



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

Образовательная программа
03.04.02 – Физика

Профиль подготовки:
Физика наносистем

Уровень высшего образования:
Магистратура

Форма обучения:
Очная

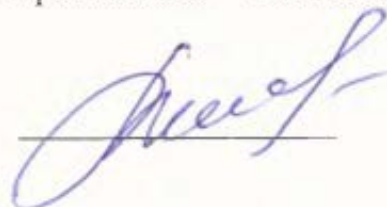
Статус дисциплины:
Вариативная по выбору

Махачкала 2020

Рабочая программа дисциплины «Физические явления на поверхности твердого тела» 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.

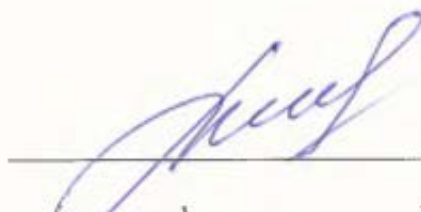
Разработчики: кафедра физики конденсированного состояния и наносистем.

Палчаев Д.К., д.ф.-м.н., профессор



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

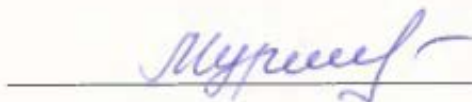
/ Зав.кафедрой



Рабаданов М.Х.

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

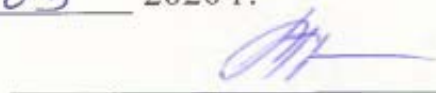
Председатель



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 «Физические явления на поверхности твердого тела» входит в вариативную часть, дисциплин по выбору Блока 1 образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02– Физика.

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: *общепрофессиональных*: ОПК– 6; *профессиональных*: ПК–2, ПК–3.

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 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий: **72 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	консультации		
9	72	16	-	18			38	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 ОП магистратуры

Дисциплина «Физика и технология функциональных материалов» входит в блок **Б1.В.ДВ.1.2.** образовательной программы (ФГОС ВО) 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 компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК – 6	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	Знает: • модели формирования структуры и свойств границы раздела фаз; • современные представления о фазовых равновесиях в конденсированных системах; • основные особенности формирования электрических, тепловых, магнитных, механических и оптических свойств в границы раздела фаз; • разнообразные практические приложения. Умеет: • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики поверхности; • применять полученные знания при решении задач, при выступлении на семинарских занятиях; • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по физики наносистем; • проводить научные исследования в области физики поверхности с помощью современной приборной (в том числе сложного физического оборудования) и технологической базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. Владеет: • технологиями исследования поверхности; • методами исследования поверхности;

		• методами термодинамических расчетов реакций при формировании соответствующих поверхностей; • навыками решения задач по интерпретации связи свойств со структурой.
ПК-2	способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Знает: • теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики; • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики; • методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики формирования границы раздела различных сред, в том числе, в наносистемах; • физические основы поверхности низкоразмерных систем. Умеет: • понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики поверхности низкоразмерных систем; • использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по физике поверхности; • пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями формирования поверхности. Владеет: • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики поверхности; • экспресс - анализом и диагностическими методами исследования поверхности; • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики поверхности; • владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.
ПК-3	Способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно – инновационных исследованиях и инженерно – технологической деятельности.	Знает: • как строить и использовать простейшие модели при разработке технологии соответствующих поверхностей; • инновационные методы исследований структуры и свойств поверхности и то, как решаются задачи по интерпретации связи свойств со структурой; • что востребовано практикой на текущий момент, как решать научно – инновационные задачи и применять результаты научных исследований в инновационной дея-

		тельности. Умеет: - самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований в области физики поверхности и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта; - исследовать структуру поверхности, генерировать методы расшифровки, полученных результатов и идеи по их интерпретации. Владеет: - техникой экспериментальных исследований структуры поверхности; - методами термодинамических расчетов реакций при формировании соответствующих поверхностей; - владеть знаниями, необходимыми для решения научно-инновационных задач физики поверхности.
--	--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

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

4.2. Структура дисциплины.

1.2. Структура дисциплины.									
№ п/п	Раздел и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	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.	Контроль сам. раб		
Модуль 1									
1	Введение. Основные свойства поверхности. Энергия поверхности. Поверхностное натяжение.	9	1,2	2	2			5	Фронтальный опрос
2	Равновесная форма поверхности жидкости. Атомная структура чистой поверхности кристаллов. Особенности электронной структуры поверхности. Поверхностные дефекты	9	3,4	2	2			5	семинарское занятие
3	Физические явления на поверхности. Адсорбция – десорбция.	9	5-8	4	4			8	семинарское занятие

	Поверхностная диффузия. Поверхностное плавление.								
	Рубежная контрольная сам. работа		8				2		контрольная работа
	Всего за модуль			8	8		2	18	
Модуль 2									
4	Упругие волны на поверхности. Поверхностная фото ЭДС. Поверхностная электропроводность. Эффект поля.	9	9-12	4	4			8	семинарское занятие
5	Методы изучения поверхности. Электронная микроскопия и дифракция электронов. Сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Масс-спектроскопия вторичных ионов. Спектроскопия поглощения рентгеновского излучения. Спектроскопия фотоэлектронов	9	13-17	4	6			8	семинарское занятие
	Рубежная контрольная сам. работа		17			2			контрольная работа
	Всего за модуль			8	10	2		16	
	Итого			16	18	4		34	

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

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.

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

Модуль 1. Свойства поверхности и методы определения

Тема 1. Упругие волны на поверхности. Поверхностная фото ЭДС, электропроводность и эффект поля.

Тема 2. Методы изучения поверхности. Электронная микроскопия и дифракция электронов
Сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия. Атомно-силовая микроскопия

Тема 3. Масс-спектроскопия вторичных ионов. Спектроскопия поглощения рентгеновского излучения. Спектроскопия фотоэлектронов

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 преду-

смотрены 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 проводятся 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.

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.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций (соответствии с ПООП (при наличии))	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-6		Знает: • модели формирования структуры и свойств границы раздела фаз; • современные представления о фазовых равновесиях в конденсированных системах; • основные особенности формирования электрических, тепловых, магнитных, механических и оптических свойств в границы раздела	Устный опрос, письменный опрос

		фаз; • разнообразные практические приложения. Умеет: • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики поверхности; • применять полученные знания при решении задач, при выступлении на семинарских занятиях; • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по физики наносистем; • проводить научные исследования в области физики поверхности с помощью современной приборной (в том числе сложного физического оборудования) и технологической базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. Владеет: • технологиями исследования поверхности; • методами исследования поверхности; • методами термодинамических расчетов реакций при формировании соответствующих поверхностей; • навыками решения задач по интерпретации связи свойств со структурой.	
ПК-2		Знает: • теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики; • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики; • методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики формирования границы раздела различных сред, в том числе, в наносистемах; • физические основы поверхности низкоразмерных систем. Умеет: • понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики поверхности низкоразмерных систем; • использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физи-	

		ки для решения задач по физике поверхности; • пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями формирования поверхности. Владеет: • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики поверхности; • экспресс - анализом и диагностическими методами исследования поверхности; • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики поверхности; • владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.	
ПК-3		Знает: • как строить и использовать простейшие модели при разработке технологии соответствующих поверхностей; • инновационные методы исследований структуры и свойств поверхности и то, как решаются задачи по интерпретации связи свойств со структурой; • что востребовано практикой на текущий момент, как решать научно – инновационные задачи и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности. Умеет: • самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований в области физики поверхности и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта; • исследовать структуру поверхности, генерировать методы расшифровки, полученных результатов и идеи по их интерпретации. Владеет: • техникой экспериментальных исследований структуры поверхно-	

		сти; • методами термодинамических расчетов реакций при формировании соответствующих поверхностей; • владеть знаниями, необходимыми для решения научно-инновационных задач физики поверхности.	
--	--	---	--

7.2. Примерные вопросы для текущей проверки знаний.

Примерные темы практических и/или семинарских занятий и самостоятельной работы

1. Энергия поверхности. Поверхностное натяжение
 2. Равновесная форма поверхности жидкости
 3. Атомная структура чистой поверхности кристаллов
 4. Особенности электронной структуры поверхности
 5. Поверхностные дефекты
 6. Физические явления на поверхности
 7. Адсорбция - десорбция
 8. Поверхностная диффузия. Поверхностное плавление
 9. Упругие волны на поверхности
 10. Поверхностная фото ЭДС
 11. Поверхностная электропроводность. Эффект поля
 12. Некоторые методы изучения поверхности
 13. Электронная микроскопия и дифракция электронов
 14. Сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия. Атомно-силовая микроскопия
 15. Масс-спектроскопия вторичных ионов
 16. Спектроскопия поглощения рентгеновского излучения
 17. Спектроскопия фотоэлектронов
- Определение понятий поверхность. Физические свойства вещества в поверхностном слое.
 - Основные свойства поверхности жидкостей и твердых тел. Окружение атомов (молекул) 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 состояния, 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
-

7.3. 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

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:

- | | |
|---|---------------|
| ■ 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. |

(от 51 и выше - зачет)

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

Литература

Основная:

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. Виктор. 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.**

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, включая научные обзоры журнала Успехи физических наук 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.
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
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 Росаккредитации (<http://www.fepo.ru/>)

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 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» 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.пф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания.
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.
15. Web of Science - 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.
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.
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.
18. American Chemical Society. Доступ продлен на основании сублицензионного договора №ACS/73 от 09.01.2017 г. pubs.acs.org Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г.
19. Science (академическому журналу The American Association for the Advancement of Sci-

ence (AAAS) <http://www.sciencemag.org/>. Доступ продлен на основании сублицензионного договора № 01.08.2017г. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

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

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов по физике наносистем;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- выполнение курсовых работ (проектов);
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- моделирование технологических процессов получения наносистем.

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 занятий используются лаборатории, оснащенные современным технологическим и измерительным оборудованием.
2. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный проекционным оборудованием и интерактивной доской