

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ФИЗИКА

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

Декан физико-математического факультета

_____/ Нальгиева М. А.
от « 27 » 04 2026 г.

_____/ Мальсагов М.Х.
от « 28 » 04 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.02 Введение в наносистемы
(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки – **03.03.02 Физика**
(код, наименование)

Направленность: **Физика**

Квалификация выпускника – **Бакалавр**

Форма обучения **Очная**

г. Магас, 2026 г

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является приобретение базовых знаний и умений в области физики наносистем в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом и формирование у студентов способности к логическому мышлению, анализу и восприятию информации посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачи:

- обучение базовым физическим принципам построения и функционирования наносистем;
- обучение разработке, созданию и применению специальных материалов, устройств и систем, используемых в нанoeлектронике и нанотехнологиях;
- развитие умений применения на практике методологии научных исследований, организации и проведения научно-исследовательской работы;
- развитие навыка самостоятельной учебной деятельности.

№ п/п	Код профессионального стандарта	Наименование области профессиональной деятельности. Наименование профессионального стандарта
01 Образование и наука		
1.	01.001	Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н(зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 6 декабря 2013 г., регистрационный №30550), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 августа 2016г.№422н (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 23 августа2016г., регистрационный № 43326)
2.	01.003	Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018г. № 298н (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 28 августа 2018г., регистрационный № 52016

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций:

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	А/01.6	6
				Воспитательная деятельность	А/02.6	6
				Развивающая деятельность	А/03.6	6

	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	В/03.6	6
--	---	--	---	--	--------	---

Перечень задач профессиональной деятельности выпускников:

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
01 Образование	Педагогический	Разработка и реализация образовательных программ СПО и программ ДО	Образовательные программы и образовательный процесс в системе СПО и ДО
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии	Научно-исследовательский	Исследование, разработка, внедрение и сопровождение информационных технологий и систем	Информационные процессы, технологии, системы и сети, их инструментальное (программное, техническое, организационное) обеспечение, способы и методы проектирования, отладки, производства и эксплуатации информационных технологий и систем в различных областях и сферах цифровой экономики

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Введение в наносистемы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, к дисциплинам по выбору (Б1.В.ДВ.01.02).

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре.

Для освоения дисциплины «Введение в наносистемы» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения предметов «Механика», «Электричество и магнетизм» на первом курсе, а также студентами в ходе изучения дисциплин: «Элементарная математика», «Высшая математика». Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения таких дисциплин, как «Оптика» «Электродинамика», «Термодинамика», «Физика полупроводников»

3. Результаты освоения дисциплины (модуля) «Введение в наносистемы»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)
ПК-4	Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ПК-4.1. Знает основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности. ПК-4.2 Умеет выбирать наиболее эффективные методы для проведения научных исследований. ПК-4.3 Владеет навыками работы с современным приборным оборудованием, методами обработки и анализа полученных результатов научных исследований в сфере профессиональной деятельности
ПК-5.	Способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований.	ПК-5.1. Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач. ПК-5.2. Анализирует научные данные, результаты экспериментов и наблюдений в соответствующей области знаний.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость	144
Аудиторные занятия	90
Лекции	46
Практические занятия	44
Самостоятельная работа	27
Итоговая форма контроля - экзамен	27
Зачетные единицы	4

4.2. Содержание дисциплины

№	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр	Кол-во часов
---	-----------------------------	-------------	---------	--------------

1	Введение. Что такое nanoиндустрия	Лекции	4	2
2	Методы получения наночастиц и наноструктур	Практические	4	10
3	Основные методы исследования наноструктур	Лекции	4	8
4	Свойства наночастиц	Практические	4	10
5	Углеродные наноструктуры	Лекции	4	10
6	Объемные наноструктурированные материалы	Практические	4	8
7	Электропроводность наноструктур	Лекции	4	6
8	Свойства квантовых ям, нитей и точек	Практические	4	10
9	Магнитные свойства наноструктур	Лекции	4	10
10	Наноструктурированные катализаторы	Практические	4	10
11	Биологические наноструктуры.	Лекции	4	10
12	Наномашины и наноприборы	Практические	4	10

Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Что такое nanoиндустрия.

1. История развития нанотехнологий.
2. Основные классы наноразмерных систем.
3. Основы физики и химии поверхности.
4. Размерные квантовые эффекты.
5. Методы синтеза наноструктурированных объектов ("сверху-вниз", "снизу-вверх").
6. Основные направления развития наноразмерных материалов и функциональных устройств.

Тема 2. Методы получения наночастиц и наноструктур

1. Химические и электрохимические методы.
2. Фотолитография. Рентгеновская, электронная и ионная литография. Нанопечать. Лазерные методы. Сканирующая зондовая литография.
3. Нано- и молекулярное конструирование.
4. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
5. Наноструктурирование сфокусированным ионным пучком.
6. Сравнение нанолитографических методов.

Тема 3. Основные методы исследования наноструктур.

1. Дифракция медленных электронов.
2. Сканирующая просвечивающая и растровая электронная микроскопия.
3. Ионная микроскопия.
4. Сканирующая зондовая микроскопия.
5. Оже спектроскопия и микроскопия.
6. Сканирующая конфокальная оптическая спектромикроскопия.
7. Локально-усиленная рамановская и инфракрасная спектромикроскопия.

Тема 4. Свойства наночастиц

1. Металлические нанокластеры.
2. Полупроводниковые наночастицы.
3. Магнитные наночастицы.
4. Зависимость свойств наночастиц от их размеров.
5. Плазмонные наночастицы и наноструктуры.

6. Электрические, магнитные, тепловые и оптические свойства наноструктурированных объектов.

7. Диэлектрическая и магнитная восприимчивость.

Тема 5. Углеродные наноструктуры

1. Углеродные кластеры и фллоторпы (сажа, аморфный углерод, стеклоуглерод, фуллерены, одностенные и многостенные углеродные нанотрубки, графены и др.).

2. Основные физико-химические свойства углеродных наноаллотропов.

3. Применение углеродных наноструктур в материаловедении, телекоммуникациях, биологии и медицине.

Тема 6. Объемные наноструктурированные материалы

1. Методы синтеза и свойства нанокристаллических порошков.

2. Наноструктурированные многослойные материалы.

3. Пористые наноструктуры. Цеолиты.

4. Наноструктурированные кристаллы.

5. Модельные представления о механизмах порообразования.

6. Оптические свойства пористого кремния.

7. Фотонные кристаллы и метаматериалы.

Тема 7. Электропроводность наноструктур

1. Наноконтакты. Основные методы синтеза.

2. Баллистический и диффузный транспорт электронов через наноконтакт.

3. Квантование проводимости.

4. Электрические свойства одностенных и многостенных углеродных нанотрубок.

5. Локализованные и делокализованные плазмонные резонансы. Плазмонные волноводы.

Тема 8. Свойства квантовых ям, нитей и точек

1. Основные типы идеальных твердотельных наноструктур.

2. Приготовление квантовых наноструктур.

2. Размерное квантование и квантово-размерные наноструктуры.

3. Свойства, зависящие от плотности состояний.

4. Баллистическая проводимость квантовых нитей.

5. Оптические свойства наноструктур.

6. Гетероструктуры.

Тема 9. Магнитные свойства наноструктур

1. Размерные свойства в магнитных наноструктурах.

2. Магнитная силовая микроскопия.

3. Ферромагнетизм в наноструктурах.

4. Гигантское магнитосопротивление.

5. Что такое спинтроника и наноэлектроника. Спиновый клапан.

6. Термоассистируемая магнитная запись.

7. Магнито-резистивные наноструктуры.

Тема 10. Наноструктурированные катализаторы

1. Каталитические процессы на поверхности твердых тел.

2. Электронная структура поверхности и адсорбция. Физическая и химическая адсорбция.

3. Стадии гетерогенного катализа.

4. Зависимость каталитического эффекта от размеров наночастиц.

5. Каталическое окисление.

6. Коллоиды.

7. Примеры использования наночастиц для катализа.

Тема 11. Биологические наноструктуры.

1. Основные биологические строительные наноблоки.

2. Биологические нанопроволоки и наночастицы. ДНК и РНК.

3. Мицеллы и везикулы.

4. Субволновая визуализация и наноразмерный анализ биологических наноструктур. Гигантское комбинационное рассеяние света. Наноразмерная инфракрасная спектроскопия.

Тема 12. Наномашины и наноприборы

1. Микроэлектромеханические системы.
2. Нанозлектромеханические системы.
3. Молекулярные и супрамолекулярные триггеры.
4. Электронный нанопереклюатель.
5. Вращающееся молекулярное колесо.
6. Медицинские нанороботы для целевой доставки лекарств и лечения клеток. Нанотерапия.
7. Биологические гетероструктуры.

5. Образовательные технологии

№ п.п.	Тема программы дисциплины	Применяемые технологии
1	Введение. Что такое наноиндустрия.	классическое традиционное; лекционное обучение
2	Методы получения наночастиц и наноструктур	классическое традиционное; лекционное обучение, наглядные, программированные
3	Основные методы исследования наноструктур	классическое традиционное; лекционное обучение, вербальные (аудио)
4	Свойства наночастиц	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа
5	Углеродные наноструктуры	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа
6	Объемные наноструктурированные материалы	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа
7	Электропроводность наноструктур	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа
8	Свойства квантовых ям, нитей и точек	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа
9	Магнитные свойства наноструктур	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа
10	Наноструктурированные катализаторы	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа
11	Биологические наноструктуры	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа
12	Наномашины и наноприборы	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

6.1. План самостоятельной работы студентов

Для получения глубоких и прочных знаний, твёрдых навыков и умений, необходима систематическая самостоятельная работа студента.

В рабочей программе предусмотрена самостоятельная работа для проработки лекционного (теоретического) материала при подготовке к контрольным мероприятиям (в частности к тестированию)

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Целью самостоятельной работы является самостоятельное приобретение новых знаний и выработка способности к постоянному самообучению и самосовершенствованию в профессиональной и социально-общественных сферах деятельности.

Самостоятельная учебная работа представлена такими формами учебного процесса, как лекция, семинар, практические занятия, экскурсии, подготовка к ним. Студент должен уметь вести краткие записи лекций, составлять конспекты, планы и тезисы выступлений, подбирать литературу и т.д.

Научная самостоятельная работа студента заключается в его участии в работе кружков на кафедрах, в научных конференциях разного уровня, а также в написании контрольных, курсовых и выпускных квалификационных (дипломных работ) работ.

Самостоятельная работа студентов включает следующие компоненты:

№№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма контроля
1	Проработка лекционного материала	8	Экзамен
2	Подготовка к практическим занятиям	7	Работа у доски; контрольные, самостоятельные работы.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Контрольные вопросы и задания

Основной целью при изучении дисциплины является стремление показать области применения и формирование у будущих специалистов теоретических знаний и практических навыков по использованию законов кристаллографии для широкого спектра задач в различных областях.

Для эффективного изучения теоретической части дисциплины Кристаллографии необходимо:

- построить работу по освоению дисциплины в порядке, отвечающим изучению основных этапов, согласно приведенным темам лекционного материала;

- систематически проверять свои знания по контрольным вопросам и заданиям;

- усвоить содержание ключевых понятий;

- плотно работать с основной и дополнительной литературой по соответствующим темам.

Для эффективного изучения практической части дисциплины рекомендуется:

- систематически выполнять подготовку к практическим занятиям по предложенным преподавателем темам и методическим указаниям;

- своевременно выполнять практические задания.

- своевременно и систематически защищать результаты своих исследований.

В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания (Case-study - анализ конкретных ситуаций, ситуационный анализ), выполнение которых контролируется и обсуждается (групповое обсуждение) на практических занятиях или перед выполнением лабораторных работ (сократический диалог - подразумевающий постановку особых вопросов в процессе беседы, которые способствуют работе мышления, концентрации внимания, адекватной оценке текущей дискуссии и своей в ней роли);

- промежуточные задания, во время практических занятий(в форме дискуссий, дебатов)для выявления знаний по основным элементам новых разделов теории;- обсуждают задания практических работ методом "Займи позицию", помогающем выяснить, какой спектр мнений может существовать по обсуждаемому вопросу и предоставляет возможность высказаться каждому, продемонстрировать различные мнения, а затем обосновать свою позицию, найти и выразить самые убедительные аргументы, сравнить их с аргументами других.

7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины

7.1. Учебная литература:

Основная литература:

1. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии: учебное пособие / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 416 с. - ISBN 978-5-9221-0582-8. Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2173> (дата обращения: 03.08.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Афонский, А. А. Электронные измерения в нанотехнологиях и микроэлектронике: монография / А. А. Афонский, В. П. Дьяконов. - Москва: ДМК Пресс, 2011. - 688 с. - ISBN 978-5-94074-626-3. Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/900> (дата обращения: 03.08.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Рамбиди, Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий: учебное пособие / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 456 с. - ISBN 978-5-9221-0988-8. Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2291> (дата обращения: 03.08.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Основы нанотехнологии: учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин. - 2-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 400 с. - ISBN 978-5-00101-476-8. Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94129> (дата обращения: 03.08.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Хартманн, У. Очарование нанотехнологии: учебное пособие / У. Хартманн; под редакцией Л. Н. Патрикеева; перевод с немецкого Т. Н. Захаровой. - 4-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 176 с. - ISBN 978-5-00101-477-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94133> (дата обращения: 03.08.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы: монография / А. В. Афанасьев, В. П. Афанасьев, Г. Ф. Глинский, С. И. Голудина; под редакцией В. В. Лучинина, Ю. М. Таирова. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 552 с. - ISBN 5-9221-0719-4. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59436> (дата обращения: 03.08.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2. Интернет-ресурсы

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты	http://www.edu.ru

ЕГЭ, ГИА	
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнгГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

7.3. Программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10
2. Microsoft Windows server 2003, 2008, 2012, 2016
3. Microsoft Office 2007, 2010, 2016
4. Антивирусное ПО Kaspersky endpoint security
5. Справочно-правовая система «Гарант»
6. Операционная система Microsoft Windows XP Professional.
7. Пакет прикладных программ Microsoft Office 2003 Professional.
8. Программный продукт «Антивирус Касперского».
9. Программный продукт FineReader 7.0 Professional Edition.
10. Программный продукт MATLAB 6.

7.4. Материально-техническое обеспечение

Аудитория № 303. 386132, Республика Ингушетия, г.о. город Назрань, г.Назрань, тер. Гамурзиевский административный округ, ул. Магистральная, д. 39«а» Ауд. №303. Площадь 71.6 м ²	Специализированная учебная мебель для обучающихся и преподавателя; технические средства обучения (компьютерная техника, доска, мультимедийное оборудование: интерактивная доска, проектор); доступ к информационно-телекоммуникационной сети Интернет; учебно-методические материалы.
Для практических занятий. Аудитория № 115 386132, Республика Ингушетия, г.о. город Назрань, г.Назрань, тер. Гамурзиевский административный округ, ул. Магистральная, д. 39«а» Ауд. №115 Площадь 35,9м ²	Специализированная учебная мебель для обучающихся и преподавателя; технические средства обучения (ноутбук, доска); обеспечен доступ к информационно-телекоммуникационной сети Интернет; учебно-методические материалы.
Для самостоятельной работы обучающихся. Аудитория № 116 386132, Республика Ингушетия, г.о. город Назрань, г.Назрань, тер. Гамурзиевский административный округ, ул. Магистральная, д. 39«а» Ауд. №116. Площадь 36, 2м ²	Рабочие места для обучающихся, технические средства обучения (ноутбук, доска), доступ к сети Интернет, учебно-методические материалы, электронные образовательные ресурсы.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Введение в наносистемы»

Фонд оценочных средств по дисциплине «Введение в наносистемы» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать освоение обучающимися профессиональных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, предусмотренных Федеральным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.03.02_ Физика (квалификация «Бакалавр») и рабочей программой дисциплины «Введение в наносистемы».

Назначение фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Введение в наносистемы» на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей основной профессиональной образовательной программы (ОПОП). ФОС является составной частью рабочей программы дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Введение в наносистемы» включает в себя: перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП; описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания; типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП; методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- объективности: разные студенты должны иметь равные возможности добиться успеха.

Основными параметрами и свойствами ФОС являются:

- предметная направленность (соответствие предмету изучения конкретной учебной дисциплины);
- содержание (состав и взаимосвязь структурных единиц, образующих содержание теоретической и практической составляющих учебной дисциплины);
- объем (количественный состав оценочных средств, входящих в ФОС);
- качество оценочных средств и ФОС в целом, обеспечивающее получение объективных и достоверных результатов при проведении контроля с различными целями.

I. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1 Перечень формируемых компетенций

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
УК-2.	Способен определять круг задач в рамках	УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи	Знать: Анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие

	поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	между ними; УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта; УК-2.3. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм; УК-2.4. Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректирует способы решения задач; УК-2.5. Представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования.	Уметь: Осуществлять поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов Владеть: При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения
ПК-3	Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	ПК-3.1. Способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научно-технической литературы и информационных материалов по тематике исследования. ПК-3.2. Способен подготовить исходные данные для математического описания физики процесса в заданной физической системе с учетом ее назначения и элементной (электронной, оптической) базы. ПК-3.3. Способен адекватно применить математический инструментарий при формулировке моделирующих физических процесс уравнений.	Владеть: информационной компетентностью (самостоятельно работать с различными информационными источниками), классифицировать, анализировать, синтезировать и оценивать значимость информации; технологиями проектирования и организации образовательной среды; технологией решения физических задач и анализа ситуаций; Уметь: осуществлять теоретическое моделирование физических процессов и явлений; выявлять и анализировать качественные и количественные

			характеристики физических объектов; Знать: сущность и значение изучаемой дисциплины; объект, предмет, основные функции, методы, категории; современные теории воспитания и обучения; сущность модернизации российской системы образования.
--	--	--	---

Традиционная система контроля.

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в устной и письменной форме в виде контрольных и лабораторных работ, устных опросов и проектов.

Промежуточный контроль проводится в виде контрольных работ и тестов. Объектом контроля являются умения во всех видах деятельности, ограниченные тематикой и проблематикой изучаемых разделов курса. Учебно-методические материалы для проведения промежуточного контроля (контрольных работ) каждый учебный год разрабатываются заново. Варианты контрольных работ прошлых лет доступны в электронной форме.

Итоговый контроль проводится в виде экзамена за весь курс обучения. Объектом контроля является достижение заданного Программой уровня владения компетенцией (Основного/Повышенного).

Экзамен в конце семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решать практические задачи по всему пройденному материалу.

2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Оценивание выполнения практических заданий

Уровень освоения	Показатели	Критерии
Отлично (повышенный уровень)	1. Полнота выполнения практического задания; 2. Своевременность выполнения задания; 3. Последовательность и рациональность выполнения задания; 4. Самостоятельность решения.	Студентом контрольная работа решена самостоятельно. Составлен правильный алгоритм решения заданий. Рассуждения логичны, в выборе формул и решении нет ошибок, получены верные ответы, задания решены рациональным способом. Выполнено 76–100 % (по баллам) контрольной работы
Хорошо (базовый уровень)		Студентом контрольная работа выполнена с подсказкой преподавателя. Составлен правильный алгоритм решения заданий. Рассуждения логичны и в решениях нет существенных ошибок. Правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задания решены нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ. Выполнено 50–75 % (по баллам) контрольной

		работы
Удовлетворительно (пороговый уровень)		Студентом контрольная работа решена с подсказками преподавателя. При этом задание понято правильно. В логических рассуждениях нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах. Задания решено не полностью или в общем виде. Выполнено 25–49 % (по баллам) контрольной работы
Неудовлетворительно (уровень не сформирован)		Студентом задания не решено

Оценивание выполнения лабораторных работ

Уровень освоения	Показатели	Критерии
Отлично (повышенный уровень)	1. Полнота выполнения лабораторной работы; 2. Своевременность выполнения лабораторной работы; 3. Последовательность и рациональность выполнения отчета по лабораторной работе; 4. Самостоятельность выполнения лабораторных работ.	Студентом лабораторная работа выполнена самостоятельно. Составлен правильный алгоритм выполнения лабораторной работы и отчета по ней, в выводе приведены правильные логические рассуждения. В выборе формул для обработки результатов и графической интерпретации этих результатов нет ошибок, получены верные значения исследуемых и рассчитываемых параметров, лабораторная работа выполнена рациональным способом. Даны правильные и полные ответы на контрольные вопросы.
Хорошо (базовый уровень)		Составлен правильный алгоритм выполнения лабораторной работы и отчета по ней, в выводе приведены в основном правильные логические рассуждения. В выборе формул, для обработки результатов, и графической интерпретации этих результатов нет существенных ошибок. Получены, верные значения исследуемых и рассчитываемых параметров, но лабораторная работа выполнена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок. Даны правильные, но не полные ответы на контрольные вопросы.
Удовлетворительно (пороговый уровень)		Студентом лабораторная работа выполнена с подсказками

		преподавателя. При этом задание по лабораторной работе понято правильно. В логических рассуждениях, отчета по лабораторной работе нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул, для обработки результатов, и графической интерпретации этих результатов; обработка результатов выполнена не полностью или в общем виде. Даны в основном правильные, не полные ответы на контрольные вопросы.
Неудовлетворительно (уровень не сформирован)		Студентом лабораторная работа не выполнена и /или не проведена обработка и интерпретация результатов эксперимента. Нет ответов на контрольные вопросы.

Оценивание выполнения тестов

Уровень освоения	Показатели	Критерии
Отлично (повышенный уровень)	1. Полнота выполнения тестовых заданий; 2. Своевременность выполнения; 3. Правильность ответов на вопросы;	выполнено 90–100% заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос
Хорошо (базовый уровень)	4. Самостоятельность тестирования.	выполнено 65–89% заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос; однако были допущены неточности в определении понятий, терминов и др.
Удовлетворительно (пороговый уровень)		выполнено 31–64% заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан неполный ответ на поставленный вопрос, в ответе не присутствуют доказательные примеры, текст со стилистическими и орфографическими ошибками.
Неудовлетворительно (уровень не сформирован)		выполнено 0–30% заданий предложенного теста, на поставленные вопросы ответ отсутствует или неполный, допущены существенные ошибки в теоретическом материале (терминах, понятиях).

Оценивание ответа на экзамене

Уровень освоения	Показатели	Критерии
Отлично	1. Полнота изложения	Студентом дан полный, в

(повышенный уровень)	теоретического материала; 2. Полнота и правильность решения практического задания; 3. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий); 4. Самостоятельность ответа; 5. Культура речи.	логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, ответил на дополнительные вопросы без ошибок
Хорошо (базовый уровень)		Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Ответил на все дополнительные вопросы с небольшими неточностями
Удовлетворительно (пороговый уровень)		Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа на

		дополнительные вопросы.
Неудовлетворительно (уровень не сформирован)		Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Нет ответов на дополнительные вопросы, т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Контрольные вопросы и задания

1. История развития нанотехнологий.
2. Основные классы наноразмерных систем.
3. Основы физики и химии поверхности.
4. Размерные квантовые эффекты.
5. Методы синтеза наноструктурированных объектов ("сверху-вниз", "снизу-вверх").
6. Основные направления развития наноразмерных материалов и функциональных устройств.
7. Фотолитография. Рентгеновская, электронная и ионная литография. Нанопечать. Лазерные методы. Сканирующая зондовая литография.
8. Нано- и молекулярное конструирование.
9. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
10. Наноструктурирование сфокусированный ионным пучком.
11. Сравнение нанолитографических методов.
12. Дифракция медленных электронов.
13. Сканирующая просвечивающая и растровая электронная микроскопия.
14. Ионная микроскопия.
15. Сканирующая зондовая микроскопия.
16. Оже спектроскопия и микроскопия.
17. Сканирующая конфокальная оптическая спектромикроскопия.
18. Локально-усиленная рамановская и инфракрасная спектромикроскопия.
19. Металлические нанокластеры.

20. Полупроводниковые наночастицы.
21. Магнитные наночастицы.
22. Зависимость свойств наночастиц от их размеров.
23. Плазмонные наночастицы и наноструктуры.
24. Электрические, магнитные, тепловые и оптические свойства наноструктурированных объектов.
24. Диэлектрическая и магнитная восприимчивость.
25. Углеродные кластеры и фллоторпы (сажа, аморфный углерод, стеклоуглерод, фуллерены, одностенные и многостенные углеродные нанотрубки, графены и др.).
26. Основные физико-химические свойства углеродных наноаллотропов.
27. Применение углеродных наноструктур в материаловедении, телекоммуникациях, биологии и медицине.
28. Методы синтеза и свойства нанокристаллических порошков.
29. Наноструктурированные многослойные материалы.
30. Пористые наноструктуры. Цеолиты.
31. Наноструктурированные кристаллы.
32. Модельные представления о механизмах порообразования.
33. Оптические свойства пористого кремния.
34. Фотонные кристаллы и метаматериалы.
35. Наноконтакты. Основные методы синтеза.
36. Баллистический и диффузный транспорт электронов через наноконтакт.
37. Квантование проводимости.
38. Электрические свойства одностенных и многостенных углеродных нанотрубок.
39. Локализованные и делокализованные плазмонные резонансы. Плазмонные волноводы.
40. Основные типы идеализированных твердотельных наноструктур.
41. Приготовление квантовых наноструктур.
42. Размерное квантование и квантово-размерные наноструктуры.
43. Свойства, зависящие от плотности состояний.
44. Баллистическая проводимость квантовых нитей.
45. Оптические свойства наноструктур.
46. Гетероструктуры.
47. Размерные свойства в магнитных наноструктурах.
48. Магнитная силовая микроскопия.
49. Ферромагнетизм в наноструктурах.
50. Гигантское магнитосопротивление.
51. Что такое спинтроника и наноэлектроника. Спиновый клапан.
52. Термоассистируемая магнитная запись.
53. Магнито-резистивные наноструктуры.
54. Каталитические процессы на поверхности твердых тел.
55. Электронная структура поверхности и адсорбция. Физическая и химическая адсорбция.
56. Стадии гетерогенного катализа.
57. Зависимость каталитического эффекта от размеров наночастиц.
58. Каталитическое окисление.
59. Коллоиды.
60. Примеры использования наночастиц для катализа.
61. Основные биологические строительные наноблоки.
62. Биологические нанопроволоки и наночастицы. ДНК и РНК.
63. Мицеллы и везикулы.
64. Субволновая визуализация и наноразмерный анализ биологических наноструктур. Гигантское комбинационное рассеяние света. Наноразмерная инфракрасная спектроскопия.
65. Микроэлектромеханические системы.
66. Наноэлектромеханические системы.

67. Молекулярные и супрамолекулярные триггеры.
68. Электронный нанопереключитель.
69. Вращающееся молекулярное колесо.
70. Медицинские нанороботы для целевой доставки лекарств и лечения клеток. Нанотерапия.
71. Биологические гетероструктуры.

Примерные темы рефератов (эссе)

1. Применение наноматериалов при создании новой сельскохозяйственной техники (применение наноматериалов при разработке ДВС; применение наноматериалов при производстве автомобильных фар и зеркал; применение наноматериалов при производстве подшипников скольжения.)
2. Применение наноматериалов в техническом сервисе («Безразборный ремонт»; применение наноматериалов при восстановлении и упрочнение деталей сельскохозяйственных машин; применение наноматериалов для упрочнения металлорежущего инструмента; применение наноматериалов при восстановлении деталей гальванопокрытиями; использование наноматериалов при сборе нефтепродуктов с поверхностей водоёмов.)

Вопросы к экзамену

1. Что понимают под нанообъектами?
2. Назовите основные способы получения наноструктур.
3. Какие покрытия относят к наноструктурным?
4. Что представляют собой пленки Ленгмюра-Блоджетт?
5. Как изменяются свойства износостойких покрытий, упрочненных наноразмерными фазами?
6. Какой химический состав могут иметь наноструктурированные покрытия?
7. Как различают наноструктурированные покрытия по назначению?
8. Какие покрытия используют в качестве наноструктурных износостойких?
9. Какое вещество чаще всего используют в качестве смазывающей фазы в антифрикционных наноструктурных покрытиях?
10. Что оказывает определяющее влияние на свойства коррозионно- стойких и жаропрочных наноструктурных покрытий?
11. Какие методы металловедения используют для фрагментации структуры сталей до наноразмерных величин? Перечислите их.
12. Что такое интенсивная пластическая деформация?
13. Что такое наковальня Бриджмена?
14. Что такое метод равноканального углового прессования?
15. Расскажите об особенностях равноканального углового прессования труднодеформируемых сплавов.
16. Расскажите о методе всесторонней изотермическойковки.
17. Расскажите об аморфных металлах с нанокристаллическим наполнителем.
18. Как влияет введение наноразмерных частиц на свойства полимеров?
19. Приведите примеры технического применения наномодифицированных полимеров.
20. Что такое нанобетон?
21. Как обеспечить равномерное распределение сверхмалого количества наночастиц в бетоне?
22. Объясните влияние сверхмалых добавок наноразмерных частиц на свойства бетона.
23. Приведите примеры практического использования нанобетона.
24. Расскажите о принципах самозаживления бетонных конструкций.

25. Какие технологические приемы используют для консолидации наночастиц в объемный наноструктурированный материал методом прессования?
26. Как обеспечить равномерное смешивание наночастиц разного химического состава?
27. Как обеспечить сохранение фазовых границ раздела при спекании наночастиц?
28. Приведите примеры высокой пластичности хрупкой керамики в наноразмерном состоянии. Как это объяснить?
29. Приведите примеры технического применения нанокерамики.
30. Приведите примеры технического применения наноструктурированных сталей и сплавов, полученных прессованием нанопорошков металлов.
31. Расскажите об особенностях структуры и свойств наноструктурированного сплава системы медь – ниобий.
32. Какие преимущества моностадийной технологии по сравнению с многостадийными технологиями консолидации наночастиц в объемный материал вы знаете?
33. Обоснуйте оптимальное соотношение наночастицы/матрица в объемном наноматериале.
34. Что такое углесталл?
35. Расскажите об основных свойствах углеродного наноматериала.
36. Расскажите о применении углеродного наноматериала в качестве высокотемпературных деталей современной техники.
37. Расскажите о применении углеродного наноматериала в качестве антифрикционных деталей современной техники.
38. Что такое фуллерены? Как их маркируют?
39. Что такое астралены?
40. Что такое нанотрубки?
41. Объясните термины «снизу-вверх» и «сверху-вниз».
42. Расскажите о применении наноразмерных веществ в качестве сорбентов и пленочных мембран.
43. Расскажите о применении наноразмерных веществ в машиностроении.

Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная литература:

Основная литература:

1. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии: учебное пособие / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 416 с. - ISBN 978-5-9221-0582-8. Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2173> (дата обращения: 03.08.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Афонский, А. А. Электронные измерения в нанотехнологиях и микроэлектронике: монография / А. А. Афонский, В. П. Дьяконов. - Москва: ДМК Пресс, 2011. - 688 с. - ISBN 978-5-94074-626-3. Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/900> (дата обращения: 03.08.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Рамбиди, Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий: учебное пособие / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 456 с. - ISBN 978-5-9221-0988-8. Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2291> (дата обращения: 03.08.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Основы нанотехнологии: учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабров, В. И. Марголин. - 2-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 400 с. - ISBN 978-5-00101-476-8. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94129> (дата обращения: 03.08.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Хартманн, У. Очарование нанотехнологии: учебное пособие / У. Хартманн; под редакцией Л. Н. Патрикеева; перевод с немецкого Т. Н. Захаровой. - 4-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 176 с. - ISBN 978-5-00101-477-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94133> (дата обращения: 03.08.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы: монография / А. В. Афанасьев, В. П. Афанасьев, Г. Ф. Глинский, С. И. Голудина; под редакцией В. В. Лучинина, Ю. М. Таирова. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 552 с. - ISBN 5-9221-0719-4. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59436> (дата обращения: 03.08.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Интернет-ресурсы

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информио»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

Программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10
2. Microsoft Windows server 2003, 2008, 2012, 2016
3. Microsoft Office 2007, 2010, 2016
4. Антивирусное ПО Kaspersky endpoint security
5. Справочно-правовая система «Гарант»
6. Операционная система Microsoft Windows XP Professional.
7. Пакет прикладных программ Microsoft Office 2003 Professional.
8. Программный продукт «Антивирус Касперского».

9. Программный продукт FineReader 7.0 Professional Edition.
10. Программный продукт MATLAB 6.

Рабочая программа дисциплины «Введение в наносистемы» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от « 07 » августа 2020 г. № 981.

Программу составил: к.ф-м.н., доцент кафедры «Физика» М. А. Нальгиева

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»
Протокол № 11 от «27» апреля 2026 года.

Программа одобрена Учебно-методической комиссией физико-математического факультета
Протокол № 6 от «28» апреля 2026 года.

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой

