Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____ А.М. Дигурова
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Введение в нанотехнологии»

Направление 03.03.02 Физика

Профиль: " Физика конденсированного состояния "

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

(год начала подготовки 2017г.)

Владикавказ 2020

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению **03.03.02 Физика,** утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07. 08. 2014 г. № 937, учебным планом подготовки бакалавра по направлению **03.03.02 Физика,** утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова» » от 30.04. 2020 г., протокол № 9.

Составитель: Тваури И.В., доцент кафедры физики конденсированного состояния

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры физики конденсированного состояния (протокол № 6 от 24 июня 2020 г.)

Зав. кафедрой_____Т.Т. Магкоев

Одобрена Советом физико-технического факультета

(протокол №7 от «29» июня 2020 г.)

Председатель_____И.В. Тваури

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).
Форма промежуточной аттестации – зачет

	Очная форма обучения
Курс	1
Семестр	1
Лекции	18
Практические занятия	36-
Лабораторные занятия	-
Консультации	-
Итого аудиторных занятий	54
Самостоятельная работа	18
Курсовая работа	-
Экзамен	-
Общее количество часов	72

2. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины "Введение в нанотехнологии" является формирование знаний о фундаментальных принципах и физических эффектах, лежащих в основе нанотехнологий; получение общих представлений о нанотехнологиях, как о принципиально новом шаге в развитии науки и производства. Лекции посвящены теоретическим основам и практическим приложениям размерных эффектов, которые характерны для объектов величиной одного до сотни нанометров, и которые лежат в основе современных нанотехнологий. Излагаются методы получения и исследования различных наноструктур (наночастиц и нанотрубок, объемных наноструктур, нанокатализаторов и др.) Рассматриваются возможности использования наноструктурированных материалов и наноустройств в различных областях (наноэлектронике, спинтронике, химии, биологии).

3. Место дисциплины в структуре ОПОП: Б1.В.ДВ.10.01

Данная учебная дисциплина включена в раздел Б1.В.ДВ.10.01 Профессиональный цикл. Вариативная часть. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Данный лекционный курс основан на курсах общей физики, спецкурсах «Физика полупроводников», «Физика твердого тела», «Основы кристаллографии». Отдельные его разделы будут более обстоятельно рассмотрены в спецкурсах «Физика тонких пленок и основы вакуумной техники», «Технология интегральных микросхем», «Основы технологии низкоразмерных систем».
К моменту начала преподавания курса студенты должны владеть основными понятиями школьных курсов физики и математики, иметь основные представления о законах механики, молекулярной физики, электродинамики и оптики.

4. Требования к результатам освоения дисциплины

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (результатами освоения образовательной программы):

Коды компетенций	Содержание компетенций

ПК-2	способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта
ПК-3	готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований
ПК-5	способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

Коды компетенций ОПОП	**Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП**		
	Знать	**Уметь**	**Владеть**
ПК-2	Обладать теоретическими знаниями о физических причинах так называемых размерных эффектов, которые проявляются в самых различных свойствах наноструктур.	Понимать принципиальные различия в свойствах различных материалов и веществ при переходе от обычных к нанометровым размерам.	Иметь представление о современных методах исследования и получения наноструктур; Обладать знаниями о практическом использовании нанотохнологий.
ПК-3	Выбрать нужный экспериментальный метод для получения той или иной информации о свойствах наноструктур.	Использовать информационные средства и технологии, в т.ч. оригинальные научные монографии и статьи для интерпретации полученных результатов излагать полученную информацию и представлять результаты физических исследований	
ПК-5	Выбрать нужный экспериментальный метод для получения той или иной	должен демонстрировать способность и готовность:	Навыками использования полученных знаний в области

	информации о свойствах наноструктур.	Ориентироваться в современной проблематике и наиболее актуальных задачах нанотехнологий	нанотехнологий для решения профессиональных задач

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учетом региональных особенностей и профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

Номер недели	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Литература
		л	практ	Содержание	Часы		
1-2	Введение. Что такое наноиндустрия.	2	4			Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	Осн.лит [1]-[7] Доп.лит [1]-[14],
3-4	Методы получения наночастиц и наноструктур	2	4	Оборудование наноиндустрии. Необходимые составляющие для организации статистического наблюдения в сфере наноиндустрии и нанотехнологий.	2	Устный опрос, доклад, конспект,	Осн.лит [1]-[7] Доп.лит [1]-[14],
5-6	Основные методы исследования наноструктур	2	4			Устный опрос, доклад, конспект, коллоквиум	Осн.лит [1]-[7] Доп.лит [1]-[14],
7-8	Свойства наночастиц	2	4			Устный опрос, конспект, доклад,	Осн.лит [1]-[7] Доп.лит [1]-[14],
9-10	Углеродные наноструктуры	2	4			Устный опрос, конспект, доклад, коллоквиум	Осн.лит [1]-[7] Доп.лит [1]-[14],
11-12	Объемные наноструктурированные материалы	2	4			Устный опрос, конспект, доклад,	Осн.лит [1]-[7] Доп.лит [1]-[14],
13-14	Электропроводность наностуруктур	2	4	История развития сканирующей зондовой микроскопии. Устройство и	8	Устный опрос, конспект, доклад,	Осн.лит [1]-[7] Доп.лит

				принцип действия сканирующего туннельного микроскопа: туннельный сенсор, режимы постоянного тока и постоянной высоты. Ограничения сканирующей туннельной микроскопии.			[1]-[14],
15-16	Свойства квантовых ям, нитей и точек Магнитные свойства наноструктур	2	4	Сканирующая лазерная конфокальная микроскопия. Принцип действия и реализация. Горизонтальное и вертикальное разрешение методики. Сравнение с обычной оптической микроскопией.	4	Устный опрос, конспект, доклад, презентация	Осн.лит [1]-[7] Доп.лит [1]-[14],
17-18	Наноструктурированные катализаторы Биологические наноструктуры.	2	4	электронную микроскопию. Идея электронного микроскопа. История создания. Особенности электронных микроскопов. Методы получения изображения	4	Устный опрос, конспект, доклад, коллоквиум	Осн.лит [1]-[7] Доп.лит [1]-[14],
	ИТОГО	18	36		18		

Примечания:

– Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.

– В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте, а также с использованием Webex, платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на сайте СОГУ, других элементов ЭИОС СОГУ.

Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Что такое наноиндустрия. История развития нанотехнологий. Основные классы наноразмерных систем. Основы физики и химии поверхности

Тема 2. Методы получения наночастиц и наноструктур. Химические и электрохимические методы. Фотолитография. Рентгеновская, электронная и ионная литография. Нанопечать. Лазерные методы. Сканирующая зондовая литография. Нано- и молекулярное конструирование. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Сравнение нанолитографических методов

Тема 3. Основные методы исследования наноструктур Дифракция электронов. Электронная и ионная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия. Электронная спектроскопия. Оже спектроскопия и микроскопия.

Тема 4. Свойства наночастиц Металлические нанокластеры. Полупроводниковые наночастицы. Зависимость свойств наночастиц от их размеров.

Тема 5. Углеродные наноструктуры Углеродные кластеры и фуллерены. Углеродные нанотрубки. Графен и его необычные свойства. Применение углеродных наноструктур.

Тема 6. Объемные наноструктурированные материалы Методы синтеза и свойства нанокристаллических порошков. Наноструктурированные многослойные материалы. Пористые наноструктуры.

Тема 7. Электропроводность наностуруктур: Наноконтакты (методы получения). Баллистический и диффузный транспорт электронов через наноконтакт. Квантование проводимости.

Тема 8. Свойства квантовых ям, нитей и точек: Приготовление квантовых наноструктур. Размерное квантование и квантово-размерные структуры. Свойства, зависящие от плотности состояний. Оптические свойства наноструктур

Тема 9. Магнитные свойства наноструктур: Ферромагнетизм в наноструктурах. Гигантское и колоссальное магнитосопротивление. Что такое спинтроника и наноэлектроника. Спиновый клапан

Тема 10. Наноструктурированные катализаторы: Природа гетерогенного катализа. Зависимость каталитического эффекта от размеров наночастиц. Коллоиды.

Тема 11. Биологические наноструктуры. Биологические строительные наноблоки. Биологические нанопроволоки и наночастицы. ДНК и РНК. Мицеллы и везикулы.

Тема 12. Наномашины и наноприборы: Микроэлктромеханические системы. Наноээлектромеханические системы. Молекулярные и супрамолекулярные триггеры.

6. Образовательные технологии

Традиционные лекции и практические (семинарские) занятия с использованием современных интерактивных технологий. Лекции с использованием мультимедийных презентаций, лекции-беседы, лекции-диалоги, эвристические лекции, лекции-визуализации, практические занятия, самостоятельная работа студентов, компьютерное тестирование.

Лекция-диалог – содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

Лабораторное занятие - форма учебного занятия, при которой студент под руководством преподавателя проводит естественные или имитационные эксперименты или опыты с целью подтверждения отдельных теоретических положений определенной учебной дисциплины, приобретает практические навыки работы с лабораторным оборудованием, оборудованием, вычислительной техникой, измерительной аппаратурой,

методикой экспериментальных исследований. Лабораторные занятия не только закрепляют теоретические знания, но и позволяют студенту глубоко изучать механизм применения этих знаний, овладевать важным для специалиста умением интеллектуального проникновения в те естественно-технические или производственные процессы, которые исследуют на лабораторном занятии. Под влиянием этой формы занятий студентов часто возникают новые идеи научного и технического характера, которые используются в курсовых, квалификационных, дипломных работах. Лабораторные занятия в значительной степени обеспечивают отработку умений и навыков принятия практических решений в реальных условиях производства.

Лабораторные занятия не только закрепляют теоретические знания, но и позволяют студенту глубоко изучать механизм применения этих знаний, овладевать важным для специалиста умением интеллектуального проникновения в те естественно-технические или производственные процессы, которые исследуют на лабораторном занятии. Под влиянием этой формы занятий студентов часто возникают новые идеи научного и технического характера, которые используются в курсовых, квалификационных, дипломных работах. Лабораторные занятия в значительной степени обеспечивают отработку умений и навыков принятия практических решений в реальных условиях производства.

Перечень тем лабораторных занятий определяется рабочей программой учебной дисциплины. Количество студентов на таких занятиях не превышает половины академической группы. Приступая к работе в лаборатории, студенту следует знать, что любое несоблюдение расписания занятий и дисциплины будет считаться нарушением его служебных обязанностей. Преподаватель, который впервые встречается со студентами на вводном занятии, должен ознакомить их с общими правилами работы в лаборатории, которые они обязаны неукоснительно выполнять.

Онлайн-семинар – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника (Zoom, Meet, Skype и др.).

Видеоконференция – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

Используются интерактивные методы обучения: ситуационные задачи, исследовательский метод обучения, деловые игры, подготовка и публичная защита рефератов. Используются рейтинговая технология, технологии дистанционного обучения. Используются интерактивные методы обучения: ситуационные задачи, исследовательский метод обучения, деловые игры, подготовка и публичная защита рефератов.

Технология электронного обучения (реализуется при помощи электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного компьютерного тестирования и т. д.).

Используются балльно-рейтинговая система оценки знаний, технологии с применением дистанционного обучения на платформе http://lms.nosu.ru/.

Примечания:

- Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основе локальных нормативных актов.

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

− систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;

− углубления и расширения теоретических знаний;

− формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;

- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

− развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется на протяжении изучения всей дисциплины в соответствии с утвержденной в учебном плане трудоемкостью и состоит из:

- работы студентов с лекционными материалами, поиска и анализа литературы и электронных источников информации по заданной теме;

- выполнения заданий для самостоятельной работы в ЭИОС СОГУ;

- изучения теоретического и статистического материала для подготовки к семинарским занятиям;

- подготовки к экзамену.

Самостоятельная работа студентов проводится в виде письменных домашних заданий (в том числе, разноуровневых заданий), подготовки конспектов по темам практических занятий. Студенты письменно выполняют задания для самостоятельной работы, пользуясь теоретическим материалом (лекции, учебная литература и интернет-ресурсы по данной теме), после чего проводится обсуждение данной темы под руководством преподавателя.

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, а также учебная литература и методический материал по организации самостоятельной работы студентов отражены в Учебно-методической карте дисциплины, а также на сайте дистанционного обучения СОГУ площадка системы «MOODLE» по ссылке: http://lms.nosu.ru/.

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе, студентам следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.

При подготовке заданий по самостоятельной работе студентам необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы:

проводить поиск в различных системах, таких как общие поисковые системы: www.yandex.ru, www.google.ru, а также специальные поисковые системы: www.chem.msu.su, www.chemnavigator.hotbox.ru.

Задания для самостоятельной работы студентов по дисциплине

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторные занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе по дисциплине могут быть следующих видов:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;
- выполнение контрольных работ, творческих (проектных) заданий;
- решение задач;
- моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций;
- анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

Самостоятельная работа студентов включает выполнение домашних заданий к каждому лабораторному и практическому занятию. Задания содержат устную подготовку по теоретическим вопросам.

Для подготовки к занятиям студенты пользуются учебниками и учебными пособиями, указанными в списке рекомендованной литературы, а также интернет-источниками. Все методические материалы представлены в системе дистанционного обучения СОГУ (Сайт ДО СОГУ на площадке системы «MOODLE» по ссылке: http://lms.nosu.ru/).

Методические рекомендации по написанию рефератов (докладов)

Реферат (доклад)— письменная работа, содержащая краткое изложение актуальной научной проблемы и ее современной трактовки на основе последних научных изысканий по этой теме. Он является действенной формой самостоятельного исследования актуальных исторических проблем на основе изучения соответствующих разделов учебных пособий, специальной монографической литературы, а также научных статей, отражающих последний исследовательский опыт в области изучаемого вопроса. Реферат помогает выработать навыки и приемы самостоятельного научного поиска, грамотного и логического изложения материала, способствует приобщению студентов к научно-исследовательской деятельности.

Последовательность работы:

1. Выбор темы исследования. Тема реферата выбирается студентом на основе его научного интереса. Также помощь в выборе темы может оказать преподаватель.

2. Планирование исследования. Включает составление плана реферата и календарного плана научного исследования. Календарный план исследования включает следующие элементы: выбор и формулирование проблемы, разработка плана исследования и предварительного плана реферата; сбор и изучение исходного материала, поиск литературы; анализ собранного материала, теоретическая разработка проблемы;

сообщение о предварительных результатах исследования; окончательный вариант работы; обсуждение реферата (на семинаре и т. п.).

План реферата характеризует его содержание и структуру. Он должен включать в себя: введение, где обосновывается актуальность проблемы, ставятся цель и задачи исследования; основная часть, в которой раскрывается содержание проблемы; заключение, где обобщаются выводы по теме и даются практические рекомендации.

3. Поиск и изучение литературы. Для выявления необходимой литературы следует обратиться в библиотеку или к преподавателю. Подобранную литературу следует зафиксировать согласно ГОСТ по библиографическому описанию произведений печати.

Для разработки реферата достаточно изучения 4-5 важнейших статей по избранной проблеме. При изучении литературы необходимо выбирать материал, не только подтверждающий позицию автора реферата, но и материал для полемики.

4.Обработка материала. При обработке полученного материала автор должен: систематизировать его по разделам; выдвинуть и обосновать свои гипотезы; определить свою позицию, точку зрения по рассматриваемой проблеме; уточнить объем и содержание понятий, которыми приходится оперировать при разработке темы; сформулировать определения и основные выводы, характеризующие результаты исследования; окончательно уточнить структуру реферата.

5. Оформление реферата. При оформлении реферата рекомендуется придерживаться следующих правил: Следует писать лишь то, чем автор хочет выразить сущность проблемы, ее логику; Писать строго последовательно, логично, доказательно (по схеме: тезис – обоснование – вывод); Писать ярко, образно, живо, не только вскрывая истину, но и отражая свою позицию, пропагандируя полученные результаты; Писать осмысленно, соблюдая правила грамматики, не злоупотребляя наукообразными выражениями.

Реферат выполняется в соответствии с требованиями стандартов, разработанных для данного вида документов. Работа должна быть выполнена на белой бумаге стандартного листа А4. Текст должен быть отпечатан на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word и отвечать следующим требованиям: параметры полей страниц должны быть в пределах: верхнее и нижнее – по 20 мм, правое – 10 мм, левое – 30 мм, шрифт – Times New Roman , размер шрифта – 14, межстрочный интервал – полуторный. Лента принтера – только чёрного цвета. Нумерация страниц в реферате должна быть сквозной, начиная со второй страницы.

При изложении материала необходимо придерживаться принятого плана.

Библиографический список составляется на основе источников, которые были просмотрены и изучены студентом при написании реферата. Данный список отражает самостоятельную творческую работу студента, что позволяет судить о степени его подготовки и углублении в выбранную тематику. Вся использованная литература размещается в следующем порядке: законодательные акты, постановления, нормативные документы; вся учебная литература в алфавитном порядке, затем средства периодической печати в алфавитном порядке; источники из сети Интернет.

Методические рекомендации по использованию информационно-коммуникативных технологий обучения

Для изучения лекционного материала дисциплины применяются аудиовизуальные (мультимедийные) технологии, которые не отрицают традиционные, проверенные

временем методы преподавания, но, при этом, они повышают наглядность, информативность, оперативность в подаче информации, позволяют экономить время занятий.

Каждое практическое (семинарское) занятие имеет свою особую форму проведения, свою методологическую специфику, что позволяет развивать у студентов различные как общекультурные, так и профессиональные компетенции. Постановка проблемы, разбор актуальных конкретных и гипотетических ситуаций, создание атмосферы диалога между преподавателем и группой позволяет работать индивидуально и в малых группах, коллективно обсуждать определенный темами материал, а также инициировать самостоятельную работу студентов. При осмыслении содержания вопросов практических занятий преследуется цель соблюдать преемственность в профессиональном и в творческом развитии студентов.

Контроль самостоятельной работы студентов призван сделать процесс обучения более целостным и органичным. Его задача не оставить без внимания даже, на первый взгляд, малозначительные вопросы.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Посещение лекционных занятий и конспектирование лекционного материала является недостаточным условием для успешного усвоения дисциплины. Студенту необходимо систематически работать с учебной и методической литературой, рекомендуемой по каждому разделу лектором, дополняя конспект лекций необходимыми пояснениями, уточнениями и терминами по изучаемой теме. Необходимо писать конспекты лекций: кратко, схематично. Последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверять термины, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Лабораторное занятие	Лабораторные занятия направлены на формирование практических умений, связанных с организацией активного взаимодействия участников образовательного процесса по изучению материала, закрепление практических навыков для решения профессиональных задач. При подготовке к занятиям необходимо повторить лекционный материал по изучаемой теме, изучить материал, рекомендованный преподавателем по спискам литературы. Подготовка к лабораторным занятиям преследует две основные цели: первое - повторение изученного материала. Для этого используются конспекты лекций, рекомендованная 15 основная и дополнительная литература; второе - углубление знаний по теме. Лабораторные занятия служат для закрепления теоретических основ, излагаемых в лекциях, получения практических навыков решения профессиональных задач. Они проходят с использованием стендов, методических указаний, учебно-наглядных пособий, в которых отражен необходимый

	минимум задач для освоения разделов и тем дисциплины. Завершающей частью лабораторной работы является оформление в рабочей тетради отчета. Содержание отчета определяется темой занятия и может включать в себя вопросы различного характера. Так при проведении лабораторной работы в состав отчета могут входить: краткое описание методики выполнения работы; схема лабораторной установки; необходимые расчеты по обработке полученной информации; анализ полученных данных и общее заключение (выводы). Дополнительные и индивидуальные требования изложены в методических пособиях к каждой лабораторной работе
Письменные домашние задания (конспект)	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление конспектов по прочитанным литературным источникам и др. При подготовке к занятию необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как общие поисковые системы: www.yandex.ru, www.google.ru, а также специальные поисковые системы: www.chem.msu.su, www.chemnavigator.hotbox.ru.
Контрольная работа (письменная)	Цель контрольной работы - проверка развития навыков, усвоения и закрепления материала, полученных при изучении дисциплины, и выполняется студентами заочного обучения. Работа выполняется по индивидуальным заданиям машинописным или рукописным текстом. Работа дает возможность установить степень усвоения материала и умение применять знания, полученные при изучении дисциплины. Работа способствует овладению материалом, прививает навыки в самостоятельном решении практических вопросов и в работе с литературой.
Зачет (устный)	Оценка ответа на зачете проводится в соответствии с Положением о балльно - рейтинговой системе оценки знаний студентов СОГУ.

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных и практических занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по

подготовке устных сообщений, написанию докладов и эссе, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на семинарских и практических занятиях, а также короткие (до 15 мин.) задания, выполняемые студентами в начале лекции с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или в конце лекции для выяснения степени усвоения изложенного материала.

Рубежный контроль осуществляется по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится два таких контрольных мероприятия по графику.

БАЛЛЬНАЯ СТРУКТУРА ОЦЕНКИ.

Форма контроля	**Мин. кол-во баллов**	**Макс. кол-во баллов**
Текущая оценка студента в течение 1-8 недели состоит из: • Выполнение письменных домашних заданий по темам занятий и самостоятельной работы (конспектов) – **9 б** • Подготовка и ответы на практических занятиях (коллоквиумы) – **1 б● 8 =8 б** • Подготовка и выполнение лабораторных работ - **1 б● 8 =8 б**	**0**	**25**
1-я рубежная письменная контрольная работа	**0**	**25**
Текущая оценка студента в течение 10-17 недели состоит из: • Выполнение письменных домашних заданий по темам занятий и самостоятельной работы (конспектов) – **9 б** • Подготовка и ответы на практических занятиях (коллоквиумы) – **1 б● 8 =8 б** • Подготовка и выполнение лабораторных работ - **1 б● 8 =8 б**	**0**	**25**
2-я рубежная письменная контрольная работа	**0**	**25**
Итого	**0**	**100**

Контрольные задания (демоверсии) для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Пример контрольного задания

Вопросы к коллоквиумам и для составления экзаменационных билетов:

1) Дайте определение понятию «наноматериалы».
2) Какие характеристики наноматериалов вы знаете?
3) Какие классификации наноматериалов вы знаете? Приведите основные классификации.
4) Дайте классификацию наноматериалов по форме и размерности.
5) Дайте классификацию наноматериалов по их природе.

6) В чем специфика фуллереновых структур? Какое применение фуллеренам вы знаете?
7) В чем особенность углеродных нанотрубок?
8) Приведите примеры полимерных наноматериалов.

Критерий оценки устного и письменного ответа на лабораторном занятии по дисциплине (коллоквиуме)

Оценка	Характеристика ответа
5	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, ответ структурирован, даны правильные аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется высокий уровень участия в дискуссии.
4	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, даны правильные, аргументированные ответы на уточняющие вопросы, но имеются неточности, при этом ответ неструктурирован и демонстрируется средний уровень участия в дискуссии.
3	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется низкий уровень участия в дискуссии, ответ неструктурирован, информация трудна для восприятия.
2	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, демонстрируется слабое владение категориальным аппаратом, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, участие в дискуссии отсутствует, ответ неструктурирован, информация трудна для восприятия.

2)Тематика рефератов (для формирования компетенций ПК-2, ПК-3, ПК-5)

1. Что такое нанотехнология (определение). Два главных принципа обработки материалов. Что такое размерный эффект? Краткая история развития нанотехнологий. Основные классы наноразмерных систем.
2. "Самособорка" в нанотехнологиях. Принципы манипулирования атомами и молекулами на поверхности. Молкулярнолучевая эпитаксия. Наноструктуры со сверхплотнгой записью магнитной информации. Методы порлучения графена.
3. Получение атомарного разрешения в сканирующем туннельном микроскопе. Изучение наноструктур с помощью сканирующей ближнеполевая оптической микроскопии За что получили Нобелевскую премию Рорер и Бининг.
4. Получение наночастиц путем вакуумного осаждения. Как зависит температура плавления от размеров наночастиц и почему? Как и почему влияют наночастицы на цвет жтдкости. в которой они находятся?
5. При каких условиях наноструктуры демонстируют свой квантовые свойства? Почему в полупроводниках легче зарегистрировать квантовые эффекты чем в металлах?
6. Что такой спиновый клапан и как он работает? Где используютмя устройства, использующее эффект гигантского магнитсопротивления? Как однодоменные ферромагнитные наночастицы можно использовать для сверхплотной записи информации? Что такое термоассистируемая магнитная запись информации?
7. Как из аминокислот формируются белковые наноструктуры? Процессы самоорганизации в биологических структурах. Как сканирующий тунельный микроскоп помогает расшифровать структуру ДНК? Как ферромагнитные наночастицы используютмя в медицине?

Оценочный лист защиты рефератов (докладов)

Оценка	Критерий оценки краткого сообщения
5	Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, тема полностью раскрыта, сообщение структурировано, даны правильные аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется высокий уровень участия в дискуссии.
4	Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, тема полностью раскрыта, даны правильные, аргументированные ответы на уточняющие вопросы, но имеются неточности, при этом сообщение не структурировано и демонстрируется средний уровень участия в дискуссии.
3	Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется низкий уровень участия в дискуссии, сообщение не структурировано, информация трудна для восприятия.
2	Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, демонстрируется слабое владение категориальным аппаратом, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, участие в дискуссии отсутствует, сообщение не структурировано, информация трудна для восприятия.

3) Вопросы к рубежным контрольным работам (ПК-2, ПК-3, ПК-5):

Вопросы к 1 рубежной работе

1. Что такое нанотехнологии?
2. Место объектов наномира на общей шкале размеров.
3. Пространственная размерность нанообъектов.
4. Что такое наноконсолидированные материалы?
5. Перечислите ключевые фигуры из истории развития нанотехнологий.
6. Возможно ли получение атомарного разрешения с использованием атомно-силового микроскопа?
7. Возможно ли получение атомарного разрешения поверхности диэлектрика с использованием сканирующего туннельного микроскопа?
8. Две основные причины особого поведения материалов при уменьшении их размера до нанометрового масштаба.
9. Два основных подхода к получению наноструктур.
10. Относится ли самосборка к подходу сверху-вниз получения наноструктур?
11. Чем отличается автосборка от самосборки?
12. Приведите несколько реальных примеров применения наноматериалов.
13. Особые свойства углерода, обуславливающие формирование из него разнообразных наноструктур.
14. Структура графита.
15. Структура алмаза.
16. Структура фуллеренов С60 и С70.
17. Минимальный возможный фуллерен и его структура.
18. Формула Эйлера для сфероидов, построенных из правильных многоугольников.
19. Методы получения фуллеренов.
20. Роль инертных газов при получении фуллеренов.
21. Термическая стабильность фуллеренов в вакууме и в присутствии окислителей.
22. Что такое фуллероид?
23. Что такое фуллерит и какова его структура?
24. Фазовые превращения в фуллеритах.

25. Что такое интеркалированные соединения фуллеренов?
26. Что такое фуллерид и какова его структура?
27. Эндоэдральные структуры фуллеренов и методы их получения.
28. Применения фуллеренов.
29. Структура углеродных нанотрубок.
30. Типы углеродных нанотрубок и образований из них.
31. Основные типы хиральности углеродных нанотрубок и соответствующие свойства электропроводности.
32. Механические колебания многослойных углеродных нанотрубок.
33. Дефекты в структуре углеродных нанотрубок и их влияние на форму нанотрубок и проводимость.
34. Методы получения углеродных нанотрубок.
35. Стадии очистки углеродных нанотрубок.
36. Сравнительные свойства окисления углеродных нанотрубок и фуллеренов.
37. Способы открытия концов углеродных нанотрубок.
8. Электрические свойства углеродных нанотрубок.
39. Магнитные свойства углеродных нанотрубок.
40. Механические свойства углеродных нанотрубок.
41. Перечислите основные применения углеродных нанотрубок.
42. Структура нанотрубок дисульфида вольфрама.
43. Структура нанокристаллических материалов.
44. Сравнительные характеристики структуры нанокристаллических материалов с макроскопическими моно- и поликристаллами, а также с аморфными материалами.
45. С чем связана повышенная прочность нанокристаллических материалов?
46. Особая структура межзеренных границ нанокристаллических материалов.
47. Какова доля нанокристаллического вещества, приходящаяся на межзеренные границы?
48. Каково изменение структуры зерна накристаллического материала с уменьшением его размера?
49. Методы получения нанокристаллических материалов.
50. Способы получения беспористых нанокристаллических материалов.
51. Недостатки метода интенсивных пластических деформаций для получения нанокристаллических материалов.
52. Особенности рекристаллизации нанокристаллических материалов.
53. Диффузионные свойства нанокристаллических материалов.
54. Суперпластичность нанокристаллических материалов и ее применение. 11
55. Структура цеолитов и их применение.
56. Особенности наноферромагнетиков.
57. Чем заменяется ферромагнетизм при переходе к нанометровым размерам?
58. Что такое суперпарамагнетизм?
59. Какова зависимость коэрцитивной силы наноферромагнетиков от размера частиц?
60. В чем заключается эффект гигантского магнитосопротивления?
61. Как работает нанопечатная литография?
62. Что такое литографически индуцированная самосборка?
63. Что такое молекулярные нанотехнологии?
64. Что такое молекулярный ассемблер? Его задачи.
65. Пример биологического ассемблера.
66. Что такое белок? Из чего он состоит?
67. Структура ДНК. Что такое ген?
68. Основные стадии процесса синтеза белков.
69. Основные стадии трансляции в процессе синтеза белков.

70. Недостатки искусственных биомашин с точки зрения молекулярных нанотехнологий.
71. Устройство и принцип работы ДНК чипов.
72. Примеры молекулярных машин среди супрамолекулярных систем.
73. Описание эксперимента по проводимости отдельных молекул.
74. Основные узлы нанофабрики.
75. Идея конструкционного тумана.
76. Методы управления доменной структурой сегнетоэлектриков на нанометровом масштабе.
77. Первый закон Мура.
78. Классификация объектов по размерности локализации – делокализации.
79. Плотность состояний для структур с различной размерностью локализации.
80. Методы изготовления квантовых ям, проволок и точек.

5) Примеры тестовых заданий по дисциплине не предусмотрено (ПК-2, ПК-3, ПК-5):

Инструкция студенту: Внимательно прочитайте вопрос и выберите правильный вариант ответа. Правильный ответ может быть только один.

етодика формирования результирующей оценки[1]

В ходе текущего контроля студенты могут набрать 0-100 баллов:

1 –я рубежная аттестация - максимально 50 баллов; из них:

От 0 до 25 баллов (рубежная аттестация) – тестирование в центре тестирования СОГУ или контрольная работа;

От 0 до 25 баллов(текущая оценка) – активная работа за данный период на семинарских (практических) занятиях

2-я рубежная аттестация – максимально 50 баллов; из них:

От 0 до 25 баллов (рубежная аттестация) – тестирование в центре тестирования СОГУ;

От 0 до 25 баллов (текущая оценка)– активная работа за данный период на семинарских (практических) занятиях

Промежуточный контроль:

Для экзамена:

За устный ответ на экзамене студент получает 0-50 баллов.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 56-100 баллов, автоматически получают «Экзамен».

Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле.

Шкала итоговой академической успеваемости студентов по дисциплине

Система оценок СОГУ		
Форма контроля	**Сумма баллов**	**Название**
Зачёт	56-100	зачтено
	0-55	не зачтено

Зачет проводится в устной форме.

Критерии оценки

[1] В соответствии с Положением о БРС оценивания обучающихся очной формы по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата и специалитета в ФГБОУ ВО СОГУ (от 05.03.2018 г., пр.№ 47)

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, показал готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала, способность к самосовершенствованию на основе традиционной нравственности, исчерпывающе, последовательно, логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами поиска необходимой информации в справочных и интернет-ресурсах, использует в ответе материал словарей, правильно и творчески строит диалогическую речь, владеет навыками говорения, письма, чтения и перевода с объеме, необходимом для осуществления профессиональной деятельности;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, не показал достаточной готовности к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала, способности к самосовершенствованию на основе традиционной нравственности, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания по проверке навыков говорения, чтения и перевода текста в объеме, необходимом для осуществления профессиональной деятельности.

Вопросы для подготовки к зачету (ПК-2, ПК-3, ПК-5):

Билет ⍰1
1.Что такое нанотехнология - определение.
2. Растровая и просвечивающая электронная микроскопия.
3. Наноконтакты -способы получения.

Билет ⍰2
1.Что такое размерный эффект?
2. Дифракция электронов.
3. Использования наночастиц в катализе.

Билет ⍰3
1. Основные классы наноразмерных систем.
2. Описание реконструкции поверхности методом Вуда.
3. Рентгеновская, электронная и ионная литография.

Билет ⍰4
1. Основные понятия физики и химии поверхности.
2. Лазерные методы получения наноструктур.
3. Мицеллы и везикулы.

Билет ⍰5
1. Электронная спектроскопия (фотоэлектронная и Оже).
2. Размерное квантование и квантово-размерные структуры.
3. Применение нанотехнологий в медицине и биологии.

Билет ⍰6
1. Полевая электронная и ионная микроскопия.
2. Использование СЗМ для получения микро- и наноструктур.
3. Размерные эффекты в наночастицах.

Билет ⍰7
1. Работа обратной связи в туннельном и атомно-силовых микроскопах.
2. Нано- и молекулярное конструирование (самоорганизация).
3. Коллоиды.

Билет ❓8
1. Получения атомарного разрешения в сканирующем туннельном микроскопе.
2. Магнитные свойства наночастиц.
3. Пористые наноматериалы и молекулярные сита.
Билет ❓9
1. Контактный, полуконтактный и бесконтактный режимы работы атомно-силового микроскопа.
2. Строение и свойства углеродных кластеров, фуллеренов и графена.
3. Биологические наномашины.

Билет ❓10
1. Формирование и обработка изображений в сканирующих зондовых микроскопах (СЗМ).
2. Химические и электрохимические методы получения наноструктур.
3. Гигантское магнитосопротивление.

Билет ❓11
1. Углеродные нанотрубки и их применение.
2. Условия наблюдения квантоворазмерных эффектов.
3. Природа катализа.

Билет ❓12
1. Способы получения квантовых наноструктур.
2. Кулоновская блокада.
3. Микро- и наноэлектромеханические системы.
Билет ❓13
1. Что такое спинтроника?
2. Биологические строительные наноблоки.
3. Наноконтакты -способы получения.

Билет ❓14
1. Магнетизм в наноструктурах.
2. Методы синтеза и свойства нанокристаллических порошков.
3. Фотолитография.
Билет ❓15
1. История открытия фуллеренов.
2. Квантование проводимости.
3. Молекулярные переключатели

Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровень сформированности компетенций			
«Минимальный уровень не достигнут» (менее 55 баллов)	**«Минимальный уровень» (56-70 баллов)**	**«Средний уровень» (71-85 баллов)**	**«Высокий уровень» (86-100 баллов)**
Компетенции не	*Компетенции*	*Компетенции*	*Компетенции*

сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.	*сформированы.* Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	*сформированы.* Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	*сформированы.* Знания твердые, аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка
Описание критериев оценивания			
Обучающийся демонстрирует: - существенные пробелы в знаниях учебного материала; - допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий; - отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины; - отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности.	Обучающийся демонстрирует: - знания теоретического материала; - неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; - неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы; - недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины; - умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.	Обучающийся демонстрирует: - знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - твердые знания теоретического материала. -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; - правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы; - умение решать практические задания, которые следует выполнить; - владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины; - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам. Возможны	Обучающийся демонстрирует: - глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; - полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий; - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории; - логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания, а также дополнительные вопросы экзаменатора; - умение решать практические задания; - свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной

		незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов, присутствует неуверенность в ответах.	литературы.
Оценка «неудовлетворительно» /не зачтено	**Оценка «удовлетворительно» / «зачтено»**	**Оценка «хорошо» / «зачтено»**	**Оценка «отлично» / «зачтено»**

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины ***а) основная литература***

1. Борисенко, В. Наноэлектроника. Учебник [Текст] / В. Борисенко, А. Воробьева, А. Данилюк, Е. Уткина. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2012. – 368 с.
2. Борисенко, В. Наноэлектроника: теория и практика : учеб. для студентов вузов [Текст] / В. Е. Борисенко и др. - М. : БИНОМ, Лаб. знаний, 2013. – 366 с.
3. Кузнецов Н.Т. Основы нанотехнологии : учебник [Текст] / Кузнецов Н. Т. и др. - М. : БИНОМ, Лаб. знаний, 2014. – 397 с.
4. Мусин, Ю. Р. Физика: колебания, оптика, квантовая физика : учебное пособие для СПО / Ю. Р. Мусин. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2017. – 329 с.
5. Полянчиков, Ю.Н. Нанотехнологии в машиностроении [Текст] / Ю.Н. Полянчиков и др. – М.: ТНТ, 2014. – 92 с.
6. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии. Учебное пособие [Текст] / В.В. Старостин. – М.: БИНОМ, 2016. – 431 с.

б) дополнительная литература

1. Андреев, В.В. Физические основы наноинженерии: учеб. пособие для студентов вузов [Текст] / В.В. Андреев, А. А. Столяров ; под ред. В. А. Шахнова. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011.
2. Бондарев, Б.В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 2: электромагнетизм, оптика, квантовая физика : учебник для бакалавров [Текст] / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. – 2-е изд. – М. : Юрайт, 2017. – 441 с.
3. Гинзбург И.Ф. Введение в физику твёрдого тела. Основы квантовой механики и статистической физики с отдельными задачами физики твёрдого тела [Текст] / И.Ф. Гинзбург. – СПб.: Лань, 2007. – 504 с.
4. Степанов, Н.Ф. Квантовая механика и квантовая химия в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для академического бакалавриата [Текст] / Н. Ф. Степанов. (МГУ им. М.В. Ломоносова). – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2017. – 233 с.
5. Степанов, Н.Ф. Квантовая механика и квантовая химия в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для академического бакалавриата [Текст] / Н.Ф. Степанов. (МГУ им. М.В. Ломоносова). – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2016. – 283 с.
6. Суздалев, И. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов [Текст] / Суздалев И.П. – (2-е изд.). – М.: Либроком, 2017. – 592 с.

Интернет-ресурсы

– eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – URL: http://www.elibrary.ru.

– База данных «ЭБС elibrary»: http://elibrary.ru

– Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: http://biblio-online.ru.

- Университетская библиотека online [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: http://www.biblioclub.ru.

– Справочная правовая система КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/.

– Информационно-правовой портал «Гарант». – URL: http://www.garant.ru/.

в) Интернет-ресурсы

1. http://log-in.ru/books/senchenkov-a-p-tekhnika-fizicheskogo-eksperimenta-1-senchenkov-a-p-tekhnicheskie/
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ) http://www.gpntb.ru/
3. Российская государственная библиотека (РГБ) http://www.rsl.ru/
4. http://umka.volsu.ru/newumka2
5. Библиотека по естественным наукам (БЕН) РАН http://www.benran.ru/

10.Материально-техническое оснащение дисциплины:

Ауд. 21 Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска

Ауд. 21 Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска

Ауд. 15 Лаборатории: Оборудование для проведения лабораторных работ по курсу «Техника физического эксперимента»

Ауд. 27 компьютерные классы: преподавательский стол, преподавательский стул, столы обучающихся, стулья, классная доска, мультимедийный комплекс (проектор, экран), колонки, ПК преподавателя, ПК обучающихся, программное обеспечение: Adobe flash player 31; Adobe reader 10; Java 6.0; K-Lite Codec Pack; Win rar; Microsoft Office 10; Microsoft Visio 10; Kaspersky Endpoint Security для бизнеса; Консультант плюс

Библиотека, в том числе читальный зал: столы , стулья, ПК обучающихся, программное обеспечение: Adobe flash player 31; Adobe reader 10; Java 6.0; K-Lite Codec Pack; Win rar; Microsoft Office 10; Microsoft Visio 10; Microsoft Visual studio; Kaspersky Endpoint Security

Состав лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование	№ договора (лицензия)
1.	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.
2.	Office Standard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от

		04.2016 г.
3.	Антивирусное программное обеспечение KasperksyTotalSecurity	№17E0-180222-130819-587-185 от 26.02. 2018 до 14.03.2019 г, продлена до 2021 г.
4.	Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»	Разработка СОГУ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611829 от 06.02.2015 г. (бессрочно)
5.	CiscoWebex- Система проведения вебинаров.	ООО Айстекдоговор № Д83-2020 от 10.08.2020-10.08.2021 г.

11. Лист обновления/ актуализации

Программа актуализирована: пересмотрена, дополнена.

Внесенные изменения и дополнения утверждены на заседании кафедры физики конденсированного состояния

Протокол заседания кафедры от 30.06 2020 г. № 9.