

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 » апреля 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.О.26 МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ
НАНОСИСТЕМ

(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.О.26 «Моделирование и проектирование наносистем» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 11.03.04 Электроника и микроэлектроника

код и наименование направления подготовки

Программу составил:

В.Ю. Бузько, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий, к.х.н.

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



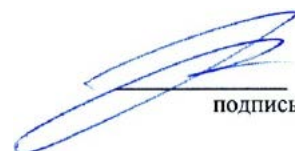
подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.О.26 «Моделирование и проектирование наносистем» утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий

протокол № 6 «20» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчик) Копытов Г.Ф.

фамилия, инициалы



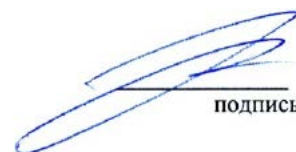
подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий

протокол № 6 «20» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Копытов Г.Ф.

фамилия, инициалы



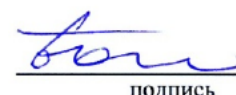
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета физико-технического

протокол № 9 «20» апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.

фамилия, инициалы



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 «Моделирование и проектирование наносистем» является формирование у студентов представления о современных методах компьютерного моделирования, расчете свойств и характеристик при проектировании наносистем различной размерности.

Результатами изучения студентами дисциплины «Моделирование и проектирование наносистем» должно стать приобретение знаний, умений и навыков по выбору методов компьютерного моделирования наносистем для решения задач практического проектирования наносистем с желаемыми/искомыми характеристиками.

1.2 Задачи дисциплины

Задачами освоения дисциплины «Моделирование и проектирование наносистем» являются:

- формирование теоретических знаний в области методов математического и компьютерного моделирования наноразмерных систем;
- формирование навыков по применению теоретических положений к описанию свойства наноструктур и наносистем различной пространственной размерности;
- формирование умений проектировать и использовать различные уровни моделирования наноразмерных систем и электронных приборов на их основе;
- формирование умений искать и анализировать научную литературу по моделированию наноразмерных систем и электронных приборов на их основе;
- организовывать в соответствии с научной организацией труда познавательную деятельность исследовательской направленности;
- развивать у обучающихся интегративный стиль мышления, познавательный интерес к новым разработкам в области моделирования структур для наноэлектроники.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Моделирование и проектирование наносистем» как учебная дисциплина является составной частью блока Б1.О учебного плана и относится к обязательной части дисциплин профессионального цикла. Дисциплина «Моделирование и проектирование наносистем» изучается в 7-ом семестре.

Дисциплина «Моделирование и проектирование наносистем» базируется на знаниях дисциплин университетского курса: электричества и магнетизма, атомной физики, физики наноразмерных систем, электромагнитных полей и волн, информационно-коммуникационных технологий и анализа данных. Освоение дисциплины «Моделирование и проектирование наносистем» позволит выпускникам ориентироваться в области применении теоретических положений к описанию свойства наноструктур с использованием современных математических и машинных методов моделирования. На основе этой дисциплины в дальнейшем изучается дисциплина «Материалы наноэлектроники» и также возможно применение результатов обучения студентами при подготовке выпускных квалификационных работ.

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

Изучение данной учебной дисциплины «Моделирование и проектирование наносистем» направлено на формирование у обучающихся следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций: ОПК-1, ПК-1, ПК-3.

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет
1.	ОПК-1 способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности	необходимость использования междисциплинарных связей для описания и моделирование наносистем различных типов	использовать компьютерные программы для моделирования наносистем и электронных приборов на их основе	умением поиска информации по проектированию наносистем методами компьютерного моделирования
2	ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	методы и компьютерные программы для построения и моделирования наносистем и электронных приборов на их основе	строить модели наносистем, использовать методы и компьютерные программы для построения и моделирования наносистем и электронных приборов на их основе	умением использовать методы и компьютерные программы для построения и моделирования наносистем и электронных приборов на их основе
3	ПК-3 готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	методы поиска информации по проектированию, построению и моделированию наносистем и электронных приборов на их основе	анализировать и систематизировать результаты исследований по проектированию и моделированию наносистем и электронных приборов на их основе, представлять материалы в виде научных отчетов	умением поиска информации по проектированию наносистем методами компьютерного моделирования

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины «Моделирование и проектирование наносистем» составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО)

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)		
			7		
Контактная работа, в том числе:		68,2	68,2		
Аудиторные занятия (всего)		64	64		
Занятия лекционного типа		32	32		
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		32	32		
Лабораторные занятия		–	–		
Иная контактная работа:		4,2	4,2		
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4		
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2		
Самостоятельная работа, в том числе:		39,8	39,8		
Курсовая работа		–	–		
Проработка учебного (теоретического) материала		20	20		
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		9,8	9,8		
Реферат		6	6		
Подготовка к текущему контролю		4	4		
Контроль:		–	–		
подготовка к зачету		4	4		
Общая трудоемкость	час.	108	108		
	в том числе контактная работа	68,2	68,2		
	зач. ед.	3	3		

2.2 Структура дисциплины

Разделы (темы) дисциплины «Моделирование и проектирование наносистем», изучаемые в 7 семестре, и их трудоемкости по разделам дисциплины. (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение. Потребность в моделировании и проектировании наносистем. Современные теоретические подходы к моделированию наноразмерных систем	4	2		–	2
2.	Молекулярно-механические модели наносистем	6	2	2	4	4
3.	Неэмпирические методы расчета строения и свойств молекул и нанокластеров	20	2	2	4	8
4	Полуэмпирические квантовохимические методы расчета наносистем	20	2	2	4	6
5	Описание валентных взаимодействий в наносистемах.	18	2	2	4	6
6	Методы молекулярной динамики в моделировании нанообъектов	4	2	2	4	2
7	Моделирование нековалентных взаимодействий в супрамолекулярных наноструктурах	16	2	2	4	4

8	Моделирование периодических атомных и молекулярных систем	4	2	2	4	2
9	Компьютерная реализация методов моделирования наносистем	7,8	2	2	6	3,8
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	103,8	18	16	34	37
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	35,7	5,7	10	10	10
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,1	0,05	0,1	0,05
	Подготовка к текущему контролю	3	1	0,5	1	0,5
	Общая трудоемкость по дисциплине	108	24,8	26,6	45,1	47,6

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. Потребность в моделировании и проектировании наносистем. Современные теоретические подходы к моделированию наноразмерных систем	Введение. Потребность в моделировании и проектировании наносистем. Цели моделирования и искомые характеристики наносистем. Цели моделирования. Физико-химические модели структуры нанообъектов. Классификация методов моделирования строения молекулярных, супрамолекулярных и наноструктурных систем. Использование экспериментальных данных для построения начальных моделей. Межчастичные взаимодействия в наноструктурах. Парные и трехчастичные потенциалы.	Р / Д
2.	Молекулярно-механические модели наносистем	Представление наносистемы в виде макромолекулы. Силовые поля и их параметры. Энергия: растяжения связи, угловой деформации, кручения. Алгоритмы молекулярной механики. Параметризация классических силовых полей. Компьютерная реализация моделирования различных типов наноструктур методами молекулярной механики. Практические приложения и ограничения методов молекулярной механики для разных типов наносистем.	Р / Д / ПЗ / ЛР
3.	Неэмпирические методы расчета строения и свойств молекул и нанокластеров	Уравнение Шредингера для молекулярной системы. Свойства электронной волновой функции. Приближение Борна-Оппенгеймера. Иерархия неэмпирических методов квантовой химии. Метод Хартри-Фока. Электронная корреляция и методы ее учета. Метод конфигурационного взаимодействия. Теория возмущений. Метод связанных кластеров. Точность неэмпирических квантово-химических	Д / ПЗ / ЛР

		расчетов. Теория Кона-Шэма. Функционалы электронной плотности. Локальные и нелокальные функционалы плотности. Градиентная коррекция. Проблемы использования функционалов плотности в описании свойств и характеристик наночастиц. Базисные функции для неэмпирических расчетов. Номенклатура базисных наборов. Роль базисных функций в описании свойств наносистем. Компьютерные программы для неэмпирического моделирования наносистем.	
4.	Полуэмпирические квантовохимические методы расчета наносистем	Методы, основанные на пренебрежении дифференциальным перекрытием. Методы, использующие р-электронное приближение. Точность и проблемы полуэмпирических квантово-химических расчетов. Особенности применения полуэмпирических методов для расчета различных типов наносистем. Компьютерные программы для полуэмпирического моделирования наносистем.	Д / ПЗ / ЛР
5.	Описание валентных взаимодействий в наносистемах.	Молекулярные орбитали и их характеристики. Орбитальная картина химической связи. Анализ заселенностей атомных орбиталей. Перекрытие орбиталей. Пространственное распределение электронной плотности и заряда. Электростатический и энергетический аспекты описания химической связи. Локализация и гибридизация орбиталей. Модели электронной локализации и их орбитальное и квантово-топологическое обоснование.	Д / ПЗ / ЛР
6.	Методы молекулярной динамики в моделировании нанообъектов	Методы молекулярной динамики. Алгоритмы молекулярно-динамических расчетов. Виды термостатов и баростатов. Особенности моделирование наноструктур методом молекулярной динамики. Компьютерные программы молекулярной динамики и их характеристики. Преимущества и ограничения метода молекулярной динамики для изучения свойств наносистем.	Д / ПЗ / ЛР
7.	Моделирование нековалентных взаимодействий в супрамолекулярных наноструктурах	Модели образования наноструктур. Потенциалы атомных и молекулярных взаимодействий. Водородная связь. Ван-дер-ваальсово взаимодействие. Понятие о супрамолекулярной химии. Иерархия построения супрамолекулярных наноразмерных систем.	Д / ПЗ / ЛР
8.	Моделирование периодических атомных и молекулярных систем	Одноэлектронные волновые функции периодических структур и методы их расчета. Приближение локальной плотности. Уровень Ферми. Плотность состояний. Зонная структура и свойства твердых тел. Кластерное приближение. Электронное строение периодических наноструктур.	Д / ПЗ / ЛР

9.	Компьютерная реализация методов моделирования наносистем	Использование структурных, спектральных и термодинамических баз данных для создания моделей наносистем. Кембриджская база структурных данных, база NIST, термодинамические базы ИВТАН-термо и Fact. Подготовка данных, расчет и интерпретация результатов неэмпирических и полуэмпирических расчетов.	Д / ПЗ / ЛР
----	--	---	-------------

Примечание: Р – реферат, Д – доклад, КВ – ответы на контрольные вопросы, ПЗ – выполнение практических заданий, ЛР – выполнение лабораторных работ.

2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела (темы)	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение. Потребность в моделировании и проектировании наносистем. Современные теоретические подходы к моделированию наноразмерных систем	Потребность в моделировании и проектировании наносистем. Физико-химические модели структуры нанообъектов. Классификация методов моделирования строения молекулярных, супрамолекулярных и наноструктурных систем. Использование экспериментальных данных для построения начальных моделей наносистем. Межчастичные взаимодействия в наноструктурах. Парные и трехчастичные потенциалы.	Р/ Д / КВ
2.	Молекулярно-механические модели наносистем	Представление наносистемы в виде макромолекулы. Силовые поля и их параметры. Энергия: растяжения связи, угловой деформации, кручения. Алгоритмы молекулярной механики. Параметризация классических силовых полей. Практические приложения и ограничения методов молекулярной механики для разных типов наносистем.	Д / КВ
3.	Неэмпирические методы расчета строения и свойств молекул и нанокластеров	Свойства электронной волновой функции. Иерархия неэмпирических методов квантовой химии. Метод Хартри-Фока. Электронная корреляция и методы ее учета. Точность неэмпирических квантово-химических расчетов. Функционалы электронной плотности. Проблемы использования функционалов плотности в описании свойств и характеристик наночастиц. Базисные функции для неэмпирических расчетов. Роль базисных функций в описании свойств наносистем.	Д / КВ
4.	Полуэмпирические квантовохимические методы расчета	Точность и проблемы полуэмпирических квантово-химических расчетов. Особенности применения полуэмпирических методов для	Д / КВ

	наносистем	расчета различных типов наносистем..	
5.	Описание валентных взаимодействий в наносистемах.	Молекулярные орбитали и их характеристики. Орбитальная картина химической связи. Анализ заселенностей атомных орбиталей. Перекрытие орбиталей. Пространственное распределение электронной плотности и заряда. Электростатический и энергетический аспекты описания химической связи.	Д / КВ
6.	Методы молекулярной динамики в моделировании нанообъектов	Методы молекулярной динамики для моделирования наносистем. Особенности моделирование наноструктур методом молекулярной динамики. Преимущества и ограничения метода молекулярной динамики для изучения свойств наносистем.	Д / КВ
7.	Моделирование нековалентных взаимодействий в супрамолекулярных наноструктурах	Модели образования наноструктур различных типов. Водородная связь и Ван-дер-ваальсово взаимодействие в наносистемах. Понятие о супрамолекулярной химии. Супрамолекулярные наноразмерные системы и особенности их моделирования.	Д / КВ
8.	Компьютерная реализация методов моделирования наносистем	Использование структурных, спектральных и термодинамических баз данных для создания моделей наносистем. Интерпретация результатов неэмпирических, полуэмпирических, молекулярно-динамических расчетов наносистем.	Д / КВ

Примечание: Р – реферат, Д – доклад, КВ – ответы на контрольные вопросы

2.3.3 Лабораторные занятия

В основе построения лабораторного практикума по дисциплине «Моделирование и проектирование наносистем» лежит последовательность поэтапных действий исследователя по планированию, подготовке, проведению моделирования наноструктур и анализу полученных данных.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	«Моделирование углеродных наноструктур методом молекулярной механики»	Отчет по лабораторной работе
2.	«Моделирование гетеронанокластеров кремния и германия»	Отчет по лабораторной работе
3.	«Неэмпирическое моделирование нанокластеров алюминия»	Отчет по лабораторной работе
4.	«Моделирование эффекта допирования атомами IIIA и VA групп на свойства графеновых наночастиц».	Отчет по лабораторной работе
5.	«Моделирование свойств нанопластин графена и силицена».	Отчет по лабораторной работе
6.	«МД-моделирование нанопровода на основе интеркаллированной атомами лития одностеночной УНТ»	Отчет по лабораторной работе
7.	«Моделирование взаимодействия нанонитей карбина»	Отчет по лабораторной работе

8.	«Моделирование электронных свойств нанонитей ZnS»,	Отчет по лабораторной работе
----	--	------------------------------

Лабораторные работы выполняются в НОЦ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» Кубанского государственного университета.

В результате выполнения лабораторных работ у студентов формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике» компетенции – ОПК-1, ПК-1, ПК-3.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану по дисциплине «Моделирование и проектирование наносистем» 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,
- 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

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения дисциплины «Моделирование и проектирование наносистем» 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 «Моделирование и проектирование наносистем» используются следующие методы:

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

В рамках практических 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 моделирования 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.

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

4. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Моделирование и проектирование наносистем».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме тестовых заданий, доклада-презентации, реферат, практические занятия, контрольные вопросы и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету.

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.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Введение. Потребность в моделировании и проектировании наносистем. Современные теоретические подходы к моделированию наноразмерных систем.	ОПК-1 (знать, уметь, владеть)	Доклад, реферат, сообщение.	Вопросы на зачете 1, 2.
2	Молекулярно-механические модели наносистем.	ОПК-1 (знать, уметь, владеть) ПК-1 (знать, уметь, владеть) ПК-3 (знать,	Лабораторная работа, доклад, реферат	Вопрос на зачете 3

		уметь, владеть)		
3	Неэмпирические методы расчета строения и свойств молекул и нанокластеров.	ОПК-1 (знать, уметь, владеть)	Лабораторная работа, доклад, реферат, опрос	Вопросы на зачете 4-10
4	Полуэмпирические квантовохимические методы расчета наносистем.	ПК-1 (знать, уметь, владеть) ПК-3 (знать, уметь, владеть)	Реферат, доклад, сообщение, эссе	Вопросы на зачете 11-12
5	Описание валентных взаимодействий в наносистемах.	ПК-1 (знать, уметь, владеть) ПК-3 (знать, уметь, владеть)	Реферат, доклад, сообщение, эссе	Вопрос на зачете 5, 7, 8
6	Методы молекулярной динамики в моделировании нанообъектов.	ПК-1 (знать, уметь, владеть) ПК-3 (знать, уметь, владеть)	Лабораторная работа, доклад, реферат	Вопросы на зачете 13-16
7	Моделирование нековалентных взаимодействий в супрамолекулярных наноструктурах.	ПК-1 (знать, уметь, владеть) ПК-3 (знать, уметь, владеть)	Лабораторная работа, доклад, реферат	Вопрос на зачете 5, 7, 8, 17
8	Моделирование периодических атомных и молекулярных систем.	ОПК-1 (знать, уметь, владеть) ПК-3 (знать, уметь, владеть)	Реферат, доклад, сообщение	Вопрос на зачете 18-20, 22
9	Компьютерная реализация методов моделирования наносистем.	ОПК-1 (знать, уметь, владеть) ПК-1 (знать, уметь, владеть) ПК-3 (знать, уметь, владеть)	Лабораторная работа, доклад, реферат	Вопрос на зачете 21-28

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
ОПК-1 способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности	Знает – необходимость использования междисциплинарных связей для описания и моделирование наносистем различных типов	Знает – необходимость использования междисциплинарных связей для описания и моделирование наносистем различных типов	Знает – необходимость использования междисциплинарных связей для описания и моделирование наносистем различных типов
	Умеет – частично использовать компьютерные программы для моделирования наносистем и электронных приборов на их основе	Умеет - использовать компьютерные программы для моделирования наносистем и электронных приборов на их основе	Умеет – полностью использовать компьютерные программы для моделирования наносистем и электронных приборов на их основе
	Владеет – частичным умением поиска информации по	Владеет – умением поиска информации по проектированию	Владеет – умением поиска информации по проектированию

	проектированию наносистем методами компьютерного моделирования	наносистем методами компьютерного моделирования	наносистем методами компьютерного моделирования
ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Знает – частично методы и компьютерные программы для построения и моделирования наносистем и электронных приборов на их основе	Знает – методы и компьютерные программы для построения и моделирования наносистем и электронных приборов на их основе	Знает – методы и компьютерные программы для построения и моделирования наносистем и электронных приборов на их основе
	Умеет – частично строить модели наносистем, использовать методы и компьютерные программы для построения и моделирования наносистем и электронных приборов на их основе	Умеет – строить модели наносистем, использовать методы и компьютерные программы для построения и моделирования наносистем и электронных приборов на их основе	Умеет – строить модели наносистем, использовать методы и компьютерные программы для построения и моделирования наносистем и электронных приборов на их основе
	Владеет – частичным умением использовать методы и компьютерные программы для построения и моделирования наносистем и электронных приборов на их основе	Владеет – умением использовать методы и компьютерные программы для построения и моделирования наносистем и электронных приборов на их основе	Владеет – умением использовать методы и компьютерные программы для построения и моделирования наносистем и электронных приборов на их основе
ПК-3 готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	Знает – частичные элементы методов поиска информации по проектированию, построению и моделированию наносистем и электронных приборов на их основе	Знает – методы поиска информации по проектированию, построению и моделированию наносистем и электронных приборов на их основе	Знает – методы поиска информации по проектированию, построению и моделированию наносистем и электронных приборов на их основе
	Умеет – частично анализировать и систематизировать результаты исследований по проектированию и моделированию наносистем и электронных приборов на их основе, представлять материалы в виде научных отчетов	Умеет – частично анализировать и систематизировать результаты исследований по проектированию и моделированию наносистем и электронных приборов на их основе, представлять материалы в виде научных отчетов	Умеет – частично анализировать и систематизировать результаты исследований по проектированию и моделированию наносистем и электронных приборов на их основе, представлять материалы в виде научных отчетов
	Владеет – частичным умением поиска информации по проектированию наносистем методами компьютерного моделирования	Владеет – умением поиска информации по проектированию наносистем методами компьютерного моделирования	Владеет – умением поиска информации по проектированию наносистем методами компьютерного моделирования

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

В процессе подготовки докладов и рефератов по дисциплине «Моделирование и проектирование наносистем» формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике» компетенции – ОПК-1, ПК-1, ПК-3.

Ниже приводятся примеры докладов и рефератов для рабочей программы.

1. Основные методы компьютерного моделирования структурно-механических свойств наночастиц.
2. Методы компьютерного моделирования электронных свойств наночастиц.
3. Компьютерное моделирование наноразмерных элементов квантовой электроники.
4. Методы теории функционала плотности и их применение при моделировании свойств наноразмерных частиц.
5. Функционалы, применяемые при моделировании свойств наноразмерных частиц.
6. Полуэмпирические методы, применяемые для моделирования электронных свойств наносистем.
7. Эмпирические методы, применяемые для моделирования свойств наносистем.
8. Метод молекулярной динамики и его применение при моделировании свойств наноразмерных частиц.
9. Метод Монте-Карло и его применение при моделировании свойств наноразмерных частиц.
10. Специфика наноразмерных частиц как объектов компьютерного моделирования.
11. Методы компьютерного моделирования спектrophизических свойств наночастиц.
12. Компьютерное моделирование распространенных полупроводниковых наноматериалов.
13. Компьютерное моделирование новых полупроводниковых неорганических наноматериалов.
14. Компьютерное моделирование новых полупроводниковых органических наноматериалов.

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ОПК-1: способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности.

ПК-1: способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.

ПК-3: готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

В процессе подготовки и выполнения практических заданий по дисциплине «Моделирование и проектирование наносистем» формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике» компетенции – ОПК-1, ПК-1, ПК-3.

Ниже приводятся примеры практических заданий для рабочей программы.

Вопрос 1. Основная величина в теории функционала плотности это

- 1) многоэлектронная волновая функция; 2) атомная орбиталь; 3) электронная плотность; 4) электронно-ядерный потенциал.

Ответ –

Вопрос 2. Как в методе Кона-Шэма учитывается обменно-корреляционное взаимодействие электронов?

Вопрос 3. Приближение локальной плотности применяется в теории функционала плотности, чтобы

1) повысить точность расчета, 2) учесть спин электрона, 3) перенести формулы для однородного электронного газа на произвольные системы, 4) избежать итерационную процедуру расчета.

Ответ –

Вопрос 4. Уравнения Кона-Шэма являются

1) точными, 2) приближенными, 3) справедливыми для однородного электронного газа;

4) игнорирующими обмен электронов.

Ответ –

Вопрос 5. Энергия супрамолекулярной наночастицы при увеличении ее размера

1) увеличивается, 2) уменьшается, 3) изменяется бессистемно, 4) остается неизменной.

Ответ –

Вопрос 6. Метод Монте-Карло и метод молекулярной динамики

1) описывают все взаимодействия в системе; 2) не описывают нековалентные взаимодействия; 3) описывают только ковалентные взаимодействия; 4) применимы только для ионных связей

Ответ –

Вопрос 7. Потенциал в методе Монте-Карло и методе молекулярной динамики приближенно учитывает

1) все взаимодействия в системе; 2) все взаимодействия в системе, кроме кулоновских;

3) только водородные связи в системе; 4) только кулоновские взаимодействия

Ответ –

Вопрос 8. Движение частиц системы описывается методе молекулярной динамики

1) законами квантовой механики; 2) законами классической механики; 3) игнорируется; 4)

учитывается в среднем

Ответ –

Вопрос 9. Разложение волновых функций по плоским волнам применяется, чтобы

1) упростить расчет; 2) ускорить расчет; 3) обойти самосогласование; 4) распространить расчет на периодические системы.

Ответ –

Вопрос 10. Применяется ли приближение Борна-Оппенгеймера при компьютерном моделировании наночастиц?

1) Да; 2) нет; 3) иногда, 4) только для молекулярных систем

Ответ –

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ОПК-1: способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности.

ПК-1: способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.

ПК-3: готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Вопросы для подготовки к зачету

1. Потребность в предсказании свойств наноструктур и наносистем.
 2. Возможности методов машинного предсказания свойств наноструктур и наносистем.
 3. Методы молекулярной механики
 4. Уравнение Шредингера для молекулярных систем.
 5. Приближение Борна-Оппенгеймера. Динамические эффекты.
 6. Метод Хартри-Фока-Рутаана. Методы теории возмущений и конфигурационного взаимодействия.
 7. Метод теории функционала плотности Кона-Шэма. Электронная плотность в методе Кона-Шэма.
 8. Приближение локальной плотности. Обменно-корреляционные потенциалы.
 9. Гибридные функционалы метода ТФП.
 10. Электронные базисные наборы.
 11. Полуэмпирические методы приближения INDO.
 12. Полуэмпирические методы приближения MNDO.
 13. Потенциалы, используемые в методах молекулярной динамики и Монте-Карло.
 14. Факторы, учитываемые при построении потенциалов, используемых в методах молекулярной динамики и Монте-Карло.
 15. Метод молекулярной динамики. Термостаты и баростаты.
 16. Метод неэмпирической молекулярной динамики Кара-Парринело.
 17. Электронная плотность в квантово-топологической теории молекулярной структуры.
 18. Основные подходы компьютерного моделирования электронных свойств наносистем.
 19. Основные подходы компьютерного моделирования спектродифракционных свойств наносистем.
 20. Основные подходы компьютерного моделирования структурно-механических свойств наносистем.
 21. Конформационный анализ наночастиц.
 22. Моделирование электронной структуры тубулярных наносистем: углеродные нанотрубки, нанопровода, наностручки.
 23. Структура одномерных наносистем: нанонити, нанокабеля, наносулы.
 24. Структура двумерных решеток: графен, силицен, боразен.
 25. Эффекты допирования атомами IIIA и VA группы полупроводниковых наночастиц элементов IVA группы.
 26. Моделирование электронных характеристик наносистем в электрических и магнитных полях.
 27. Моделирование гетеропереходов в гибридных наносистемах.
 28. Моделирование электронной эмиссии в наноконусах и наносулах.
- Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:*
- ОПК-1: способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности.
- ПК-1: способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.
- ПК-3: готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на зачете:

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 зачете;

– 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

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания практических заданий:

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.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания докладов и рефератов:

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.

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

5.1 Основная литература:

1. Ибрагимов И. М., Ковшов А. Н., Назаров Ю. Ф. Основы компьютерного моделирования наносистем. Издательство "Лань". 2021. С. 384. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/167744>

2. Звонарев С.В., Кортон В.С., Штанг Т.В. Моделирование структуры и свойств наносистем: учебно-методическое пособие. Издательство Уральского федерального университет им. Б.Н. Ельцина. 2014. С. 120. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98317>

3. Заводинский В.Г. Компьютерное моделирование наночастиц и наносистем. Издательство "Физматлит". 2013. С. 176. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59650>

4. Юрчук С.Ю. Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур: моделирование наносистем методами молекулярной динамики: курс лекций. Издательство "МИСИС". 2013. С. 47. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/116642>

5. Булавин Л.А., Выгорницкий Н.В., Лебовка Н.И. Компьютерное моделирование физических систем: учебное пособие. – Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 349 с.

6. Матюшкин И.В. Моделирование и визуализация средствами MATLAB физики наноструктур: пособие. – М.: Техносфера, 2011. – 166 с.

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

5.2 Дополнительная литература:

1. . Каплан И.Г. Межмолекулярные взаимодействия: физическая интерпретация, компьютерные расчеты и модельные потенциалы. Пер. с англ. Д. С. Безрукова, И. Г. Рябинкина; под ред. Н. Ф. Степанова. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 394 с.

2. Дьячков П.Н. Электронные свойства и применение нанотрубок. – М.: Бином-Пресс. Лаборатория знаний. 2010. – 488 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».

5.4 Перечень ресурсов 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 «Моделирование и проектирование наносистем», согласно требованиям ФГОС ВО по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля "Нанотехнология в электронике", отводится около 37 часов СРС 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 основной дисциплины «Моделирование и проектирование наносистем».

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 «Моделирование и проектирование наносистем» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по данной дисциплине.

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

Индивидуальные консультации по дисциплине «Моделирование и проектирование наносистем» 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.

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.

При подготовке доклада, который представляет собой научное сообщение, студенты творчески проводят поиск литературных источников и их анализ в соответствии с выбранной тематикой.

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.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

7.1 Перечень информационно-коммуникационных 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 различное 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 технологий 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.

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого 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. Программа Gwyddion 2.54
5. Программный пакет HyperChem 7.52

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. 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. 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/>)

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Успешная реализация преподавания дисциплины «Моделирование и проектирование наносистем» предполагает наличие минимально необходимого для реализации программы бакалавриата перечня материально-технического обеспечения:

- лекционные аудитории (оборудованные видеопроеционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет);
- наличие необходимого лицензионного программного обеспечения (операционная система MS Windows XP; интегрированное офисное приложение MS Office).

При использовании электронных изданий вуз должен обеспечить каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность
---	-----------	---

		оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория № 227, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
2.	Семинарские занятия	Аудитория № 230, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
3.	Лабораторные занятия	Лаборатория А021 НОЦ ДССН, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения: компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Лаборатория А021 НОЦ ДССН, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Лаборатория А021 НОЦ ДССН, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
6.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы 203, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.