

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



_____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.13 МОЛЕКУЛЯРНЫЕ УСТРОЙСТВА В РАДИОФИЗИКЕ И ЭЛЕКТРОНИКЕ

Направление подготовки 03.04.03 Радиофизика

Магистерская программа: Радиофизические методы по областям
применения

Квалификация (степень) магистр

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Рабочая программа дисциплины «Молекулярные устройства в радиофизике и электронике» 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

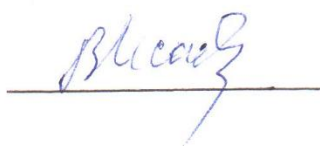


Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета «16» апреля 2021 г., протокол № 13

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 «Молекулярные устройства в радиофизике и электронике» ставит своей целью знакомство с элементной базой молекулярной электроники, моделирование структуры молекулярных соединений различными методами, расчёт и анализ оптических свойств молекулярных систем.

1.2 Задачи дисциплины

- изучение элементной базой молекулярной электроники;
- изучение радиофизических методов и методов нанотехнологий, используемых в разных областях науки и промышленности, в том числе в области наноэлектромагнетизма;
- моделирование структуры молекулярных соединений различными методами, в том числе с помощью методов квантовой химии;
- применение компьютерных методов для прогнозирования функциональных свойств и физико-химических характеристик молекулярных структур, используемых в электронике;
- изучение приёмов решения исследовательских задач нанотехнологий в области материалов.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Молекулярные устройства в радиофизике и электронике» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 учебного плана и изучается студентами 2 курса магистратуры в 3–м учебном семестре. Для успешного изучения дисциплины необходимы знания дисциплин университетского курса «Физика», «Физические основы электроники» «Физика полупроводников», «Физика наноразмерных систем», «Электроника». Освоение дисциплины необходимо для изучения «Современных проблем радиофизических исследований».

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

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

с	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 фундаментальные разделы физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач
	Умеет выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования применять принципы и методы радиофизических исследований
	Владеет приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач
ИПК-2.2. Умеет применять современные методы проведения радиофизических	Знает современные методы проведения радиофизических исследований

с	Результаты обучения по дисциплине
исследований	Умеет использовать результаты, полученные с помощью современных радиофизических методов
	Владеет знаниями в области современных методов проведения радиофизических исследований

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 трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед., (108 часов), и их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения	
		очная	очно-заочная
		3 семестр (часы)	4 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):	48	48	30
занятия лекционного типа	24	24	12
практические занятия	24	24	
лабораторные занятия			16
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3	0,3
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.)	33	33	53
Подготовка к текущему контролю			
Контроль:	26,7	26,7	26,7
Подготовка к экзамену			
Общая трудоёмкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	48,3	30,3
	зач. ед	3	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре (2 курс):

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Электромагнитные характеристики наноструктур различных типов	28	8	8	-	12
2.	Гибридные электромагнитные наноструктуры	28	8	8	-	12
3.	Применение электромагнитных наноструктур в различных областях науки и техники	25	8	8	-	9
<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>		81	24	24	-	33
Контроль самостоятельной работы (КСР)						
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3				
Подготовка к текущему контролю		26,7				26,7
Общая трудоемкость по дисциплине		108	24	24	-	59,7

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. Современные представления в области исследования наноструктур.	Проверка конспекта.
2	Молекулярные системы как элементная база электронных устройств	Дискретные молекулярные устройства обработки и хранения информации. Построение молекулярных элементов памяти. Применение конформационных переходов.	Вопросы по конспекту.
3	Объекты молекулярной электроники и технологии их получения	Проблема построения логических элементов на базе отдельных молекул и молекулярных систем. Полуэмпирические и неэмпирические методы расчёта структуры и энергии молекулярных систем.	Групповой опрос по изучаемой теме.
4	Механизмы передачи информации в молекулярных системах	Движение носителей заряда в молекулярных системах. Перенос энергии и заряда. Экситонный и солитонный процессы передачи энергии. Квантовый компьютеринг.	Индивидуальный опрос.
5	Электромагнитные характеристики углеродных наноструктур	Углеродные нанотрубки и их механические, тепловые и электромагнитные свойства. Наноразстройства на основе УНТ: диод, транзистор, холодный катод, дисплей и квантовый провод.	Проверка конспекта.

1	2	3	4
6	Твердотельная наноэлектроника	Область пространственного заряда. Поверхностная проводимость. Экситоны большого радиуса. Возникновение особенностей на границе кластера. Слабый и сильный конфайнмент экситона. Плазменные колебания в нанокластерах металлов и полупроводников. Поверхностные волны.	Вопросы по конспекту.
7-8	Электроника полимеров и биологических наноструктур	Полимерные молекулы, молекулярные кристаллы и другие наноструктуры как объекты молекулярной электроники. Перспективы использования и принципы построения устройств молекулярной электроники и фотоники на базе отдельных полимерных молекул, полимерных плёнок, слоёв, а также молекул ДНК, мембран и прочих биологических наноструктур.	Групповой опрос по изучаемой теме.
9-10	Электроника и фотоника композитных наночастиц и их кластеров	Экситон-плазмонное взаимодействие и передача энергии в планарных наноструктурах. металл-диэлектрик. Спектры поляризуемости сферических слоистых наночастиц «кор-оболочка». Удельная поляризуемость слоистых нанопроводов.	Индивидуальный опрос.

2.3.2 Практические занятия

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1-4	Введение	Строение атома, волновые функции, молекулярные интегралы. Перспективы использования и принципы построения устройств молекулярной электроники и фотоники.	Ответы на контрольные вопросы (КВ) / выполнение практических заданий (ПЗ)
5-6	Молекулярные системы как элементная база электронных устройств	Оценка параметров макромолекулярных цепей биологического и синтетического происхождения для передачи сигналов на основе экситонного, солитонного и поляронного механизмов.	КВ / ПЗ
7-8	Объекты молекулярной электроники и технологии их получения	Электронные спектры. Вибронные спектры поглощения и флуоресценции.	КВ / ПЗ
9-10	Механизмы передачи информации в молекулярных системах	Оценка параметров безызлучательного переноса энергии электронного возбуждения в молекулярных системах. Индуктивно-резонансный и обменный механизмы.	КВ / ПЗ
11-12	Электро-магнитные характеристики углеродных наноструктур	Влияние метода синтеза и обработки на электро-магнитные свойства наночастиц. Волноводы и наноантенны.	КВ / ПЗ
13-14	Твердотельная наноэлектроника	Знакомство с полуэмпирическим комплексом программ РМЗ по расчёту геометрических параметров молекулярных систем в основном состоянии. Вычисление теплот реакций, дипольных моментов и поляризуемостей.	КВ / ПЗ

1	2	3	4
15-17	Электроника полимеров и биологических наноструктур	Основные стратегии дизайна, синтеза и оптимизации свойств биологических наноструктур. Знакомство с полуэмпирическими и неэмпирическими методами по расчёту энергий и сил осцилляторов основного и возбуждённых состояний. Анализ распределения плотностей зарядов и порядков связей. Расчёт электронной плотности π -электронов аденина, тимина, гуанина, цитозина и урацила	КВ / ПЗ
18-20	Электроника и фотоника композитных наночастиц и их кластеров	Расчёты энергетических уровней простейших молекул в -электронном приближении по методу Полинга. Экситоны большого радиуса. Переход в систему центра масс «электрон-дырка». Сведение к водородоподобной задаче. Учет влияния границ кластера. Случаи сильного и слабого конфайнмента.	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)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Все виды	Кручинин, Н. Ю. Метод функционала плотности для расчета свойств молекул и твердых тел: учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 03.03.03 Радиофизика и 03.04.02 Физика / Н. Ю. Кручинин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2017. - 128 с
2.		Лозовский, В.Н. Курс физики. В 2-х тт. Т.2 учеб. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2009. – 608 с. [Электронный ресурс] - URL: https://e.lanbook.com/book/239 .
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 .

1	2	3
б.		Металл/полупроводник содержащие нанокomпоненты: [учебное пособие] / под ред. Гранхтенберга 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.

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 «Молекулярные устройства в радиофизике и электронике».

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, выполнения практических заданий и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену.

№ 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
		Владет 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	Знает основы теории взаимодействия электромагнитного излучения с веществом	Контрольная работа №2 - по теме «Электромагнитные характеристики углеродных наноструктур»	Вопрос на зачете 12-14

исследований	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: экзамен.

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. Выясните тип гибридизации атомов углерода и делокализацию π -электронов в следующих соединениях:
 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ (бутан)
 $\text{CH}=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$ (винилацетилен)
 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{C}=\text{CH}_2$ (метилаллен)
2. Изучите и проанализируйте влияние на электрические и магнитные свойства наноразмерных пор в молекулярных устройствах.
3. Найдите энергии для бензола, этана и этилена в приближении Хюккеля. Изобразить электронные конфигурации.

Вариант 2

1. Определите, пользуясь приближением Хюккеля, какая конфигурация (линейная или треугольная) будет наиболее стабильной для молекул H_3^+ , H_3^\bullet и H_3^- .
2. Приведите вековое уравнение для расчёта энергетических уровней по методу Полинга для пиримидина и имидазола.
3. Изучите и проанализируйте Молекулярные материалы для оптоэлектроники с учетом Ван-дер-Ваальсовых и других сил.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Перспективы, потенциальные опасности и этические аспекты развития новых технологий и материалов.
2. История появления, движущие силы и тенденции развития новых наноматериалов.
3. Физические эксперименты, подтверждающие наличие делокализованной системы электронов в ароматических соединениях

4. Внутримолекулярный перенос заряда. Межмолекулярный перенос заряда. Молекулярные сверхпроводники.
5. Сопряженные полимеры. Понятие длины сопряжения в полимерах и олигомерах.
6. Какая имеется связь между принципом Паули и пространственными формами молекул? Могли бы существовать вполне определённые пространственные формы молекул, если бы принцип Паули не выполнялся?
7. Как с помощью общих представлений о силах, действующих на ядра молекулы со стороны электронной оболочки, можно объяснить существование невалентных (неклассических) химических структур, подобных сэндвичевым и объёмным молекулам?
8. Как можно объяснить природу химической связи в молекулах фуллеренов?
9. Есть ли различие в характере химических связей в плоских циклических ароматических структурах типа бензола, нафталина и т.д., и сферических структурах, где, казалось бы, имеются те же самые кольца, но расположенные на поверхности сферы?
10. Как можно ввести понятие упругости связи, опираясь на адиабатическое приближение и исходные квантовые представления?
11. Зонная схема полиацетилена. Солитоны. Поляроны. Экспериментальные доказательства существования солитонов, поляронов и биполяронов.
12. Электропроводность сильно легированных полимеров. Полинитрид серы. Полианилин. Полидиацетилен.
13. Применения легированных полимеров. Применения, использующие электрохимическое легирование.
14. Полимерная электроника. Органические светодиоды.
15. Пьезоэлектрический эффект. Пироэлектрический эффект. Пиро- и пьезоэлектрики на основе полимеров.
16. Типы жидких кристаллов. Применение жидких кристаллов в дисплеях. Дисплеи с активной матрицей. Сегнетоэлектрические дисплеи.
17. Правило Гунда. Магнетики на основе комплексов переходных металлов. Полностью органические ферромагнетики.
18. Органические материалы с нелинейными оптическими свойствами. Фоторефрактивные органические материалы. Фотохромные органические материалы.
19. Туннельные переходы.
20. Принцип максимального перекрытия как способ построения пространственных формул молекул при невыполнении принципа Паули.

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценка «отлично» : студент свободно отвечает на вопросы, активно участвует в дискуссии и в работе научного коллектива, речь отличается грамотностью, использованием профессионально-ориентированной терминологии; допустимы заминки и непродолжительные остановки
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценка «удовлетворительно» : студент не дает полноценного связного ответа на вопрос, но коммуникативный замысел просматривается и в целом содержание можно считать верным, у студента присутствуют некоторые трудности в участии в беседе и

	работе в научном коллективе, большое количество ошибок в определении рабочих понятий; студент не владеет в достаточной степени знаниями о молекулярных устройствах в радиофизике и электронике.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценка « неудовлетворительно »: студент не дает связного ответа на вопрос или высказывания поверхностны и неясны, у студента трудности в участии в беседе и работе в научном коллективе, большое количество ошибок в определении рабочих понятий.

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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Учебная литература:

1. Кручинин, Н. Ю. Метод функционала плотности для расчета свойств молекул и твердых тел: учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 03.03.03 Радиофизика и 03.04.02 Физика / Н. Ю. Кручинин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2017. - 128 с.
2. Лозовский, В.Н. Курс физики. В 2-х тт. Т.2 учеб. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2009. – 608 с. [Электронный ресурс] - URL: <https://e.lanbook.com/book/239>.
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. 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 наноконпоненты: [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. ВИНТИ.
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.

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

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.

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	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

	<p>оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>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).</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.208С)</p>	<p>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)</p>	<p>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).</p>