*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. Дзгурова
«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Нанотехнологии и наноматериалы»**

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: Малиев И.Н., 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 3 зачетные единицы (108 часа).
Форма промежуточной аттестации – зачет

| | Очная форма обучения |
|---|---|
| Курс | 4 |
| Семестр | 2 |
| Лекции | 24 |
| Практические занятия | 24 |
| Лабораторные занятия | - |
| Консультации | - |
| Итого аудиторных занятий | 48 |
| Самостоятельная работа | 60 |
| Курсовая работа | - |
| Экзамен | - |
| Общее количество часов | 108 |

**2. Цели освоения дисциплины**

Цель дисциплины: формирование у студентов представлений о новейших достижениях в области создания, исследования и использования наноматериалов, разработки и использовании нанотехнологий.

Целью освоения дисциплины «Нанотехнологии» является формирование комплекса базовых знаний и умений, позволяющих ориентироваться в терминологии и направлениях нанотехнологии как совокупности технологических методов, применяемых для изучения, проектирования и производства материалов, устройств и систем, включая целенаправленный контроль и управление строением, химическим составом и взаимодействием составляющих их отдельных элементов нанодиапазона. Дисциплина «Нанотехнологии» является теоретико-практической дисциплиной, базу для которой составляют математика, квантовая механика, физика конденсированного состояния, физическая химия.

Задачи дисциплины:

- Изучить теоретические основы технологий получения наноматериалов и нанопокрытий, методов их исследования и областей применения;
- Сформировать практические навыки получения наноматериалов и нанопокрытий и методов их исследования;
- Сформировать навыки формирования новых свойств материалов в наноструктурном состоянии и использования наноматериалов в качестве объемных модификаторов и покрытий

Основное содержание дисциплины

1. Научно-технологические основы нанотехнологий.
2. Методы получения и исследования наноматериалов.

**.3. Место дисциплины в структуре ОПОП: Базовая часть. Предмет по выбору Б1.В.ДВ.06.01**

Данная учебная дисциплина включена в раздел Б1.В.ДВ.06.01 Общепрофессиональный" основной образовательной программы 03.03.02 Физика. Осваивается на 4 курсе, 1 семестр.

Дисциплина относится к вариативной части Профессионального цикла учебного плана. Изучение дисциплины должно быть связано с такими дисциплинами, как

«Физика», «Химия», «Математика». Знания, полученные в ходе изучения дисциплины «Нанотехнологии», должны служить основой для изучения таких дисциплин специализации, как «Микроэлектроника», «Фотоника», «Физика конденсированного состояния»

## 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-4) | - способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин |
| (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-4) | историю, методологию и современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и наномасштаба на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой. | использовать на практике современные представления о влиянии микрон нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями | навыками комплексного подхода к исследованию и использованию наноматериалов с применением нанотехнологий их обработки и модификации. |
| (ПК-5) | -мировой практический опыт реализации нанотехнологии;<br>-экологические и токсикологические аспекты реализации | анализировать достижения и тенденции развития нанотехнологии производства современных наноматериалов; | навыками работы в области технологий получения наноматериалов в практической<br><br>профессиональной |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | нанотехнологии;<br>-о положительных результатах конкретной реализации нанотехнологии - основные этапах решения задачи реализации конкретного направления нанотехнологии в материаловедении. | -уметь проводить связь между структурой, составом и свойствами наноматериалов, пользоваться справочным материалом по их строению и свойствам. | деятельности;<br><br>-навыками подготовки технологической документации;<br><br>-навыками организации исследовательских и технологических работ, в управлении<br><br>коллективом; |

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 | пр | Содержание | Часы | | |
| **1-2** | **Введение** История значимых событий в развитии нанотехнологий.<br>Положение нанообъектов на шкале размеров.<br>Ричард Фейнман – пророк нанотехнологической революции. | 4 | | Ричард Фейнман – пророк нанотехнологической революции. | 8 | Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект. | [1], [2], [3], [4], [5], [6] |
| **3-4** | **Нанотехнологии вокруг нас**<br>Нанокомпьютеры и нанороботы. Космический лифт. Нанопорошки и нанопокрытия. Литография. Рисунки в нанотехнологиях.<br>Междисциплинарные аспекты нанотехнологий. | 4 | | Нанопорошки и нанопокрытия. Литография. Рисунки в нанотехнологиях. Что такое туннельный микроскоп.<br>Космический лифт.<br>Нанотехнологии в быту и в военном деле. | 14 | Устный опрос, доклад, конспект, | [1], [2], [3], [4], [5], [6] |
| **5-6** | **Наночастицы и наноструктуры**<br>Классификация наноструктур. Наночастицы и нанокластеры. Роль поверхностных атомов. Магические числа. Углеродные наноструктуры. Углеродные нанотрубки-материал будущего. Нанокомпозиты, нанопористые и нанофазные материалы. | 5 | 8 | Фуллерены – наношарики из углерода. Фуллерен С60.<br>Нанопроволоки. Композиты. | 10 | Устный опрос, доклад, конспект, коллоквиум | [1], [2], [3], [4], [5], [6] |
| **7-8** | **Методы получения и исследования наноструктур**<br>Общие характеристики физических методов. Пути создания нанообъектов: технологии «сверху - вниз» и «снизу-вверх». Самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях. Электронная микроскопия. Прозондируем наномир. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. | 4 | 4 | Технологии «сверху - вниз» и «снизу-вверх».<br>Сканирующий электронный микроскоп<br>Растровая электронная микроскопия | 8 | Устный опрос, конспект, доклад, | [1], [2], [3], [4], [5], [6] |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **9-10** | **Квантовая физика и наноструктуры.** Электромагнитные волны. Квантовые свойства излучения фотоны. Гипотеза де Бройля. Соотношения неопределённостей. Квантовые представления об атоме. Кристаллы и энергетические зоны. Потенциальные яма и барьер. Туннельный эффект. | 5 | 4 | Электромагнитные волны. Квантовые свойства излучения и волновые свойства частиц. Гипотеза де Бройля. | 8 | Устный опрос, конспект, доклад, коллоквиум | [1], [2], [3], [4], [5], [6] |
| **11-12** | **Уникальные свойства наноструктур.** Число «ближайших соседей» в наночастице. Механическая прочность нанотрубок. Температура плавления наночастиц. Электросопротивление наноструктур. Магнетизм наноструктур. Цвет наночастиц. Сверхнизкие температуры и нанообъекты | 5 | 4 | Изменение механических, тепловых, электро-магнитных и оптических характеристик в наномире. Применение высокого предела прочности наноструктур. Низкая температура плавления и высокая прочность, возни-кающие благодаря большой доле поверхностных атомов, изменению энергетического спектра их электронов. Магнетизм наноструктур. | 12 | Устный опрос, конспект, доклад, | [1], [2], [3], [4], [5], [6] |
| **13-14** | **Наноэлектроника** Наноэлектроника и тенденции ее развития. Одноэлектронное туннелирование. Резонансное туннелирование. Спинтроника. Сверхпроводниковая электроника. Нанокомпьютеры и квантовые компьютеры. Нанотехнологии в оптоэлектронике | 4 | 4 | Нанотехнологии в оптоэлектронике.Нанотрубки в электронике. | 10 | Устный опрос, конспект, доклад, | [1], [2], [3], [4], [5], [6] |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **15-16** | **Нанобиотехнологии**. Нанотехнологии в природе. Гекконы, мидии и суперклей. Биокомпьютеры. Нанобиореакторы. Нанокапсулы. Проблема безопасности наноматериалов и нанотехнологий | 4 | | «Эффект лотоса» и его применение в быту и технике. ановолокна. Применение нового материала «гекель» в разных областях человеческой деятельности. | | Устный опрос, конспект, доклад, презентация | [1], [2], [3], [4], [5], [6] |
| **17-18** | **Ближайшие перспективы нанотехнологий** | 1 | | | | Устный опрос, конспект, доклад, коллоквиум | [1], [2], [3], [4], [5], [6] |
| | **ИТОГО** | 24 | 24 | | 60 | | |

**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.

## 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.

**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. |
| **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.<br>При подготовке к занятию необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.<br>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.<br>Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы:<br>проводить поиск в различных системах, таких как общие поисковые системы: www.yandex.ru, www.google.ru, а также специальные поисковые системы:<br>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. |
| **Экзамен (устный)** | Оценка ответа на экзамене 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:<br>• Выполнение письменных домашних заданий по темам занятий и самостоятельной работы (конспектов) – **9 б**<br>• Подготовка и ответы на практических занятиях (коллоквиумы) – **1 б● 8 =8 б**<br>• 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:<br>• Выполнение письменных домашних заданий по темам занятий и самостоятельной работы (конспектов) – **9 б**<br>• Подготовка и ответы на практических занятиях (коллоквиумы) – **1 б● 8 =8 б**<br>• 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**

### 1) Типовые задания для практических (семинарских) занятий

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.
9. Наноразмерные порошки оксида кремния. Разновидности, способы синтеза и модификации.
10. Наноразмерные порошки оксида алюминия. Разновидности, способы изготовления наноматериалов» синтеза и модификации.
11. Полимеры. Основные понятия (полимер, мономер, гомополимер, сополимер).
12. УФ- видимая спектроскопия. Аналитический сигнал. Электронные спектры наночастиц.
13. Получение наноразмерных частиц термическим разложением с газообразными и конденсированными прекурсорами.
14. Полупроводниковые наноструктуры (квантовые ямы, проволоки, точки; структуры с туннельно-прозрачными барьерами; фотонные кристаллы и т. д.)
15. Состояние мировых исследований в области изготовления наноматериалов
16. Современные достижения в области объемных наноматериалов, нанотрубок и нановолокон
17. Методы зондовой нанотехнологии
18. Технологическое оборудование для исследования поверхности твердых тел и создания наноструктур
19. Физические основы лазерной сканирующий микроскопии и примеры применения в нанотехнологии

| Великие и решающие эксперименты в физике.**Оценка** | **Критерий оценки устного и письменного ответа на практическом занятии** |
|---|---|
| 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 самостоятельной работы (для формирования компетенций ПК-4, ПК-5 )**

Тема 1. Наночастицы.
Тема 2. Пористые материалы.
Тема 3. Фуллерены и нанотрубки.
Тема 4. Неорганические волокна.
Тема 5. Пленки и покрытия.
Тема 6. Нанокерамика.
Тема 7. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ).
Тема 8. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ).
Тема 9. Растровая электронная микроскопия (РЭМ).
Тема 10. Аналитическая электронная микроскопия (АЭМ).
Тема 11. Конфокальная лазерная сканирующая микроскапия (КЛСМ).
Тема 12. Нанометрология.
Тема 13. Организация исследований безопасности наноматериалов.

**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-4, ПК-5):**
**Вопросы к 1-2 рубежной контрольной работе**

1. Углеродные нанотрубки: методы получения и применение в медицине.
2. Применение фуллеренов для адресной доставки лекарств.
3. Разработка биосовместимых наноматериалов и покрытий, содержащих наночастицы.
4. Отходы нанотехнологий: образование и технологии утилизации.

5. Методы измерения дисперсности наноматериалов.
6. Применение наноматериалов для диагностики заболеваний.
7. Источники выделения наночастиц: применение наночастиц в строительстве.
8. Источники выделения наночастиц: применение квантовых точек для нанодиагностики.
9. Источники выделения наночастиц: применение квантовых точек для терапии.
10. Источники выделения наночастиц: получение ультратвердых фуллеритов.
11. Источники выделения наночастиц: изготовление углеродных наномембран.
12. Источники выделения наночастиц: адресная доставка лекарства.
13. Источники выделения наночастиц: разработка био-нанокомпозитов.
14. Источники выделения наночастиц: извлечение примесей из воды.
15. Влияние структуры углеродных нанотрубок на их токсичность.
16. Влияние состава на экотоксичность наночастиц металлов и оксидов металлов.
17. Влияние формы наночастиц на их токсичность in vitro.
18. Влияние размера наночастиц на экотоксичность (бактерии, гидробионты, растения).
19. Влияние стабилизатора на экотоксичность наночастиц.
20. Влияние концентрации наночастиц на токсичность по отношению к гидробионтам.
21. Влияние примесей на экотоксичность углеродных нанотрубок.
22. Влияние способа введения наночастиц в организм на их токсичность.
23. Что представляют собой нанотехнологии?
24. Что включает в себя понятие наномасштаб?
25. Дайте характеристику наночастицам – слоистым двойным гидроксидам.
26. Дайте характеристику наночастицам – квантовым точкам.
27. Дайте характеристику наночастицам – фотонным кристаллам
28. Дайте характеристику аэрогелям и мезопористым материалам.
29. Что представляют собой фуллерены?
30. Что представляют собой нанотрубки?
31. Дайте характеристику неограническим волокнам – вискерам.
32. Дайте характеристику неограническим волокнам – гибким электродам.
33. Дайте характеристику неограническим волокнам – базальтовым волокнам.
34. Дайте характеристику пленкам – асимметрической мембране.
35. Дайте характеристику пленкам – электролюминесцентным пленкам.
36. Дайте характеристику алмазоподобному углеродному покрытию.
37. Что представляют собой манганиты?
38. Что представляют собой ферриты?

39. Что представляют собой гидроксилапатиты?

40. Опишите принцип работы сканирующего зондового микроскопа. Приведите пример применения СЗМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов.

41. Опишите принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Приведите пример применения ПЭМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов

42. Опишите принцип работы растрового электронного микроскопа. Приведите пример применения РЭМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов

43. Опишите принцип работы аналитического электронного микроскопа. Приведите пример применения АЭМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов.

44. Опишите принцип работы конфокального лазерного сканирующего микроскопа. КЛСМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов

45. Поясните основные вопросы нанометрологии: нестабильность, точность и неопределенность наноизмерений

46. Как выполняется поверка и калибровка оборудования в сфере нанометрологии.

47. Расскажите алгоритм определения уровня потенциальной опасности наноматериалов для здоровья человека.

48. Дайте характеристику методам изучения основных физических, химических и молекулярно биологических свойств наноматериалов.

49. Как проводится оценка безопасности наноматериалов в эксперименте на лабораторных животных.

**5) Примеры тестовых заданий по дисциплине не предусмотрено ПК-4, ПК-5):**

**Методика 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.

[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)

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

- 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-1, ПК-3):**

1. Что представляют собой нанотехнологии?
2. Что включает в себя понятие наномасшта?
3. Дайте характеристику наночастицам – слоистым двойным гидроксидам.
4. Дайте характеристику наночастицам – квантовым точкам.
5. Дайте характеристику наночастицам – фотонным кристаллам
6. Дайте характеристику аэрогелям и мезопористым материалам.
7. Что представляют собой фуллерены?
8. Что представляют собой нанотрубки?
9. Дайте характеристику неограническим волокнам – вискерам.
10. Дайте характеристику неограническим волокнам – гибким электродам.
11. Дайте характеристику неограническим волокнам – базальтовым волокнам.
12. Дайте характеристику пленкам – асимметрической мембране.

13. Дайте характеристику пленкам – электролюминесцентным пленкам.

14. Дайте характеристику алмазоподобному углеродному покрытию.

15. Что представляют собой манганиты?

16. Что представляют собой ферриты?

17. Что представляют собой гидроксилапатиты?

18. Опишите принцип работы сканирующего зондового микроскопа. Приведите пример применения СЗМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов.

19. Опишите принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Приведите пример применения ПЭМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов

20. Опишите принцип работы растрового электронного микроскопа. Приведите пример применения РЭМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов

21. Опишите принцип работы аналитического электронного микроскопа. Приведите пример применения АЭМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов.

22. Опишите принцип работы конфокального лазерного сканирующего микроскопа. КЛСМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов

23. Поясните основные вопросы нанометрологии: нестабильность, точность и неопределенность наноизмерений

24. Как выполняется поверка и калибровка оборудования в сфере нанометрологии.

25. Расскажите алгоритм определения уровня потенциальной опасности наноматериалов для здоровья человека.

26. Дайте характеристику методам изучения основных физических, химических и молекулярно биологических свойств наноматериалов.

27. Как проводится оценка безопасности наноматериалов в эксперименте на лабораторных животных

**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 сформированы.*<br><br>Знания отсутствуют, умения и навыки не | *Компетенции сформированы.*<br><br>Сформированы базовые структуры | *Компетенции сформированы.*<br><br>Знания обширные, системные. | *Компетенции сформированы.*<br><br>Знания твердые, аргументированные, |

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | вопросов, присутствует неуверенность в ответах. | |
| **Оценка «неудовлетворительно» /не зачтено** | **Оценка «удовлетворительно» / «зачтено»** | **Оценка «хорошо» / «зачтено»** | **Оценка «отлично» / «зачтено»** |

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

**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/.

## 10.Материально-техническое оснащение дисциплины:

**Ауд. 32 Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа**: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска, Флип-чарт ,Компьютер, Интерактивная доска Сетевое подключение
Windows 7 Professional OfficeStandart 2013
Антивирусное обеспечение KasperskyTotalSecurity

**Ауд. 32 Учебные аудитории для проведения практических 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. 27 Лаборатории: 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

**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

### 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.