

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

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
Хагуров Т.А.

подпись

« 20 »

2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.11 «МАТЕРИАЛЫ МИКРО- И НАНОСЕНСОРИКИ»
(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки/специальность

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация

Нанотехнологии в электронике

(наименование направленности (профиля) / специализации)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация бакалавр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.В.11 «Материалы микро- и наносенсорики» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
код и наименование направления подготовки

Программу составил:

В.Ю. Бuzько, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий, к

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

подпи

подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.11 «Материалы микро- и наносенсорики» утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий протокол № 6 «20» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Копытов Г.Ф.

фамилия, инициалы

подпись

подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий

протокол № 6 «20» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Копытов Г.Ф.

фамилия, инициалы

подпись

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета
физико-технического

протокол № 9 «20» апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.

фамилия, инициалы

подпись

подпись

Рецензенты:

Сухно И.В., кандидат химических наук, заместитель директора по науке ЗАО РМЦ «Югтехинформ»

Исаев В.А., доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий ФТФ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Целью дисциплины «Материалы микро- и наносенсорики» является формирование у студентов систематических знаний об основных принципах построения и функционирования современных микро- и наносенсоров для газового и жидкостного анализа, о применении специально спроектированных микро- и наноструктур для анализа электромагнитных излучений, а также применения при создании современных сенсоров нанотехнологий, биотехнологий и элементов молекулярной электроники.

Результатами изучения студентами дисциплины «Материалы микро- и наносенсорики» должно стать приобретение студентами знаний по характеристикам современных материалов для микро- и наносенсоров и навыков по способам их лабораторного производства.

1.2 Задачи дисциплины.

Задачами освоения дисциплины «Материалы микро- и наносенсорики» являются:

- формирование знаний по основным тенденциям разработки сенсоров на основе микро- и наноструктур;
- формирование знаний по применению микро- и наносенсоров в приборах микро- и нанoeлектроники;
- формирование знаний по физическим основам создания микро- и наноразмерных структур и материалов для распознавания химических и биологических агентов;
- формирование знаний по физическим основам создания микро- и наноразмерных структур для регистрации электромагнитных волн и частиц;
- формирование знаний по физическим основам эксплуатации сенсорных устройств на основе микро- и наноструктур.
- формирование умения расчета и проектирования микро- и наноразмерных структур и материалов для сенсорных устройств различного функционального назначения.

В результате изучения дисциплины «Материалы микро- и наносенсорики» студенты должны получить базовые знания об основных принципах построения и функционирования микро- и наноразмерных материалов современных наносенсоров для газового и жидкостного анализа, о применении наноструктур для анализа электромагнитных излучений, а также применения при создании сенсоров нанотехнологий, биотехнологий и элементов молекулярной электроники.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

«Материалы микро- и наносенсорики» – интегративная научная дисциплина о создании и применении микроматериалов и наноструктур в приборах наноэлектроники для создания новых малоразмерных сенсорных устройств различного функционального назначения.

Дисциплина «Материалы микро- и наносенсорики» является как учебная дисциплина является составной частью блока Б1.В. «Часть, формируемая участникам образовательных отношений» учебного плана, относится к части дисциплин профессионального цикла и изучается в 7-ом семестре. Дисциплина «Материалы микро- и наносенсорики» базируется на знании дисциплин университетского курса: неорганической химии, физической химии, электричества и магнетизма, физики наноразмерных систем, химия конденсированного состояния.

Освоение дисциплины «Материалы микро- и наносенсорики» позволит выпускникам ориентироваться в разработках современных малогабаритных сенсорных и сигнальных устройств различного функционального назначения на основе микро- и наноструктур. На основе этой дисциплины возможно применение результатов обучения студентами при подготовке выпускных квалификационных работ и в дальнейшей профессиональной деятельности.

Изучение дисциплины «Материалы микро- и наносенсорики» включает аудиторные занятия со студентами (лекции, лабораторные работы), групповые и индивидуальные консультации, написание рефератов, устные доклады, самостоятельную работу студентов с учебной литературой, научными источниками.

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

Изучение данной учебной дисциплины «Материалы микро- и наносенсорики» направлено на формирование у обучающихся следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций: ОПК-7, ПК-2, ПК-8.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-7	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	современные тенденции развития материалов для микро- наносенсоров	разрабатывать схемы производства наноструктур и наноматериалов для электронных сенсорных устройств	навыками лабораторного получения наноструктур и наноматериалов для электронных сенсорных устройств и их метрологии
2	ПК-2	способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	основы исследования свойств микро- и наноматериалов для современных электронных сенсорных устройств	исследовать свойств микро- и наноматериалов для современных электронных сенсорных устройств	приёмами анализа данных экспериментов по исследованиям микро- и наноматериалов для современных электронных сенсорных устройств
2	ПК-8	способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	основы производства микро- и наноматериалов для современных электронных сенсорных устройств	выполнять работы по производству микро- и наноматериалов для современных электронных сенсорных устройств	навыками производства микро- и наноматериалов для современных электронных сенсорных устройств

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины «Материалы микро- и наносенсорики» составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)	
		7	
Контактная работа, в том числе:	72,2	72,2	
Аудиторные занятия (всего)	66	66	
Занятия лекционного типа	26	26	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	—	—	
Лабораторные занятия	40	40	
Иная контактная работа:	2,2	2,2	
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	

Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2	
Самостоятельная работа, в том числе:		41,8	41,8	
Курсовая работа		–	–	
Проработка учебного (теоретического) материала		20,8	20,8	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		10	0	
Реферат		6	6	
Подготовка к текущему контролю		5,8	5,8	
Контроль:		–	–	
подготовка к зачету		5,8	5,8	
Общая трудоемкость	час.	108	108	
	в том числе контактная работа	72,2	72,2	
	зач. ед.	3	3	

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины «Материалы микро- и наносенсорики».

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (очная форма):

№ раз- дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа СР
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение в предмет. Функциональные возможности и ограничения микро- и наносенсоров.	6	2		–	4
2	Тенденции развития микро- и наносенсоров.	7	2		–	5
3	Основы сенсорных систем, использующих в конструкции микро- и наноструктуры или наноэлектронные приборы.	7	2		–	5
4	Физико-химические принципы создания сенсоров на различных типах микро- и наноструктур.	16	2		8	6
5	Проблема детектирования газов и жидкостей химическими сенсорами. Роль физики поверхности в построении микро- и наносенсоров.	16	2		8	6
6	Микро- и наноразмерные структуры в качестве чувствительных материалов сенсорных устройств.	20	6		8	6
7	Электронные сенсорные устройства на твердотельных микро- и наноструктурах.	10	4		–	6
8	Характеристики реальных полупроводниковых микро- и наносенсоров.	16,8	4		6	6,8

9	Проектирование и оптимизация микро- и наноструктур для различных типов сенсорных устройств.	8	2		–	6
Итого по дисциплине:		106,8	26		30	41,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента.

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение в предмет. Функциональные возможности и ограничения микро- и наносенсоров.	Предмет сенсорики. Потребность в микро- и наносенсорах. Основные понятия и терминология. Роль фундаментальных закономерностей, определяющих применение микро- и наноразмерных структур, используемых в сенсорных устройствах. Основные требования к хемо- и биосенсорам.	
2	Тенденции развития микро- и наносенсоров.	Классификация микро- и наносенсоров по измеряемому параметру. Классификация микро- и наносенсоров по принципу действия. Оптические и фотоакустические сенсоры. Сенсоры на поверхностных акустических волнах. Пьезоэлектрические сенсоры. Атомно-силовые сенсоры. Пироэлектрические сенсоры. Химические сенсоры и биосенсоры.	КВ / Д / Р
3	Основы сенсорных систем, использующих в конструкции микро- и наноструктуры или наноэлектронные приборы.	Основные узлы сенсорных систем. Требования к микроструктурам и наноструктурам как чувствительным материалам сенсора. Порог детектирования, область линейности сигнала и мертвое время для сенсора.	КВ / Д / Р
4	Физико-химические принципы создания сенсоров на различных типах микро- и наноструктур.	Физические и химические характеристики наноматериалов, определяющие их чувствительность по отношению к детектируемым агентам. Физические характеристики наноструктур детектирующих внешние воздействия (температура, давление, излучение). Контроль размер зерен нанокристаллов и толщины поверхностного слоя в нанопленках полупроводниковых сенсорных материалах. Возможности уменьшения размеров детекторных наноструктур для наносенсоров. Наносенсоры на квантовых точках. Наносенсоры на индивидуальных молеку-	ЛР/ КВ / Д / Р

		лах.	
5	Проблема детектирования газов и жидкостей химическими сенсорами. Роль физики поверхности в построении микро- и наносенсоров.	Физико-химические взаимодействия газов и жидкостей с поверхностью детекторного наноструктурированного материала. Термодинамика и кинетика процессов взаимодействия детектируемого агента и детектирующей наноструктуры.	ЛР/ Д / Р
6	Микро- и наноразмерные структуры в качестве чувствительных материалов сенсорных устройств.	Применение различных типов наноструктур (квантовые точки, нанокристаллы, нанонити, наноусы, нановолокна, нанокабеля, нанопленки, нанорешетки) в качестве материалов сенсорных устройств. Углеродные нанотрубки в качестве материалов наносенсоров. Графеновые наночастицы в качестве материалов наносенсоров.	ЛР/ КВ / Д / Р
7	Микро- и наноразмерные структуры в качестве чувствительных материалов сенсорных устройств.	Нанопленки, нанонити и квантовых точки полупроводниковых оксидов, сульфидов и селенидов металлов в качестве материалов наносенсоров. Наносенсоры на основе кремниевых наноструктур. Гибридные наноструктуры разных типов в качестве материалов наносенсоров.	ЛР/ КВ / Д / Р
8	Электронные сенсорные устройства на твердотельных микро- и наноструктурах.	Резистивные элементы на наноструктурах в качестве наносенсоров. Эмиссионные элементы на наноструктурах в качестве наносенсоров. Дiodные приборы на наноструктурах в качестве наносенсоров различного назначения. Транзисторные приборы на наноструктурах в качестве наносенсоров. Полевой транзистор, канальный транзистор, одноэлектронный транзистор на УНТ, транзистор с электрохимическим затвором на основе наноструктур в качестве наносенсоров. Электронные устройства на основе наноструктур электропроводящих полимеров в качестве сенсоров. Лаборатория-начипе как пример многофункционального сенсорного устройства. «Электронный нос» и «Электронный язык».	КВ / Д / Р
9	Характеристики реальных полупроводниковых микро- и наносенсоров.	Характеристики газовых и жидкостных наносенсоров на основе углеродных нанотрубок. Характеристики газовых и жидкостных сенсоров на основе микро- и наноструктур полупроводниковых оксидов металлов в качестве чувствительных материалов сенсоров.	ЛР/ КВ / Д / Р
10	Характеристики реальных полупроводниковых	Характеристики газовых и жидкостных сенсоров на основе микро- наноструктур полупроводниковых сульфидов и селенидов металлов в	ЛР/ КВ / Д / Р

	микро- и нано-сенсоров.	качестве материалов сенсоров.	
11	Проектирование и оптимизация микро- и наноструктур для различных типов сенсорных устройств.	Существующие методы и подходы проектирование и оптимизация наноструктур для сенсорных устройств. Применение эмпирических силовых полей метода молекулярной механики, неэмпирических и полуэмпирических методов квантовой химии для проектирования и оптимизации наноструктур для сенсоров. Перспективы применения методов классической и неэмпирической молекулярной динамики для проектирования и оптимизации наноструктур для сенсоров.	КВ / Д / Р

Примечание: КВ – ответы на контрольные вопросы, ЛР – выполнение лабораторной работы, Д – доклад, Р – реферат.

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Согласно учебному плану занятия семинарского типа по учебной дисциплине «Материалы микро- и наносенсорики» не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

Согласно учебному плану предусматриваются лабораторные занятия по учебной дисциплине «Материалы микро- и наносенсорики»..

В основе построения лабораторных занятий по дисциплине «Материалы микро- и наносенсорики». лежит последовательность поэтапных действий исследователя по планированию, подготовке, проведению изучения физических и электронных свойств наноматериалов и наноструктур, применимых для создания сенсорных устройств, и анализу полученных данных.

№	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов	Форма текущего контроля
1	«Изготовление газового сенсора на основе нанопленки SnO ₂ и исследование его свойств».	8	ЛР
2	«Изготовление газового сенсора на основе пленки наноструктурированного ZnO и исследование его свойств».	8	ЛР
3	«Изготовление и исследование свойств хемосенсора на наноструктурированных пленках полианилина для определения pH в растворах».	6	ЛР
4	«Изготовление и исследование свойств хемосенсора на углеродных нанотрубках для определения ионов тяжелых металлов в растворах».	8	ЛР
<i>Итого:</i>		30	

ЛР - защита лабораторной работы.

Лабораторные работы студентов по учебной дисциплине «Материалы микро- и наносенсорики» выполняются в специализированной химической лаборатории «Синтеза наноматериалов» и измерительных научно-исследовательских лабораториях НОЦ «ДССН» Кубанского государственного университета.

В результате выполнения лабораторных работ у студентов по учебной дисциплине «Материалы микро- и наносенсорики» формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля "Нанотехнология в электронике" компетенции – ОПК-7, ПК-2, ПК-8 .

2.3.4 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.	Проработка учебного теоретического материала	Методические указания по изучению теоретического материала, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.
2.	Подготовка к защите лабораторных работ	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.
3.	Реферат	Бушенева Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 140 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93331 . Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 340 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93303 .
4.	Подготовка презентации по теме реферата	Вылегжанина А.О. Деловые и научные презентации [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 115 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=446660 .

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.

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.

3. Образовательные технологии

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения дисциплины «Материалы микро- и наносенсорики» 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:

- проблемная лекция;
- лекция-пресс-конференция;
- организационно-деятельностная игра.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Оценочными средствами для текущего контроля успеваемости являются: проблемная лекция, лекция-пресс-конференция, организационно-деятельностная игра, ответы на контрольные вопросы, выполнение практических заданий, доклад, реферат.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

4.1.1 Примерные темы рефератов и докладов

В процессе подготовки докладов и рефератов формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике» компетенции – ОПК-7, ПК-2, ПК-8.

Ниже приводятся примеры докладов и рефератов для рабочей программы.

1. Функциональные возможности и ограничения наносенсоров.
2. Физические наносенсоры.
3. Химические наносенсоры.
4. Электрохимические наносенсоры.
5. Спектрохимические наносенсоры.
6. Бионаносенсоры.
7. Наносенсоры для обнаружения вирусов и бактерий.
8. Наносенсоры для детектирования наночастиц.

9. Наносенсоры для детектирования паров углеводородов.
10. Наносенсоры для детектирования водорода.
11. Наносенсоры для детектирования взрывчатых веществ.
12. Наносенсоры для детектирования химических поражающих агентов.
13. Наносенсоры для детектирования лазерного излучения.
14. Наносенсоры для детектирования микроволнового излучения.
13. Оптические детекторные наносенсоры.
14. Наносенсоры детектирования радиоактивного излучения.
15. Наносенсоры для измерения уровня влажности.
16. Наносенсоры для измерения механических напряжений.
17. Углеродные нанотрубки в качестве материалов наносенсоров.
18. Графеновые наночастицы в качестве материалов наносенсоров.
19. Хеморезистивные газовые наносенсоры на основе полупроводниковых оксидов металлов.
20. Наносенсоры на основе нанонитей полупроводниковых оксидов металлов.
21. Наносенсоры на основе квантовых точек полупроводниковых оксидов металлов.
22. Наносенсоры на основе кремниевых наноструктур.
23. Наносенсоры на основе наноструктур полупроводниковых сульфидов.
24. Хемосенсоры на основе наноструктур электропроводящих полимеров.
25. Биосенсоры на основе наноструктур электропроводящих полимеров.
26. Пьезосенсоры на основе наноразмерных пленок полимерных материалов.

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ОПК-7: способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

ПК-2: способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.

ПК-8: способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники.

Критерии оценки доклада:

Отметка «зачтено» выставляется студенту, если доклад соответствует предъявляемым к нему требованиям по объему и структуре и высказано собственное суждение по рассматриваемой теме.

Отметка «не зачтено» выставляется студенту, если в докладе отсутствует соответствие между заданной темой реферативной работы и изученными научными источниками, источник плохо проанализирован, собственных суждений по докладу студент не имеет.

Критерии оценки реферата:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если реферат соответствует предъявляемым к нему требованиям по объему, структуре, оформлению и при написании реферата студентом была глубоко изучена научная литература, отражены существующие в науке точки зрения и высказано собственное суждение по рассматриваемой теме.

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если реферат соответствует предъявляемым к нему требованиям по объему, структуре, оформлению и при написании реферата им была изучена научная литература, отражены существующие в науке точки зрения, но не высказано собственное суждение по рассматриваемой теме, имеются незначительные пробелы в изложении научного материала по теме.

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если при написании реферата вопросы темы раскрыты недостаточно полно, имеются недостатки в оформлении реферативной работы.

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если в реферате присутствует плагиат, студент не проявил самостоятельности при выполнении научной работы, заимствовал материал, отсутствует соответствие между темой реферативной работы и изученными научными источниками; работа выполнена с грубыми нарушениями требований к оформлению, при

защите реферата студентом продемонстрировано отсутствие знаний необходимого материала по теме.

4.1.2 Примеры практических заданий

В процессе подготовки и выполнения практических заданий формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике» компетенции – ОПК-7, ПК-2, ПК-8.

Ниже приводятся примеры практических заданий для рабочей программы.

1. Предложите и обоснуйте схему сенсора для анализа газовых смесей на содержание водорода на основе углеродной нанотрубки/нанотрубок.

2. Предложите и обоснуйте схему сенсора для анализа механических напряжений на основе графеновых наночастиц.

3. Предложите и обоснуйте схему микроразмерного сенсора для анализа влажности воздуха на основе наночастиц полианилина.

4. Предложите и обоснуйте схему сигнального наносенсора для обнаружения взрывчатых веществ.

5. Предложите и обоснуйте схему наносенсора для обнаружения летучих фосфорорганических соединений.

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ОПК-7: способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

ПК-2: способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.

ПК-8: способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники.

Критерии оценки:

- оценка **«отлично»**: студент свободно отвечает на данные выше вопросы, активно участвует в дискуссии и в работе научного коллектива, речь отличается грамотностью, использованием профессионально-ориентированной терминологии; допустимы заминки и непродолжительные остановки;

- оценка **«хорошо»**: студент отвечает на данные выше вопросы, участвует в дискуссии и в работе научного коллектива, речь отличается грамотностью, использованием профессионально-ориентированной терминологии; но присутствуют непродолжительные остановки и негрубые ошибки;

- 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 навыком филологического анализа текстов романтизма и реализма;

- 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.

4.1.3 Контрольные вопросы по учебной программе

1. Какие физико-химические свойства углеродных нанотрубок могут применяться для создания сенсорных устройств и детекторов?

2. Какие физические параметры углеродных нанотрубок могут выступать в качестве источника сигнала химического газового сенсора.

3. Какие физические параметры углеродных нанотрубок могут выступать в качестве источника сигнала датчика давления или механических напряжений.

4. Какие основные параметры углеродных нанотрубок определяют их применение в сенсорных устройствах?

5. Какие физико-химические свойства графеновых нанонитей могут применяться для создания сенсорных устройств и детекторов?

6. Какие физические параметры графеновых нанонитей могут выступать в качестве источника сигнала химического газового сенсора.

7. Какие физические параметры графеновых нанонитей могут выступать в качестве источника сигнала датчика излучения ближнего ИК-диапазона.

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ОПК-7: способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

ПК-2: способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.

ПК-8: способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники.

Критерии оценки:

Оценка «**зачтено**» ставится, если продемонстрирован достаточный уровень эрудированности студента, выводы и наблюдения самостоятельны, соблюдена культура устного и письменного изложения материала и в целом продемонстрированы знания и умения необходимых компетенций.

Оценка «**не зачтено**» ставится, если студент не может дать правильные ответы на 80% вопросов или не соблюдены хотя бы 2 из оставшихся требований.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

4.2.1 Вопросы, выносимые на зачет по дисциплине «Материалы микро- и наносенсорики» для направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике».

4.2.1 Вопросы для подготовки к зачету

1. Предмет наносенсорики. Основные понятия и терминология. Потребность в наносенсорах.

2. Роль фундаментальных закономерностей, определяющих применение наноразмерных структур, используемых в сенсорных устройствах. Основные требования к хемо- и бионаносенсорам.

3. Классификация наносенсоров по измеряемому параметру. Классификация наносенсоров по принципу действия.

3. Наносенсоры массы. Оптические и фотоакустические наносенсоры. Наносенсоры на поверхностных акустических волнах. Пьезоэлектрические наносенсоры. Атомносиловые сенсоры. Пироэлектрические наносенсоры.

4. Химические наносенсоры и бионаносенсоры.

5. Основные узлы сенсорных систем. Требования к наноструктурам как чувствительным материалам сенсора.

6. Порог детектирования, область линейности сигнала и мертвое время для наносенсора.

7. Физические и химические характеристики наноматериалов, определяющие их чувствительность по отношению к детектируемым агентам.

8. Физические характеристики наноструктур детектирующих внешние воздействия (температура, давление, излучение).

9. Контроль размер зерен нанокристаллов и толщины поверхностного слоя в нанопленках полупроводниковых сенсорных материалах.

10. Возможности уменьшения размеров детекторных наноструктур для наносенсоров. Наносенсоры на квантовых точках. Наносенсоры на индивидуальных молекулах.

11. Физико-химические взаимодействия газов и жидкостей с поверхностью детекторного наноструктурированного материала.

12. Применение различных типов наноструктур в качестве материалов сенсорных устройств.

13. Углеродные нанотрубки в качестве материалов наносенсоров.

14. Графеновые наночастицы в качестве материалов наносенсоров.

15. Нанопленки, нанонити и квантовых точки полупроводниковых оксидов, сульфидов и селенидов металлов в качестве материалов наносенсоров.

16. Наносенсоры на основе кремниевых наноструктур.

17. Гибридные наноструктуры разных типов в качестве материалов наносенсоров.

18. Резистивные элементы на наноструктурах в качестве наносенсоров.

19. Эмиссионные элементы на наноструктурах в качестве наносенсоров.

20. Диодные приборы на наноструктурах в качестве наносенсоров различного назначения.

21. Транзисторные приборы на наноструктурах в качестве наносенсоров.

22. Полевой транзистор, канальный транзистор, одноэлектронный транзистор на УНТ, транзистор с электрохимическим затвором на основе наноструктур в качестве наносенсоров.

23. Электронные устройства на основе наноструктур электропроводящих полимеров в качестве сенсоров.

24. Лаборатория-на-чипе как пример многофункционального сенсорного устройства.

25. «Электронный нос» и «Электронный язык».

26. Характеристики газовых и жидкостных наносенсоров на основе углеродных нанотрубок.

27. Характеристики газовых и жидкостных наносенсоров на основе наноструктур полупроводниковых оксидов металлов в качестве материалов наносенсоров.

28. Характеристики газовых и жидкостных наносенсоров на основе наноструктур полупроводниковых сульфидов и селенидов металлов в качестве материалов наносенсоров.

29. Существующие методы и подходы проектирования и оптимизации наноструктур для сенсорных устройств.

30. Применение эмпирических силовых полей метода молекулярной механики и полуэмпирических методов квантовой химии для проектирования и оптимизации наноструктур для сенсоров.

31. Применение неэмпирических методов квантовой химии и теории функционала плотности для проектирования и оптимизации наноструктур для сенсоров.

32. Перспективы применения методов классической и неэмпирической молекулярной динамики для проектирования и оптимизации наноструктур для сенсоров.

33. Новые подходы и методы для увеличения чувствительности, повышения селективности и снижения размеров наносенсоров.

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ОПК-7: способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

ПК-2: способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

ПК-8: способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники.

Оценка знаний на зачете производится по следующим критериям:

- 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;

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

5.1 Основная литература:

1. Родионов Ю.А. Основы микросенсорики: учебное пособие. Издательство "Инфра-Инженерия". 2019.С. 288. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/124662>

2. Войтович И.Д., Корсунский В.М. - Интеллектуальные сенсоры. Издательство: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". 2016. Издание 2-е изд. С. 1164. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100608>

3. Нанотехнологии в электронике. Под редакцией: Чаплыгина Ю.А. Москва: Техносфера, – 2013. – 688 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=443325

4. Мороз А. В. , Вашури Н. С. Основы лучевых и плазменных технологий: лабораторный практикум. Йошкар-Ола: ПГТУ, – 2017. – 120 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=477392

5. Денисов А.А., Кальнов В.А., Шахнов В.А. - Проектирование наносенсоров. Издательство: - Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана 2011. С. 128. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106509>

6. Физико-технологические основы макро-, микро- и нанoeлектроники. Барыбин А.А., Томилин В.И., Шаповалов В.И. Издательство "Физматлит". – 2011. – 784 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5258>

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература

1. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы. Учебное пособие. - 5-е изд.– М.: Лаборатория знаний. – 2017. – 368 с. <https://e.lanbook.com/book/94117>

2. Раков, Э.Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие / Э.Г. Раков. - 2-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2015. - 480 с. - <https://e.lanbook.com/book/70727>.

3. Наноматериалы: свойства и перспективные приложения / отв. ред. А. Б. Ярославцев. - Москва : Научный мир, 2014. - 455 с. -

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=468346&sr=1.

4. Баника Ф.-Г. Химические и биологические сенсоры: основы и применения. пер. с англ. И. М. Лазер; ред. В. А. Шубарев. – М.: Техносфера. – 2014. – 879 с.

5. Цао Гочжун, Ин Ван. Наноструктуры и наноматериалы. Синтез, свойства и применение / пер. с англ. 2-го издания А.И. Ефимова, С.И. Каргов; науч. ред. русс. изд. В.Б. Зайцев. – М.: Научный мир. – 2012. – 520 с.

5.3. Периодические издания:

1. Научно-теоретический журнал «*Физика твердого тела*»
2. Научно-теоретический журнал «*Журнал экспериментальной и теоретической физики*»
3. Научно-теоретический журнал «*Письма в ЖЭТФ*»
4. Научный обзорный журнал «*Успехи физических наук*»
5. Научный обзорный журнал «*Успехи химии*»
6. Научно-производственный журнал «*Нанотехнологии. Экология. Производство*».
7. Научный обзорный журнал «*Российские нанотехнологии*».
8. Научно-практический и теоретический журнал «*Наносистемы: физика, химия, математика*»
9. Научно-технический и теоретический журнал «*Наноматериалы и наноструктуры – XXI век*»

5.4 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru>
2. Научная электронная библиотека: <http://cyberleninka.ru/>
3. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН: <http://archive.neicon.ru>
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/window>
5. Библиотека электронных учебников: <http://www.book-ua.org/>
6. Федеральный образовательный портал: http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm
7. Каталог научных ресурсов: <http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>
8. Большая научная библиотека: <http://www.sci-lib.com/>
9. Естественно-научный образовательный портал: <http://www.en.edu.ru/catalogue/>
10. Техническая библиотека: <http://techlibrary.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

На самостоятельную работу студентов по дисциплине «Материалы микро- и наносенсорики», согласно требованиям ФГОС ВО по направлению 11.03.04 Электроника и микроэлектроника профиля "Нанотехнология в электронике", отводится 41,8 часов от общей трудоемкости дисциплины (108 часов). Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;
- проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия.

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к соответствующим разделам дисциплины «Материалы микро- и наносен-

сорики».

Контроль осуществляется посредством устного опроса студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины и выполнения письменных контрольных работ.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы;
- путем написания реферативных работ и анализ результата их открытого доклада;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Материалы микро- и наносенсорики» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по данной дисциплине.

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.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия рабочей программы дисциплины и включают:

- заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;
- цель работы;
- предмет и содержание работы;
- порядок (последовательность) выполнения работы;
- общие правила к оформлению работы;
- контрольные вопросы и задания;
- список литературы (по необходимости).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения лабораторных работ в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

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.

Доклад — это результат самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое устное изложение в течении 5-8 минут результатов теоретического анализа или экспериментального исследования в рамках определенной научной темы. В ходе публичного доклада студент должен раскрыть суть анализируемой работы и высказать собственные взгляды на рассматриваемые проблемы.

Подготовка докладов необходима в целях приобретения студентами необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного поиска и анализа научных источников. С помощью доклада студенты при его прослушивании глубже постигают сложные проблемы курса, учатся лаконично пересказывать содержимое научных источников, обобщать выводы и делать заключение.

Подготовка доклада способствует формированию умения поиска научных источников и развитию умения анализировать научные статьи и сообщения.

Качество доклада оценивается по тому, насколько его содержание соответствует заданной теме, какие использованы первоисточники, насколько последовательно он изложен.

Реферат — это результат самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменной форме полученных результатов теоретического анализа определенной научной темы, где автор должен раскрыть суть исследуемой проблемы, привести существующие разные научные точки зрения, высказать собственные взгляды на рассматриваемые проблемы.

При подготовке реферата, который представляет собой научное сообщение, студент должен изучить и обобщить научную литературу. На основе изученного материала студент раскрывает содержание выбранной темы реферата, акцентируя внимание на актуальные и проблемные вопросы. Реферат должен быть оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми для оформления письменных работ.

Написание реферата необходимо в целях приобретения студентами необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска. С

помощью реферата студент глубже постигает наиболее сложные проблемы дисциплины, учиться лаконично излагать свои мысли, докладывать результаты своего труда.

Подготовка реферата способствует формированию научной культуры у выпускника, закреплению у него научных знаний, развитию умения самостоятельно анализировать различные научные источники.

Оформление реферата:

1. Реферат должен иметь следующую структуру: а) план; б) введение; в) изложение основного содержания темы; г) заключение; д) список использованной литературы.

2. Общий объём – 8-10 с. основного текста.

3. Перед написанием должен быть составлен план работы, который обычно включает 2–3 вопроса. План не следует излишне детализировать, в нём перечисляются основные, центральные вопросы темы.

4. В процессе написания работы студент имеет право обратиться за консультацией к преподавателю.

5. В основной части работы большое внимание следует уделить глубокому теоретическому освещению основных вопросов темы, правильно увязать теоретические положения с практикой, конкретным фактическим и цифровым материалом.

6. В реферате обязательно отражается использованная литература, которая является завершающей частью работы.

7. Особое внимание следует уделить оформлению.

8. При защите реферата выставляется дифференцированная оценка.

9. Реферат, не соответствующий требованиям, предъявляемым к данному виду работы, возвращается на доработку.

Рефераты выполняют на листах формата А4. Страницы текста, рисунки, формулы нумеруют. Текст следует печатать шрифтом № 12 с интервалом между строками в 1,5 интервала.

Качество реферата оценивается по тому, насколько полно раскрыто содержание темы, использованы первоисточники, логичное и последовательное изложение. Оценивается и правильность подбора основной и дополнительной литературы (ссылки по правилам: фамилии и инициалы авторов, название книги, место издания, издательство, год издания, страница).

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.

Перечень информационных технологий.

В настоящее время все более возрастает роль информационно-социальных технологий в образовании, которые обеспечивают всеобщую компьютеризацию учащихся и преподавателей на уровне, позволяющем решать следующие основные задачи:

– обеспечение выхода в сеть Интернет каждого участника учебного процесса в любое время и из различных мест пребывания;

– развитие единого информационного пространства образовательных индустрий и присутствие в нем в разное время и независимо друг от друга всех участников образовательного и творческого процесса;

– создание, развитие и эффективное использование управляемых информационных образовательных ресурсов, в том числе личных пользовательских баз и банков данных и знаний учащихся и педагогов с возможностью повсеместного доступа для работы с ними.

Информационные образовательные технологии возникают при использовании средств информационно-вычислительной техники. Образовательную среду, в которой осуществляются образовательные информационные технологии, определяют работающие с ней компоненты:

- техническая (вид используемых компьютерной техники и средств связи);
- программно-техническая (программные средства поддержки реализуемой технологии обучения);
- организационно-методическая (инструкции учащимся и преподавателям, организация учебного процесса).

Под образовательными технологиями в высшей школе понимается система научных и инженерных знаний, а также методов и средств, которые используются для создания, сбора, передачи, хранения и обработки информации в предметной области высшей школы. Формируется прямая зависимость между эффективностью выполнения учебных программ и степенью интеграции в них соответствующих информационно-коммуникационных технологий.

Информационная образовательная среда представляет собой информационную систему, объединяющую посредством сетевых технологий, программные и технические средства, организационное, методическое и математическое обеспечение, предназначенное для повышения эффективности и доступности образовательного процесса подготовки специалистов.

Характерной чертой образовательной среды является возможность студентов и преподавателей обращаться к структурированным учебно-методическим материалам, обучающим мультимедийным комплексам всего университета в любое время и в любой точке пространства. Помимо доступности учебного материала, необходимо обеспечить обучаемому возможность связи с преподавателем, получение консультации в он-лайн или офф-лайн режимах, а также возможность получения индивидуальной «навигации» в освоении того или иного предмета. Студенты будут стремиться к гибкому режиму обучения, модульным программам с многочисленными поступлениями и отчислениями, которые позволят накапливать зачетные единицы, свободно переводиться из одного вуза в другой с учетом предыдущего опыта, знаний и навыков. По-прежнему важной для студентов останется возможность личного развития и профессионального роста; программы получения степени и короткие курсы, возможно, будут пользоваться одинаковым спросом; резко возрастет потребность в программах профессионального обучения и аспирантских программах.

Разработчики дистанционного образования конкретизируют индивидуализацию образовательного поведения следующим образом, считая, что в дистанционном образовании наиболее ярко проявляются черты личностно-ориентированного способа обучения: гибкость, модульность, доступность, рентабельность, мобильность, охват, технологичность, социальное равноправие, интернациональность.

Важнейшие направления информатизации образования заключаются в следующем:

- реализация виртуальной информационно-образовательной среды на уровне учебного заведения, предусматривающая выполнение комплекса работ по созданию и обеспечению технологии его функционирования;
- системная интеграция информационных технологий в образовании, поддерживающих процессы обучения, научных исследований и организационного управления;
- построение и развитие единого образовательного информационного пространства.

Навыки пользования информационными технологиями включают в себя:

- базовые навыки (использование клавиатуры, мыши, принтера, операции с файлами и дисками);
- владение стандартным программным обеспечением (обработка текстов, создание таблиц, баз данных и т.д.);
- использование сетевых приложений (электронной почты, Интернета, веб-браузеров).

Таким образом, накопленный опыт применения информационных и дистанционных тех-

нологий в учебном процессе в различных вариантах позволяет говорить об определенных преимуществах подобных форм организации учебного процесса:

- становится возможной принципиально новая организация самостоятельной работы студентов;
- возрастает интенсивность учебного процесса;
- у студентов появляется дополнительная мотивация к познавательной деятельности;
- доступность учебных материалов в любое время;
- возможность самоконтроля степени усвоения материала по каждой теме неограниченное количество раз.

Следует отметить, что по мере накопления образовательных информационных ресурсов дистанционные технологии займут достойное место в образовательном процессе вуза, и станет возможным формирование на их основе разного уровня программ подготовки и переподготовки специалистов.

Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation).
2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation).
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. Компьютерная квантово-химическая программа «Abalone»
6. Вычислительный пакет HyperChem (www.hyper.com).

Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU:
<http://www.elibrary.ru>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:
<http://window.edu.ru/window>
3. Рубрикон – крупнейший энциклопедический ресурс Интернета:
<http://www.rubricon.com/>
4. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике:
<http://www.college.ru/>
5. Каталог научных ресурсов:
<http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>
6. Большая научная библиотека:
<http://www.sci-lib.com/>
7. Естественно-научный образовательный портал:
<http://www.en.edu.ru/catalogue/>
8. Техническая библиотека:
<http://techlibrary.ru/>
9. Физическая энциклопедия:
<http://www.femto.com.ua/articles/>
10. Академик – Словари и энциклопедии на Академике:
http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

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).

		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.
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). 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.
Учебные аудитории А21 и А22 НОЦ ДССН КубГУ для проведения лабораторных занятий	Оборудование: вытяжные шкафы химические, электроплитки лабораторные, электронные весы, сушильный шкаф, растровый электронный микроскоп сверхвысокого разрешения JEOL JSM7500F, спектрометр электронного парамагнитного резонанса JEOL JES-FA300, установка магнетронного напыления Q150T ES, установка для осаждения тонких пленок CCR Copra Cube ISSA.	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 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.

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 ВУЗа, 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). 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.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation).

(ауд.203)	мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду ВУЗа, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 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.
-----------	--	---