МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____Т.А. Хагуров
подпись
«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.02 ОСНОВЫ НАНОЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМА

Направление подготовки 03.04.03 Радиофизика
Магистерская программа: Радиофизические методы по областям применения
Квалификация (степень) магистр
Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «Основы наноэлектромагнетизма» составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 7 августа 2020 г. N 918

Программу составил:
Петриев И.С., канд. техн. наук,
доцент кафедры радиофизики
и нанотехнологий ФТФ КубГУ _____

Заведующий кафедрой радиофизики
и нанотехнологий (разработчика),
Г.Ф. Копытов, д-р физ.-мат. наук, профессор _____

Рабочая учебная программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий (выпускающей)
« 14 » апреля 2021 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой (выпускающей),
Г.Ф. Копытов, д-р физ.-мат. наук, профессор _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета « 16 » апреля 2021 г., протокол № 13

Председатель УМК физико-технического факультета,
зав. кафедрой физики и информационных систем,
Н.М. Богатов, д-р физ.-мат. наук, профессор _____

Рецензенты:

_____ В.А. Исаев, д-р физ.-мат. наук, заведующий кафедры теоретической физики и компьютерных технологий физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»

_____ Н.А. Шостак К. техн. наук, доцент кафедры нефтегазового дела им. профессора Г.Т.Вартумяна ФГБОУ ВО КубГТУ

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины

Учебная дисциплина «Основы наноэлектромагнетизма» ставит своей целью изучение способов получения, особенностей и областей применения наноматериалов, обладающих электромагнитными свойствами и заданными/искомыми параметрами.

1.2 Задачи дисциплины

– изучение традиционных и новых материалов с помощью различных технологических процессов, операций и оборудования;

– изучение радиофизических методов и методов нанотехнологий, используемых в разных областях науки и промышленности, в том числе в области наноэлектромагнетизма;

– формирование практических навыков по применению теоретических знаний о свойствах наноструктур различной пространственной размерности для создания эффективных материалов, обладающих электромагнитными свойствами;

– освоение методов получения и модификации наночастиц и наноструктур, обладающих магнитными свойствами;

– изучение приёмов решения исследовательских задач нанотехнологий в области материалов.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы наноэлектромагнетизма» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 учебного плана и изучается студентами 2 курса магистратуры в 4–м учебном семестре. Для успешного изучения дисциплины необходимы знания дисциплин университетского курса «Физика», «Химия», «Физика конденсированного состояния», «Физические основы электроники» «Физика полупроводников», «Физика наноразмерных систем», «Электроника», «Материалы и методы нанотехнологий». Освоение дисциплины необходимо для изучения «Современных проблем радиофизических исследований».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующей общепрофессиональной компетенции:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен проводить анализ и теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами исследования	
ИПК-2.1. Умеет теоретически обобщать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений	Знает современные направления создания и оптимизации характеристик магнитных наночастиц и композитов на их основе
	Умеет анализировать научно-техническую информацию по синтезу и изучению свойств магнитных наночастиц, и композитов на их основе
	Владеет приемами анализа научно-технической информации по разработкам и оптимизации свойств магнитных наночастиц и наноструктур
ИПК-2.2. Умеет применять современные методы проведения радиофизических исследований	Знает основы теории взаимодействия электромагнитного излучения с веществом
	Умеет выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования; применять

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	принципы и методы радиофизических исследований
	Владеет приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. ед., (144 часа), и их распределение по видам работ представлено в таблице.

Виды работ		Всего часов	Форма обучения	
			очная	очно-заочная
			3 семестр (часы)	3 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:				
Аудиторные занятия (всего):		**36**	**36**	**30**
занятия лекционного типа		12	12	12
практические занятия		24	24	18
Иная контактная работа:				
Контроль самостоятельной работы (КСР)				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:				
Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)				
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)		65,8	65,8	77,8
Подготовка к текущему контролю				
Контроль:				
Подготовка к зачету				
Общая трудоемкость	**час.**	**144**	**144**	**108**
	в том числе контактная работа	**30,3**	**30,3**	**22,3**
	зач. ед	**4**	**4**	**3**

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре (2 курс):

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Электромагнитные характеристики наноструктур различных типов	35	4	8	-	23
2	Гибридные электромагнитные наноструктуры	33,4	4	8	-	21,4
3	Применение электромагнитных наноструктур в различных областях науки и техники	33,4	4	8	-	21,4
	ИТОГО по разделам дисциплины	101,8	12	24	-	65,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	42				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю	-				-
	Общая трудоемкость по дисциплине	144	12	24	-	65,8

2.3. Содержание разделов дисциплины
2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение	Предмет и содержание дисциплины. Связь с дисциплинами учебного плана. Взаимосвязь размеров и формы наночастиц с проявляемыми ими электрическими и магнитными характеристиками	Проверка конспекта
2	Электромагнитные характеристики наночастиц ферромагнитных металлов	Методы синтеза наночастиц ферромагнитных металлов. Электромагнитные характеристики наночастиц ферромагнитных металлов (Fe, Ni, Co).	Вопросы по конспекту
3	Электромагнитные характеристики наночастиц оксидов металлов	Электромагнитные характеристики наночастиц простых оксидов металлов. Основные характеристики наночастиц ферритов.	Групповой опрос по теме
4	Магнитные характеристики наноструктур электропрово-дящих полимеров	Электромагнитные характеристики нанонитей, нанопленок и наночастиц электропроводящих полимеров. Магнитные нанокомпозиты на основе электропроводящих полимеров.	Индивидуальный опрос
5	Электромагнитные характеристики углеродных наноструктур	Электромагнитные фуллерены, наночастицы типа ядро-углеродная оболочка, наночастицы карбидов, углеродные нанотрубки, графен и его производные.	Проверка конспекта
6	Электромагнитные свойства наноструктур типа «ядро/оболочка»	Химические соединения, применимые для создания защитных оболочек на электромагнитных наноструктурах. Основные свойства слоистых наноразмерных частиц типа «ядро/оболочка», методы синтеза таких структур.	Вопросы по конспекту.
7	Гибридные электромагнитные наноструктуры и стратегии их инжиниринга	Гибридные магнитные наноструктуры. Стра-тегии дизайна, синтеза и оптимизации свойств гибридных магнитных наноструктур.	Групповой опрос по теме.

1	2	3	4
8-10	Применение электромагнитных наночастиц и наноструктур в различных областях науки и техники	Электромагнитные материалы на основе наночастиц. Феррофлюиды (феррожидкости) на основе наноразмерных магнитных частиц и их применение. Полимерные и керамические электромагнитные нанокомпозиты. Композиционные радиопоглощающие материалы на основе электромагнитных наноструктур и их применение в разных областях техники.	Индивидуальный опрос.

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические занятия)

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1-4	Введение	Взаимосвязь размеров и формы квантовых точек, объемных наночастиц, нанокристаллитов, нанонитей, нановискеров и нанопроводов с проявляемыми ими электрическими и магнитными характеристиками.	Ответы на контрольные вопросы (КВ) / выполнение практических заданий (ПЗ)
5-6	Электромагнитные характеристики наночастиц ферромагнитных металлов	Электромагнитные характеристики бинарных композиций ферромагнитных металлов (Fe-Ni, Fe-Co, Ni-Co, Co-Sm).	КВ / ПЗ
7-8	Электромагнитные характеристики наночастиц оксидов металлов	Композитные электромагнитные наночастицы на основе простых оксидов металлов.	КВ / ПЗ
9-10	Магнитные характеристики наноструктур электропроводящих полимеров	Магнитные нанокомпозиты на основе электропроводящих полимеров.	КВ / ПЗ
11-12	Электромагнитные характеристики углеродных наноструктур	Влияние метода синтеза и обработки на электромагнитные свойства наночастиц.	КВ / ПЗ
13-14	Электромагнитные свойства наноструктур типа «ядро/оболочка»	Основные свойства слоистых наноразмерных частиц на примере систем M@SiO2, феррит@SiO2 типа «ядро/оболочка».	КВ / ПЗ
15-16	Гибридные электромагнитные наноструктуры и стратегии их инжиниринга	Основные стратегии дизайна, синтеза и оптимизации свойств гибридных магнитных наноструктур.	КВ / ПЗ
17-20	Применение электромагнитных наночастиц и наноструктур в различных областях науки и техники	Функциональные композиты на основе наночастиц и их применение в микроэлектронике и электронике СВЧ. Полимерные и керамические электромагнитные нанокомпозиты. Применение наночастиц в медицине и биологии. Феррожидкости.	КВ / ПЗ

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану по данной дисциплине не предусмотрены курсовые работы (проекты).

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Все виды	Гусев А. И Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии/ Гусев А. И.. 2-е изд., испр. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 414 с
2.		Витязь П. А., Куис Д. В., Свидунович Н. А. Наноматериаловедение / Витязь П. А., Куис Д. В., Свидунович Н. А.- Минск: Высшая школа, 2015. — 513с.
3.		Полунин В. М., Механика нано- и микродисперсных магнитных сред: учебное пособие для студентов вузов/ Полунин В. М., Стороженко А. М., Ряполов П. А., Карпова Г. В.; под ред. В. М. Полунина. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 190 с.
4.		Нанотехнологии в электронике / под ред. Ю.А. Чаплыгина. - Москва : Техносфера, 2013. - 688с. : ил.,табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-94836-353-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443325.
5.		Мишина Е. Д. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. / Мишина Е. Д. [и др.]. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 187 с. [Электронный ресурс] https://e.lanbook.com/book/94113#authors.
6.		Металл/полупроводник содержащие нанокомпоненты: [учебное пособие] / под ред. Транхтенберга Л. И., Мельникова М. Я.. - Москва : Техносфера, 2017. - 622 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла,

– в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения дисциплины используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование и развитие продуктивных познавательных действий студентов (на основе психолого-педагогической теории поэтапного формирования умственных действий). Активизации и интенсификации познавательного процесса способствуют использование педагогической эвристики и моделирование проблемных ситуаций.

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

– лекции;

– домашние задания;

– проблемные задания;
– индивидуальные практические задания;
– контрольные опросы;
– публичная защита лабораторных работ;
– консультации преподавателей;
– самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ, подготовка к опросу и зачету).

В рамках лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы, метод конкретных ситуаций. В процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют передовой научно-исследовательский опыт, используя имеющуюся литературу и информационные технологии, знакомятся с основными научными журналами по вопросам изучения физико-химических свойств наноструктур различных типов, выступают с докладами перед однокурсниками, накапливают багаж знаний, полезных для выполнения выпускной квалификационной работы.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:
– подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством изучения рекомендуемой дополнительной литературы;
– подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством подготовки сообщений, презентаций, путем написания реферативных работ;
– консультации для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном расширенном изучении разделов дисциплины.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:
– лекции с проблемным изложением;
– обсуждение сложных вопросов и проблем;
– применение метода конкретных ситуаций.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях:
– лекция-пресс-конференция;
– лекция-беседа;
– организационно-личностная игра.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Основы наноэлектромагнетизма».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме проверки конспекта, вопросов по конспекту, группового опроса по изучаемой теме, индивидуального опроса по изучаемой теме, ответов на контрольные вопросы, защиты выполненной лабораторной работы и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-2.1. Умеет теоретически обобщать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений	Знает современные направления создания и оптимизации характеристик магнитных наночастиц и композитов на их основе	Контрольная работа №1 - по теме «Электромагнитные характеристики наночастиц ферромагнитных металлов»	Вопрос на зачете 1-3
		Умеет анализировать научно-техническую информацию по синтезу и изучению свойств магнитных наночастиц, и композитов на их основе	Вопросы для устного (письменного) опроса по теме «Электромагнитные характеристики наночастиц оксидов металлов»	Вопрос на зачете 4-7
		Владеет приемами анализа научно-технической информации по разработкам и оптимизации свойств магнитных наночастиц и наноструктур	Вопросы для устного (письменного) опроса по теме «Магнитные характеристики наноструктур электропроводящих полимеров»	Вопрос на зачете 8-11
2	ИПК-2.2. Умеет применять современные методы проведения радиофизических исследований	Знает основы теории взаимодействия электромагнитного излучения с веществом	Контрольная работа №2 - по теме «Электромагнитные характеристики углеродных наноструктур»	Вопрос на зачете 12-14
		Умеет выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования; применять принципы и методы радиофизических исследований	Опрос по теме «Электромагнитные свойства наноструктур типа «ядро/оболочка»	Вопрос зачете 15-18
		Владеет приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач	Опрос по теме «Применение электромагнитных наночастиц и наноструктур в различных областях науки и техники»	Вопрос на зачете 19-22

текущая аттестация: проверка домашних заданий по семинарским занятиям; ответы на контрольные вопросы по теме семинара и на дополнительные вопросы, касающиеся соответствующих разделов основной дисциплины.

промежуточная аттестация: зачет.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерный перечень вопросов и заданий

Контрольная работа

Вариант 1

1. Перечислите основные принципы создания и свойства электромагнитных

наноструктур, области применения и актуальность использования.

2. Изучите и проанализируйте влияние на электрические и магнитные свойства наноразмерных пор в наноматериале.
3. Перечислите основные факторы определения электромагнитных свойств наноразмерных частиц различной форм.
4. Расскажите о факторах определения электромагнитных свойств в металлах.

Вариант 2

1. Изучите и проанализируйте, как изменяются свойства наночастиц ферритов с увеличением размеров их зерен.
2. Перечислите факторы определения электромагнитных свойств графена, полученного различными синтетическими методами.
3. Перечислите факторы определения электромагнитных свойств фуллеренов, полученных различными синтетическими методами.
4. Перечислите факторы определения электромагнитных свойств углеродных нанотрубок, полученных различными синтетическими методами.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (зачет)

1. Перспективы, потенциальные опасности и этические аспекты развития новых технологий и материалов.
2. История появления, движущие силы и тенденции развития новых наноматериалов.
3. Методы получения наноструктур с заданными свойствами.
4. Наноэлектроматериалы. Классификация. Основные свойства. Преимущества и недостатки.
5. Взаимосвязь размеров и формы наночастиц с проявляемыми ими электромагнитными характеристиками (магнитная восприимчивость, магнитная проницаемость, спонтанная намагниченность, индукция насыщения, коэрцитивная сила).
6. Суперпарамагнетизм в наночастицах и суперпарамагнитный предел.
7. Электромагнитные характеристики квантовых точек, объемных наночастиц, нанокристаллитов, нанонитей, нановискеров и нанопроводов.
8. Электромагнитные характеристики наночастиц ферромагнитных металлов (Fe, Ni, Co) и бинарных композиций этих металлов (Fe-Ni, Fe-Co, Fe-Al, Ni-Co, Ni-Mn, Co-Sm).
9. Магнитные характеристики наночастиц ферритов. Магнитные свойства нанопорошков ферритов-шпинелей, редкоземельных ферритов-гранатов, ортоферритов, гексагональных ферритов.
10. Электромагнитные характеристики наночастиц манганитов.
11. Электромагнитные характеристики наночастиц ферроэлектриков.
12. Электромагнитные характеристики нанонитей, нанопленок и наночастиц электропроводящих полимеров.
13. Электромагнитные характеристики углеродных наноструктур. Фуллерены, наночастицы типа ядро-углеродная оболочка, наночастицы карбидов.
14. Электромагнитные характеристики углеродных нанотрубок. Влияние метода синтеза и обработки на магнитные свойства углеродных нанотрубок.
15. Электромагнитные наночастицы и нанокопозиты на основе графена и его производных.
16. Свойства наноразмерных частиц M@SiO2 или наноразмерных частиц феррит@SiO2 типа «ядро/оболочка».

17. Электромагнитные свойства наноразмерных частиц феррит@электропроводящий полимер типа «ядро/оболочка».
18. Гибридные наноструктуры и стратегии их синтеза и оптимизации свойств.
19. Феррофлюиды (феррожидкости) на основе наноразмерных магнитных частиц и их применение.
20. Функциональные композиты на основе электромагнитных наночастиц и их применение в микроэлектронике и электронике СВЧ.
21. Полимерные и керамические электромагнитные нанокомпозиты.
22. Применение электромагнитных наночастиц в медицине и биологии.

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по зачету
«зачтено»	оценка **«зачтено»** выставляется студенту, если он обладает знанием основного материала, хотя и допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, затруднения при выполнении практических задач незначительны
«не зачтено»	оценка «**не зачтено**» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1 Учебная литература:

1. Гусев А. И Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии/ Гусев А. И.. 2-е изд., испр. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 414 с
2. Витязь П. А., Куис Д. В., Свидунович Н. А. Наноматериаловедение / Витязь П. А., Куис Д. В., Свидунович Н. А.- Минск: Высшая школа, 2015. — 513с.
3. Полунин В. М., Механика нано- и микродисперсных магнитных сред: учебное пособие для студентов вузов/ Полунин В. М., Стороженко А. М., Ряполов П. А., Карпова Г. В.; под ред. В. М. Полунина. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 190 с.
4. Нанотехнологии в электронике / под ред. Ю.А. Чаплыгина. - Москва : Техносфера, 2013. - 688с. : ил.,табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-94836-353-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443325.
5. Мишина Е. Д. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. / Мишина Е. Д. [и др.]. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 187 с. [Электронный ресурс] - URL: https://e.lanbook.com/book/94113#authors.
6. Металл/полупроводник содержащие нанокомпоненты: [учебное пособие] / под ред. Транхтенберга Л. И., Мельникова М. Я.. - Москва : Техносфера, 2017. - 622 с.

5.2. Периодические издания:

В библиотеке КубГУ имеются следующие периодические издания по профилю дисциплины:

В мире науки.
Вестник МГУ. Серия: Физика. Астрономия.
Вопросы изобретательства.
Зарубежная радиоэлектроника.
Известия ВУЗов. Серия: Радиофизика.
Известия ВУЗов. Серия: Радиоэлектроника.
Инженерная физика.
Исследования Земли из космоса.
Наука и жизнь.
Радио.
Радиотехника.
Радиотехника и электроника.
Технологии и средства связи.
Успехи современной радиоэлектроники.
Успехи физических наук.
Электроника.
Электроника. Реферативный журнал. ВИНИТИ.
Электроника: наука, технология, бизнес.
Электросвязь.

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» https://urait.ru/
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» https://www.book.ru
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) http://webofscience.com/
2. Scopus http://www.scopus.com/
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley https://onlinelibrary.wiley.com/
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) http://www.elibrary.ru/
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН http://archive.neicon.ru
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) https://rusneb.ru/
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина https://www.prlib.ru/
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action
10. Springer Journals https://link.springer.com/
11. Nature Journals https://www.nature.com/siteindex/index.html
12. Springer Nature Protocols and Methods https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols
13. Springer Materials http://materials.springer.com/
14. zbMath https://zbmath.org/
15. Nano Database https://nano.nature.com/
16. Springer eBooks: https://link.springer.com/
17. "Лекториум ТВ" http://www.lektorium.tv/
18. Университетская информационная система РОССИЯ http://uisrussia.msu.ru

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. http://window.edu.ru/ (Единое окно доступа к образовательным ресурсам).
2. http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm (Федеральный образовательный портал).
3. http://www.scintific.narod.ru/literature.htm (Каталог научных ресурсов).
4. http://www.sci-lib.com/ (Большая научная библиотека).
5. http://www.en.edu.ru/catalogue/304 (Раздел «Физика» Естественно-научного образовательного портала).
6. http://www.ph4s.ru/books_tehnika.html (Раздел «Технические науки (Радиофизика. Радиоэлектроника. Полупроводниковая электроника и др.)» образовательного проекта А.Н. Варгина «Физика, химия, математика студентам и школьникам»).
7. http://www.kubsu.ru/ru/university/library/resources (Информационные ресурсы Научной библиотеки КубГУ).

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения http://moodle.kubsu.ru
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций http://mschool.kubsu.ru/
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий http://mschool.kubsu.ru;
4. Электронный архив документов КубГУ http://docspace.kubsu.ru/
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" http://icdau.kubsu.ru/

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Рекомендуется сразу же после окончания лекций, практических занятий просматривать конспект для определения материала, вызывающего затруднения для понимания. После этого необходимо обратиться к рекомендуемой в настоящей программе литературе с целью более углубленного изучения проблемного вопроса.

В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания. В этом случае рекомендуется просматривать несколько учебников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. В случае если проблемы с пониманием остались, необходимо обратиться к преподавателю на ближайшей лекционном или практическом занятии с заранее сформулированными вопросами.

Для успешного освоения курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал, и проверять свои знания, отвечая на контрольные вопросы в рекомендуемых учебных пособиях.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Занятия лекционного типа являются одной из основных форм обучения студентов, во время которых студентам предоставляется возможность ознакомиться с основными научно-теоретическими положениями, проблемами дисциплины, получить необходимое направление и рекомендации для самостоятельной работы с учебниками, учебными пособиями, при подготовке к семинарским занятиям. Лекция является результатом кропотливой подготовки преподавателя, изучения и обобщения научной и учебной литературы. Столь же усердной должна быть и подготовка студента накануне лекции, посредством изучения соответствующей учебной литературы, повторения ранее пройденных тем.

Во время лекции следует записать дату ее проведения, тему, план лекции, вопросы, которые выносятся на самостоятельное изучение, отметить новинки учебной и научной литературы, рекомендованные лектором. Студентам рекомендуется конспектировать ее основные положения, не стоит пытаться дословно записать всю лекцию, поскольку скорость лекции не рассчитана на дословное воспроизведение выступления лектора в конспекте, тем не менее она является достаточной для того, чтобы студент смог не только усвоить, но и зафиксировать на бумаге сущность затронутых лектором проблем, выводы, а также узловые моменты, на которые обращается особое внимание в ходе лекции. На лекции студенту рекомендуется иметь на столах помимо конспектов также программу курса, которая будет способствовать развитию мнемонической памяти, возникновению ассоциаций между выступлением лектора и программными вопросами. В случае возникновения у студента по ходу лекции вопросов, их следует задавать сразу же или в конце лекции в специально отведенное для этого время.

Занятия семинарского типа представляют собой одну из важных форм самостоятельной работы студентов. Подготовка к практическим занятиям не может ограничиться слушанием лекций, а предполагает предварительную самостоятельную работу студентов в соответствии с методическими разработками по каждой запланированной теме.

В организации практических занятий реализуется принцип совместной деятельности, сотворчества. Семинар также является важнейшей формой усвоения знаний. В процессе подготовки к семинару закрепляются и уточняются уже известные и осваиваются новые категории. Семинар как развивающая, активная форма учебного процесса способствует выработке самостоятельного мышления студента, формированию информационной культуры.

Самостоятельная работа содержит следующие виды учебной деятельности студентов:

– теоретическую самоподготовку к лабораторным занятиям и к зачету по конспектам и учебной литературе;

– оформление отчетов по результатам лабораторных работ (о выполненной лабораторной работе студенты отчитываются преподавателю на следующем (очередном) лабораторном занятии);

– подготовка реферата по одной из тем учебной дисциплины;

– подготовка презентации по теме реферата и выступление с докладом на одном из лекционных занятий.

Студенту необходимо систематически работать в течение семестра по изучению теоретического материала и приобретению навыков экспериментальной работы.

Для запоминания лекционного материала (в том числе и в период подготовки к зачету) студенту необходимо хорошо знать свойства памяти и активно пользоваться мнемотехническими приемами, известными из учебной дисциплины «Психология и педагогика». Методические рекомендации по запоминанию можно найти и в Интернете по ключевым словам: «память», «мнемоника», «мнемотехника», «как запомнить учебный материал». Желательно также ознакомиться с приемами конспектирования, т.е. со способами сокращения записи слов и словосочетаний, например, применяемыми в словарях и энциклопедиях.

Объективность оценки работы преподавателем заключается в определении ее положительных и отрицательных сторон, по совокупности которых он окончательно оценивает представленную работу. При отрицательной рецензии работа возвращается на доработку с последующим представлением на повторную проверку с приложением замечаний, сделанных преподавателем.

С точки зрения методики проведения семинар представляет собой комбинированную, интегративную форму учебного занятия. Для подготовки и точного и полного ответа на семинарском занятии студенту необходимо серьезно и основательно подготовиться. Для этого он должен уметь работать с учебной и дополнительной литературой, а также знать основные критерии для написания реферата или подготовки доклада, если семинар проходит в данной форме. В конце занятия, после подведения его итогов преподавателем студентам рекомендуется внести изменения в свои конспекты, отметить информацию, прозвучавшую в выступлениях других студентов, дополнения, сделанные преподавателем и не отраженные в конспекте.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation: Word, Excel, Power Point и др). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран. 5. Авторские программы для ЭВМ: – «Рейтинг успеваемости студентов» (свидетельство о государственной регистрации № 2010616870); – «Помощник экзаменатора» (свидетельство о государственной регистрации № 2011615221); – «Выбираем вопрос» (свидетельство о государственной регистрации № 2011615236).
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation: Word, Excel, Power Point и др). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран. 5. Авторские программы для ЭВМ: – «Рейтинг успеваемости студентов» (свидетельство о государственной регистрации № 2010616870); – «Помощник экзаменатора» (свидетельство о государственной регистрации № 2011615221); – «Выбираем вопрос» (свидетельство о государственной регистрации № 2011615236).

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation: Word, Excel, Power Point и др). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран. 5. Авторские программы для ЭВМ: – «Рейтинг успеваемости студентов» (свидетельство о государственной регистрации № 2010616870); – «Помощник экзаменатора» (свидетельство о государственной регистрации № 2011615221); – «Выбираем вопрос» (свидетельство о государственной регистрации № 2011615236).
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.208С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation: Word, Excel, Power Point и др). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран. 5. Авторские программы для ЭВМ: – «Рейтинг успеваемости студентов» (свидетельство о государственной регистрации № 2010616870); – «Помощник экзаменатора» (свидетельство о государственной регистрации № 2011615221);

		– «Выбираем вопрос» (свидетельство о государственной регистрации № 2011615236).