

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 « 21 » 05 2024г.

_____/ Кульбужев Б. С.
от « 21 » 05 2024г.

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, 2024

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)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
УК-2.	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи 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.	Знать: Анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие 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:

			<p>осуществлять теоретическое моделирование физических процессов и явлений; выявлять и анализировать качественные и количественные характеристики физических объектов;</p> <p>Знать:</p> <p>сущность и значение изучаемой дисциплины; объект, предмет, основные функции, методы, категории; современные теории воспитания и обучения; сущность модернизации российской системы образования.</p>
--	--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость	180
Аудиторные занятия	84
Лекции	34
Практические занятия	50
Самостоятельная работа	69
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 наноиндустрия	Лекции	4	2
2	Методы получения наночастиц и наноструктур	Практические	4	8
3	Основные методы исследования наноструктур	Лекции	4	6
4	Свойства наночастиц	Практические	4	10
5	Углеродные наноструктуры	Лекции	4	6
6	Объемные наноструктурированные материалы	Практические	4	8

№	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр	Кол-во часов
7	Электропроводность наноструктур	Лекции	4	4
8	Свойства квантовых ям, нитей и точек	Практические	4	8
9	Магнитные свойства наноструктур	Лекции	4	8
10	Наноструктурированные катализаторы	Практические	4	8
11	Биологические наноструктуры.	Лекции	4	8
12	Наномашины и наноприборы	Практические	4	8

Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Что такое наноиндустрия.

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 нанокontakt.
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 идеализированных 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. Каталитическое 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. Наноэлектромеханические 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	34	Экзамен
2	Подготовка к практическим занятиям	35	Работа у доски; контрольные, самостоятельные работы.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

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 сфокусированным 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 наноматериалов.
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 идеальных 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 нанопереключатель.
69. Вращающееся молекулярное колесо.
70. Медицинские нанороботы для целевой доставки лекарств и лечения клеток. Нанотерапия.
71. Биологические гетероструктуры.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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 тема 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. 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.

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 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 «Информо»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	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

Учебная аудитория для лекционных занятий (№ 303) 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, 39а, Корпус 3Е	Стол для преподавателя - 1 шт. (состоит из 2-х секций); стул для преподавателя -1 шт.; доска - 1 шт.; трибуна-1 шт, стол - 36 шт.; скамья-72 шт
--	---

<p>Учебная аудитория для семинарских занятий (№116) 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, 39а, Корпус 3Е</p>	<p>Стол для преподавателя - 1 шт; стул для преподавателя -1 шт.; доска - 1 шт.; стол - 14 шт.; скамья-28 шт. Учебные пособия по дисциплинам. Тесты рубежного, итогового контроля, наглядные пособия, УМК по дисциплинам</p>
---	---

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 № 10 от « 20 » мая 2024 года

Программа одобрена Учебно-методическим советом физико-математического факультета

Протокол № 9 от « 22 » мая 2024 года

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

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