит в блок **Б1.В.ДВ.02.02.** образовательной программы ОПОП магистратуры по направлению **03.04.02– «Физика»**, профиля подготовки «**Физика наносистем**».

Данная дисциплина призвана выработать профессиональные компетенции, связанные со способностью использовать теоретические знания в области общей физики, квантовой механики, теоретической физики, атомной физики, статистической физики для решения конкретных практических задач на примере задач физики поверхностей.

Студенты, изучающие данную дисциплину, должны иметь сведения и базовые знания о структуре конденсированных систем, типах связи атомов в конденсированных средах, строении атомов и молекул в объеме знаний курса общей физики и атомной физики, квантовой механики, статистических законах распределения, законах сохранения энергии, импульса и момента количества движения, основах квантового описания частиц.

Данная дисциплина является базовой для изучения дисциплин: «Зондовая локальная микроскопия и спектроскопия», «Рентгеноструктурный анализ наносистем», «Физика и технология функциональных материалов», «Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем», «Оптическая спектроскопия систем пониженной размерности», «Диэлектрические и теплофизические свойства наноструктурированных материалов», а так же для прохождения научно – исследовательской, научно – педагогической и научно – производственной практик.

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

Студенты в ходе изучения дисциплины должны освоить основы физики поверхности и современные представления о фазовых равновесиях в конденсированных системах. Знать базовые модели формирования и изменение свойств вещества при переходе из твердой или жидкой фазы в газообразную фазу, которые происходят в пределах пограничного слоя, разнообразные практические приложения.

Знать: физические явления на поверхности, законы формирования физических свойств и их связь с особенностями структуры поверхности.

Уметь: получать и интерпретировать данные об особенностях электронной структуры поверхности.

Владеть: техникой экспериментальных исследований энергии поверхности, поверхностного натяжения, методами изучения поверхности, а так же методами термодинамических расчетов реакций при формировании соответствующих структур.

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
--	--	---------------------------------	--------------------

<p>УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.</p>	<p>УК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), целесообразно их использует для успешного выполнения порученного задания.</p>	<p>Знает: Как оценивать свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), целесообразно их использует для успешного выполнения порученного задания</p> <p>Умеет: Оценивать свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), целесообразно их использует для успешного выполнения порученного задания</p> <p>Владеет: Методами оценки своих ресурсов и их пределы (личностные, ситуативные, временные), целесообразно их использует для успешного выполнения порученного задания</p>	<p>Устный или письменный опрос</p>
	<p>УК-6.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям.</p>	<p>Знает: Как определять приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям</p> <p>Умеет: Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям</p> <p>Владеет: Методами определения приоритетов профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям</p>	

	<p>УК-6.3. Выбирает и реализует, с использованием инструментов, непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков.</p>	<p>Знает: Как выбирать и реализовать, с использованием инструментов, непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков.</p> <p>Умеет: Выбирать и реализовать, с использованием инструментов, непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков.</p> <p>Владеет: Методами выбора и реализации, с использованием инструментов, непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков.</p>	Устный или письменный опрос
	<p>УК-6.4. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности, динамично изменяющихся требований рынка труда и стратегии личного развития.</p>	<p>Знает: Как выстраивать гибкую профессиональную траекторию, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности, динамично изменяющихся требований рынка труда и стратегии личного развития.</p> <p>Умеет: Выстраивать гибкую профессиональную траекторию, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности, динамично изменяющихся требований рынка труда и стратегии личного развития.</p> <p>Владеет: Навыками выстраивания гибкой профессиональной траектории, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности, динамично изменяющихся требований рынка труда и стратегии личного развития</p>	
<p>ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть</p>	<p>ОПК-1.1. Владеет фундаментальными знаниями в области физики</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности - тенденции и перспективы развития современной физики, а также смежных областей науки и техники; - основные понятия, идеи, ме- 	

<p>основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности</p>		<p>тоды, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач физики;</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности; - выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем. - основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности. 	
	<p>ОПК-1.2. Использует фундаментальные знания в области физики при решении научно-исследовательских задач.</p>	<p>Знает - фундаментальные знания в области физики при решении научно-исследовательских задач.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области научно-исследовательской деятельности. 	

	<p>ОПК-1.3. Применяет специальные технологии и методы для реализации преподавательской деятельности.</p>	<p>Знает: - основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы.</p> <p>Умеет: - применять специальные технологии и методы для реализации преподавательской деятельности; - выбирать метод решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ, при необходимости вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата.</p> <p>Владеет: - специальными технологиями и методами для реализации преподавательской деятельности.</p>	
<p>ОПК-3. Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-коммуникационной сети «Интернет» для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящимися за пределами профильной подготовки.</p>	<p>ОПК-3.1. Владеет основными методами поиска информации для решения профессиональных задач с использованием информационно-коммуникационных технологий.</p>	<p>Знает: - современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации из различных источников и баз данных в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.</p> <p>Умеет: - получать и использовать новые знания в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте, с использованием информационно-коммуникационных технологий.</p> <p>Владеет: - навыками использовать современные информационные технологии для приобретения новых знаний в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте.</p>	<p>Устный или письменный прос</p>

	<p>ОПК-3.2. Применяет специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения профессиональной деятельности..</p>	<p>Знает: - требования к программно-математическому обеспечению для эффективного проведения исследований и решения профессиональных задач. Умеет: - подобрать и применять наиболее оптимальное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения профессиональных задач. Владеет: -навыками применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения профессиональных задач.</p>	
	<p>ОПК-3.3. Разрабатывает эффективные алгоритмы решения инженерных задач с использованием современных языков программирования и математического моделирования</p>	<p>Знает: - основы информационных технологий, основные возможности и правила работы со стандартными программными продуктами при решении профессиональных задач; - эффективные алгоритмы решения инженерных задач с использованием современных языков программирования и математического моделирования. Умеет: - разрабатывать эффективные алгоритмы решения инженерных задач с использованием современных языков программирования и математического моделирования. Владеет: - навыками разрабатывать специализированные программные средства и методы математического моделирования для проведения исследований и решения инженерных задач.</p>	
<p>ОПК-4. Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональ-</p>	<p>ОПК-4.1. Определяет ожидаемые результаты научных исследований.</p>	<p>Знает: - о необходимости прогноза результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности; Умеет: - определять ожидаемые результаты научных исследова-</p>	<p>Устный или письменный опрос</p>

ной деятельности.		ний; - определять способы внедрения результатов научных исследований. Владеет: - профессиональной терминологией при презентации проведенного исследования и научным стилем изложения собственной концепции;	
	ОПК -4.2. Предлагает возможные варианты внедрения результатов исследований в области профессиональной деятельности.	Знает: - варианты необходимых результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности; Умеет: - выбирать сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности; Владеет: - выбором возможных вариантов внедрения	
	ОПК-4.3. Знает области применения результатов научных исследований в своей профессиональной деятельности	Знает: - области, где могут быть использованы результаты научных исследований в области своей профессиональной деятельности; Умеет: - определять способы внедрения результатов научных исследований. Владеет: - методами прогноза результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности;	
ПК-3. Способен участвовать в разработке основных образовательных программ, разрабатывать отдельные их компоненты в том числе при углубленном изучении учеб-	ПК-3.1. Способен на основе знаний в соответствующей предметной области определять содержание учебно- проектной деятельности обучающихся	Знает: содержание учебно-проектной деятельности; Умеет: организовать индивидуальную и совместную учебно-проектную деятельность обучающихся. Владеет: Способностями и знаниями в соответствующей предметной области определять содержание учебно-проектной деятельности обучающихся	Устный или письменный опрос

ных дисциплин.	<p>ПК-3.2. Демонстрирует способность организовывать индивидуальную и совместную учебно- проектную деятельность обучающихся в соответствующей предметной области.</p>	<p>Знает: Демонстрирует знания и способности организовывать индивидуальную и совместную учебно- проектную деятельность обучающихся в соответствующей предметной области. Умеет: совместно формулировать проблемную тематику учебного проекта; определять содержание и требования к результатам индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности; Владеет: Навыками организовывать индивидуальную и совместную учебно-проектной деятельность обучающихся;</p>	
	<p>ПК-3.3. Разрабатывает план, программы, методы, основные принципы и технологии организации и проведения проектной и учебно-исследовательской деятельности обучающихся.</p>	<p>Знает: Как разрабатываются план, программы, методы, основные принципы и технологии организации и проведения проектной и учебно-исследовательской деятельности обучающихся. Умеет: Разрабатывать план, программы, методы, основные принципы и технологии организации и проведения проектной и учебно-исследовательской деятельности обучающихся. Владеет: Способами планирования и осуществления руководства действиями в индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности.</p>	
<p>ПК-5. Способен самостоятельно проводить физические исследования, анализировать, делать научные обобщения и выводы, выдвигать новые идеи, интерпретировать и представлять результаты научных исследований.</p>	<p>ПК-5.1. Способен самостоятельно анализировать и обобщать результаты патентного поиска по тематике проекта в области фундаментальной физики.</p>	<p>Знает: Методы исследований и обработки и анализа результатов испытаний и измерений, а также критерии выбора методов и методик исследований свойства исследуемых объектов Умеет: проводить испытания, измерения и обработку результатов; обобщать результаты патентного поиска; формировать предложения по внедрению результатов; участвовать в научных дискуссиях и процедурах защиты научных работ различного уровня.</p>	<p>Устный или письменный опрос</p>

		<p>Владеет: выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; методом обобщения результаты выполняемых работ; выступает с докладами и сообщениями по тематике проводимых исследований.</p>	
	<p>ПК-5.2. Создает теоретические модели, позволяющие прогнозировать свойства исследуемых объектов, и разрабатывает предложения по внедрению результатов.</p>	<p>Знает: Теоретические модели, позволяющие прогнозировать и как разрабатывать предложения по внедрению результатов.</p> <p>Умеет: Прогнозировать свойства исследуемых объектов и разрабатывать предложения по внедрению результатов.</p> <p>Владеет: Способностями разрабатывать предложения по внедрению результатов апробации теоретических моделей.</p>	
	<p>ПК-5.3. Осуществляет сбор научной информации, готовит обзоры, аннотации, составляет рефераты и отчеты, библиографии.</p>	<p>Знает: Свойства исследуемых объектов в целях формирования теоретических моделей как осуществлять сбор научной информации, представлять обзоры, аннотации, составлять рефераты.</p> <p>Умеет: Осуществлять сбор научной информации, готовить обзоры, аннотации, составлять рефераты, отчеты и библиографии.</p> <p>Владеет: Владеет способностями осуществлять сбор научной информации, готовить обзоры, аннотации, составлять рефераты, отчеты и библиографии</p>	
	<p>ПК-5.4. Участвует в научных дискуссиях и процедурах защиты научных работ различного уровня, выступает с докладами и сообщениями по тематике проводимых исследований.</p>	<p>Знает: Процедуры защиты научных работ различного уровня, выступает с докладами и сообщениями по тематике проводимых исследований.</p> <p>Умеет: Дискутировать по соответствующему предмету и Участвует в научных семинарах</p> <p>Владеет: Способностями выступать с</p>	

		докладами и сообщениями по тематике проводимых исследований.	
ПК-6. Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научных и прикладных физических исследований в области физике конденсированного состояния.	ПК-6.1. Имеет представления о методиках и технологиях физических исследований с помощью современного оборудования.	Знает: Как проводить испытания, измерения и обработку результатов; регистрировать показания приборов; Умеет: Проводить, обработку и анализ результатов испытаний и измерений. Владеет: Навыками проведения физических исследований с помощью современного оборудования	Устный или письменный опрос
	ПК-6.2. Знает теорию и методы физических исследований в физике конденсированного состояния.	Знает: Теорию и методы физических исследований в физике конденсированного состояния. Умеет: методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений. Владеет: Навыками проводить испытания, измерения и обработку результатов; регистрировать показания приборов; проводить расчёты критически анализировать результаты делать выводы.	
	ПК-6.3. Способен собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов и исследований в соответствующей области знаний, проводить эксперименты и наблюдения, составлять отчеты по теме или по результатам проведенных экспериментов	Знает: Критерии выбора методов и методик исследований; правила и условия выполнения работ, технических расчетов, оформления получаемых результатов Умеет: Проводить эксперименты и наблюдения, составлять отчеты по теме или по результатам проведенных экспериментов а так же правила и условия выполнения работ, технических расчетов, оформления получаемых результатов. Владеет: выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; выполнением оценки и обработки результатов исследования; навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исхо-	

		для из имеющихся материальных и временных ресурсов.	
--	--	---	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел и темы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельн. работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практич. занятия	Лаб. занят.	(КСР)		
Модуль 1. Общие свойства поверхности								
1	Введение. Основные свойства поверхности. Энергия поверхности. Поверхностное натяжение.	1	2				15	Фронтальный опрос
2	Равновесная форма поверхности жидкости. Атомная структура чистой поверхности кристаллов. Особенности электронной структуры поверхности. Поверхностные дефекты	1	2	2			15	семинарское занятие
<i>Итого: Модуль 1: 36 часов</i>			4	2			30	
Модуль 2. Физические явления на поверхности.								
3	Физические явления на поверхности. Адсорбция – десорбция. Поверхностная диффузия. Поверхностное плавление.	1	2	4			14	семинарское занятие
4	Упругие волны на поверхности. Поверхностная фото ЭДС. Поверхностная электропроводность. Эффект поля.	1	2	2			12	Устный опрос
<i>Итого: Модуль 2: 36 часов</i>			4	6			26	
Модуль 3. Методы изучения поверхности								
5	Упругие волны на поверхности. Поверхностная фото ЭДС. Поверхностная электропроводность. Эффект поля.	1	4	4			10	семинарское занятие
6	Особенности свойств низкоразмерных систем. Связь свойств с низкоразмерными системами материалов. Области применения наносистем	1	4	4			10	семинарское занятие
<i>Итого: Модуль 3: 36 часов</i>			8	8			20	
Итого: 108 часов			16	16			76	Зачет

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Физические свойства вещества в поверхностном слое, основные свойства поверхности жидкостей и твердых тел.

Тема 1. Основные свойства поверхности. Энергия поверхности. Поверхностное натяжение.

Тема 2. Равновесная форма поверхности жидкости. Атомная и электронной структуры поверхности чистой поверхности кристаллов.

Модуль 2.

Тема 3. Физические явления на поверхности. Адсорбция – десорбция. Поверхностная диффузия и плавление.

Тема 4. Упругие волны на поверхности. Поверхностная фото ЭДС, электропроводность и эффект поля.

Модуль 3. Свойства поверхности и методы определения

Тема 5. Методы изучения поверхности. Электронная микроскопия и дифракция электронов

Сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия. Атомно-силовая микроскопия

Тема 6. Масс-спектроскопия вторичных ионов. Спектроскопия поглощения рентгеновского излучения. Спектроскопия фотоэлектронов

4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.

Модуль 1. Общие представления.

Тема 1. Методы получения изображения и изучения свойств поверхности.

Модуль 2.

Тема 2. Сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия.

Модуль 3.

Тема 3. Атомно-силовая микроскопия

5. Образовательные технологии.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации компетентностного подхода, дисциплина предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, 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. В рамках учебного курса предусмотрены лекции в сочетании с практическими занятиями, в том числе семинаров, рубежных контрольные работ и зачет. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. Зачет выставляется после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, в учебном процессе по данной дисциплине, составляет не менее 10 часов из 34 часов аудиторных занятий.

При проведении занятий используется аудитория, оснащенная современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется проекционное оборудование и интерактивная доска.

Лекции и практические занятия проводится с применением слайдов (презентаций) в программе PowerPoint, а также с использованием интерактивной доски, большая часть теоретического материала представлен в электронной форме и на бумажном носителе. На семинарских занятиях обсуждаются вопросы рассмотренные студентами самостоятельно в рамках внеаудиторной работы. Уделяется внимание формированию и развития профессиональных навыков обучающихся.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций ведущих ученых из центральных вузов, академических институтов России и зарубежных ученых.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Промежуточный контроль. В течение семестра студенты выполняют:

- повторение пройденного материала;
- подготовка к семинарам;
- подготовки к контрольным работам;
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- написание курсовых работ по проблемам дисциплины «Физика наносистем».

Итоговый контроль. Зачет в конце 1(9) семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоёмкость, а.ч.		
	Очная	Очно-заочная	заочная
Текущая СРС			
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	20		
самостоятельное изучение разделов дисциплины	16		
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	24		
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам, зачёту	6		
Творческая проблемно-ориентированная СРС			
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	10		
Итого СРС:	76 часов		

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

7.1. Примерные вопросы для текущей проверки знаний.

1. Равновесная форма поверхности жидкости
2. Атомная структура чистой поверхности кристаллов
3. Особенности электронной структуры поверхности
4. Поверхностные дефекты
5. Физические явления на поверхности
6. Адсорбция - десорбция
7. Поверхностная диффузия. Поверхностное плавление
8. Упругие волны на поверхности

9. Поверхностная фото ЭДС
10. Поверхностная электропроводность. Эффект поля
11. Некоторые методы изучения поверхности
12. Электронная микроскопия и дифракция электронов
13. Сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия. Атомно-силовая микроскопия
14. Масс-спектроскопия вторичных ионов
15. Спектроскопия поглощения рентгеновского излучения
16. Спектроскопия фотоэлектронов

- Определение понятий поверхность. Физические свойства вещества в поверхностном слое.
- Основные свойства поверхности жидкостей и твердых тел. Окружение атомов (молекулы) на поверхности конденсированной среды в отличие атомов (молекул) в объеме среды.
- Энергия (работа внешних сил). Поверхностное натяжение. Зависимость поверхностного натяжения микроскопической структуры поверхности. Энергией границы раздела двух конденсированных сред.
- Равновесная форма поверхности вещества. Методы определения равновесной формы поверхности жидкостей, "Поверхностные силы". Реконструкция поверхности. Два типа реконструкции: консервативная и неконсервативная.
- Электронная структура поверхности кристаллов. Поверхностные электронные состояний, собственные и несобственные поверхностные состояния. Поверхностные состояния в полупроводниках.
- Несобственные поверхностные состояния Слой пространственного заряда. Осцилляциями Фриделя.
- Поверхностные дефекты. Нуль-мерные и одномерные дефекты.
- Физические явления на поверхности. Адсорбция – десорбция. Химическая адсорбция (Хемисорбция).
- Поверхностная диффузия. Поверхностное плавление. Упругие волны на поверхности. Поверхностные волны. Поверхностная фото ЭДС. Пространственное разделение неравновесных электронов и дырок.
- Поверхностная электропроводность. Эффект поля.
- Электронная микроскопия и дифракция электронов.
- Просвечивающая электронная микроскопия.
- Сканирующая электронная микроскопия.
- Сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия. Атомно-силовая микроскопия.
- Масс-спектроскопия вторичных ионов.
- Спектроскопия поглощения рентгеновского излучения.
- Спектроскопия фотоэлектронов

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

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

Текущий контроль по дисциплине включает:

Лекции

- посещение занятий

– 5 баллов,

- активное участие на лекциях — 5 баллов,
- устный опрос, тестирование, коллоквиум — 30 баллов,
- и др. (доклады, рефераты) — 10 баллов.

Практические занятия

- посещение занятий — 5 баллов,
- активное участие на практических занятиях — 5 баллов,
- выполнение домашних работ — 10 баллов,
- выполнение самостоятельных работ — 10 баллов,
- выполнение контрольных работ — 20 баллов.

2. Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос — 60 баллов,
- письменная контрольная работа — 30 баллов,
- тестирование — 10 баллов.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

а) Сайт кафедры физики конденсированного состояния и наносистем:

<http://cathedra.dgu.ru/Default.aspx?id=1503>

б) *Основная литература:*

1. Тарасова Н.В. Поверхностные явления. Адсорбция [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. — 33 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57608.html>
2. Никитенков Н.Н. Основы анализа поверхности твердых тел методами атомной физики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Н. Никитенков. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2013. — 203 с. — 978-5-4387-0349-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34691.html>
3. Андреев Л.А. Физикохимия поверхностных явлений [Электронный ресурс] : пропитка пористых материалов. Учебное пособие / Л.А. Андреев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2011. — 118 с. — 978-5-87623-546-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56608.html>
4. Праттон М. Введение в физику поверхности [Электронный ресурс] / М. Праттон. — Электрон. текстовые данные. — Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2000. — 254 с. — 5-93972-010-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17615.html>
5. Атанасян Т.К. Неорганическая химия. Часть I. Поверхностные явления на границе оксид/электролит в кислых средах [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.К. Атанасян, И.Г. Горичев, Е.А. Якушева. — Электрон. текстовые данные. — М. : Прометей, 2013. — 166 с. — 978-5-7042-2495-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24004.html>
6. Оура К., Лифшиц В.Г., Саранин А.А., Зотов А.В., Катаяма М.. Введение в физику поверхности. М.: Наука, 2006, 492 с.
7. Киселев В.Ф., Козлов С.Н., Зотеев А.В.. Основы физики поверхности твердого тела. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1999, 284 с.
8. Праттон М.. Введение в физику поверхности. Удмуртский Государственный Университет: Регулярная и хаотическая динамика, 2000, 251 с. И.А. Викторов. Звуковые поверхностные волны в твердых телах. М.: Наука, 1981, 288 с.
9. Фелдман Л., Майер Д. Основы анализа поверхности и тонких пленок. М.: Мир, 1989, 343 с.

Дополнительная литература:

1. Модификация поверхности титановых имплантатов и ее влияние на их физико-химические и биомеханические параметры в биологических средах [Электронный ресурс] : монография / В.В. Савич [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2012. — 244 с. — 978-985-08-1379-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11514.html>
2. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. Том 1 [Электронный ресурс] : монография / И.В. Суминов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2011. — 464 с. — 978-5-94836-267-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12747.html>
3. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. Том 2 [Электронный ресурс] : монография / И.В. Суминов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2011. — 512 с. — 978-5-94836-268-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12748.html>
4. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. М.: Мир. 1979..
5. Кытин В.Г., Кульбачинский В.А., Глебов Д.С., Бурова Л.И., Кауль А.Р., Реукова О.В.. ЖЭТФ, 2010, т.138, вып.2, с.255–260.
6. Дерягин Б.В., Чураев Н.В., Муллер В.М.. Поверхностные силы. М.: Наука, 1985, 400 с.
7. Блинов Л.М., Кац Е.И., Сонин А.А.. Физика поверхности термотропных жидких кристаллов. Успехи физических наук, т.152, вып.3, с.449–477.

9.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Даггосуниверситет имеет доступ к комплектам библиотечного фонда основных отечественных и зарубежных академических и отраслевых журналов по профилю подготовки магистров по направлению **03.04.02 Физика:**

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks (www.iprbookshop.ru). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г.
2. Лицензионное соглашение № 6984/20 на использование адаптированных технологий ЭБС IPRbooks (www.iprbookshop.ru) для лиц с ОВЗ от 02.10.2020.
3. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»: www.biblioclub.ru. Договор об оказании информационных услуг № 131-09/2010 от 01.10.2020г. 537 наименований.
4. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЛАНЬ <https://e.lanbook.com/>. Договор №СЭБ НВ-278 на электронно-библиотечную систему ЛАНЬ от 20.10.2020 г. Срок действия договора со 20.10.2020 г. по 31.12.2023г.
5. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>. Лицензионное соглашение № 844 от 01.08.2014 г. Срок действия соглашения с 01.08.2014 г. без ограничения срока.
6. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке от 1 августа 2016 г. Срок действия договора с 01.08.2016 г. без ограничения срока. Договор может пролонгироваться неограниченное количество раз, если ни одна из сторон не желает его расторгнуть.
7. **Scopus**. Scopus издательства Elsevier B.V. Письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию базы данных Scopus издательства Elsevier B.V. в 2022 г. <https://www.scopus.com>
8. **Wiley Online Library**. Коллекция журналов Freedom Collection издательства Elsevier. Письмо РФФИ от 17.07.2010 г. № 742 о предоставлении лицензионного доступа к электронному ресурсу Freedom Collection издательства Elsevier в 2022 г. <https://onlinelibrary.wiley.com/>
9. **Международное издательство Springer Nature**

10. Коллекция журналов, книг и баз данных издательства Springer Nature. Письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных издательства Springer Nature в 2022 г. на условиях национальной подписки <https://link.springer.com/>
11. **Журналы American Physical Society**
12. Базы данных APS (American Physical Society). Письмо РФФИ от 10.11.2020 г. № 1265 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных American Physical Society в 2022 г. <http://journals.aps.org/about>
13. **Журналы Royal Society of Chemistry**. База данных RSC DATABASE издательства Royal Society of Chemistry Письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных Royal Society of Chemistry в 2022 г. <http://pubs.rsc.org/>
14. **Журнал Science (AAAS)** <http://www.sciencemag.org/>
15. **Единое окно** <http://window.edu.ru/> (интернет ресурс)
16. Дагестанский региональный ресурсный центр <http://rrc.dgu.ru/>
Нэикон <http://archive.neicon.ru/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Подготовка к семинарскому занятию включает закрепление и углубление теоретических знаний. В том числе: планирование самостоятельной работы, уяснение задания; подбор литературы; составление плана работы по пунктам.

Следующий этап – непосредственная подготовка к занятию – начинается с изучения рекомендованной литературы, т.к. на лекции рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Самостоятельная работа выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Во время самостоятельной работы обучающиеся должны изучать и конспектировать учебную, научную и справочную литературу, выполнять задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовиться к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

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

- презентации;
- тезисы лекций,
- ресурс электронных изданий по теме.

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

1. Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), AdobeAcrobatReader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
2. Программное обеспечение в компьютерный класс: MS PowerPoint (MS PowerPointViewer), AdobeAcrobatReader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

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

1. Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков исследования свойств и обработки данных обеспечивается в последующем в лабораториях при проведении Специального физического практикума (Б1.Б2) в 9 семестре. При проведении заня-

тий используются лаборатории, оснащенные современным технологическим и измерительным оборудованием.

2. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный проекционным оборудованием и интерактивной доской