Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кубанский государственный университет»

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____ Хагуров Т.А.
подпись
«31» мая 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06 МАТЕРИАЛЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) Нанотехнологии в электронике

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины Б1.В.06 «Материалы молекулярной электроники» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». Направленность «Нанотехнологии в электронике» (академический бакалавриат)

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



Рабочая программа дисциплины «Материалы молекулярной электроники» утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий
протокол № 7 «14» мая 2019г.
Заведующий кафедрой (разработчик) Копытов Г.Ф.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей)
радиофизики и нанотехнологий
протокол № 7 «14» мая 2019г.
Заведующий кафедрой (разработчика) Копытов Г.Ф.



Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета
протокол № 11 «21» мая 2019г.
Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



Рецензенты:

1.Исаев В.А., доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики и информационных систем ФТФ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

2.Гаврилов А.И., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики Кубанского государственного технологического университета (КубГТУ)

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины " Материалы молекулярной электроники " является формирование у бакалавра профессиональных знаний об электронных свойствах молекулярных материалов и закономерностях переноса энергии в органических и нанокомпозитных структурах

1.2 Задачи дисциплины.

Задачи:

- формирование и углубление знаний о физической природе электропроводности органических веществ и тех ее важнейших аспектах, которые непосредственно касаются возможности практической реализации органических электронных приборов и устройств;
- формирование умений теоретически исследовать физические процессы в органических и нанокомпозитных структурах;
- формирование владений методами и навыками экспериментального исследования и теоретического расчета параметров и характеристик организованных ансамблей органических молекул и нанокомпозитов;
- формирование знаний практического использования организованных ансамблей органических молекул и нанокомпозитов в электронной аппаратуре различного функционального назначения.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Материалы молекулярной электроники» в цикл дисциплин по выбору (Б1.В.06) и изучается студентами 4 курса бакалавриата в 8–м учебном семестре.

Для изучения дисциплины необходимо знание дисциплин университетского курса «Физика наноразмерных систем», «Физические основы электроники», «Материалы и методы нанотехнологий». Освоение дисциплины необходимо для выполнения выпускных квалификационных работ.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных, профессиональных компетенций (ОПК, ПК)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	ОПК-7	студент обладает способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	основные информационные технологии и методы работы с информационными технологиями в своей предметной области.	логически верно, аргументировано использовать знания вычислительной техники, программирования при работе с измерительной техникой.	механизмом создания программного продукта при выполнении конкретных задач в изучаемой области.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
2.	ПК-8	студент обладает способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	технологии производства материалов и изделий электронной техники.	составлять маршрутные карты и технологическую документацию для проведения отдельных операций и процессов сборки изделий.	навыками выполнения технологических операций по подготовке и проведению технологических процессов при производстве и использовании материалов и изделий электронной техники.
3.	ПК-14	студент обладает готовностью к участию в монтаже, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов материалов и изделий электронной техники	основные виды производственных процессов; технологию материалов и изделий электронной техники; правила монтажа, виды испытаний при наработке на надежность и отказ; типы испытательного оборудования.	составлять нормативно-техническую документацию при сдаче в эксплуатацию опытных и рабочих образцов изделий.	методиками испытаний; правилами составления и заполнения протоколов испытаний; средствами обработки и представления информации.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице *(для студентов ОФО).*

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)		
		8		
Контактная работа, в том числе:	**72,2**	**72,2**		
Аудиторные занятия (всего)	**70**	**70**		
Занятия лекционного типа	40	40		
Занятия семинарского типа (семинары, практические	–	–		

занятия)					
Лабораторные занятия		30	30		
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:		**35,8**	**35,8**		
Курсовая работа		–	–		
Проработка учебного (теоретического) материала		10	10		
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		10	10		
Реферат и доклад		8	8		
Подготовка к текущему контролю		7,8	7,8		
Контроль:		**–**	**–**		
подготовка к зачету и экзамену		–	–		
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.

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре *(очная форма)*

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СР
1	2	3	4	5	6	7
1	Молекулярные материалы в электронике	18	8		4	6
2	Механизмы передачи информации в молекулярных системах	16	6		4	6
3	Элементная база молекулярной электроники	18	6		6	6
4	Молекулярные материалы для оптоэлектроники	16	6		4	6
5	Электроника молекулярных систем на поверхности полупроводников	17,8	6		6	5,8
6	Принципы построения действующих и перспективных устройств молекулярной электроники	20	8		6	6
	Итого по дисциплине:	**105,8**	**40**		**30**	**35,8**

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

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Молекулярные материалы в электронике	Молекулярная структура. Межмолекулярная упаковка. Организационная иерархия молекулярных твёрдых тел. Молекулярные проводники. Комплексы с переносом заряда.	Проверка конспекта
2.	Механизмы передачи информации в молекулярных системах	Движение носителей заряда в молекулярных системах. Безызлучательный перенос энергии электронного возбуждения. Экситонные процессы. Солитонный механизм передачи энергии и заряда.	Вопросы по конспекту
3.	Элементная база молекулярной электроники	Использование отдельных молекул и их комплексов в качестве логических элементов электронных устройств. Молекулярные кристаллы. Структура и электрофизические свойства полимеров. Упорядоченные молекулярные пленки на поверхности твердых тел. Принципы самоорганизации отдельных молекулярных компонентов.	Групповой опрос по изучаемой теме
4.	Молекулярные материалы для оптоэлектроники	Органические фотоприемники. Донорно-акцепторные комплексы фуллеренов с органическими донорами. Органические светоизлучающие структуры. OLED-технологии. Молекулярные светодиоды (OMLED).	Реферат
5.	Электроника молекулярных систем на поверхности полупроводников	Электронно-возбужденные молекулы органических красителей на поверхности полупроводников. пути диссипации энергии возбужденных адсорбированных молекул. Электронные спектры поглощения и люминесценции. Влияние гетерогенности поверхности полупроводников на спектры флуоресценции адсорбированных молекул красителей.	Реферат
6.	Принципы построения действующих и перспективных устройств молекулярной электроники	Возможности применения упорядоченных органических пленок при создании устройств молекулярной электроники. Комбинированные сенсоры с использованием молекулярных систем. Запоминание и хранение информации в молекулярных системах. Принципы работы устройств для преобразования информации. Проблема ввода-вывода информации в устройствах молекулярной электроники.	Реферат

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Согласно учебному плану занятия семинарского типа по учебной дисциплине «Материалы молекулярной электроники» не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

В основе построения лабораторных занятий по дисциплине «Материалы молекулярной электроники» лежит последовательность поэтапных действий исследователя по планированию, подготовке, синтезу и проведению исследований свойств молекулярных устройств в электронике, анализу полученных данных.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	"Изучение характеристик электропроводности микропленок полианилина".	ЛР
2.	"Изучение полупроводниковых характеристик микропленок полианилин-фуксин".	ЛР
3.	"Изготовление пластикового диода на основе полианилина".	ЛР
4.	"Изготовление диода Шоттки на основе микропленок полианилина".	ЛР

ЛР – защита лабораторных работ.

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-7, ПК-8, ПК-14.

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	2	3
1	Подготовка доклада	Лозовский, В.Н. Курс физики. В 2-х тт. Т.2 [Электронный ресурс]: учеб. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2009. – 608 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/239.
2	Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)	Игнатов, А.Н. Микросхемотехника и наноэлектроника [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. Дан – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 528 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2035.
3	Самостоятельное изучение разделов	Нанотехнологии в электронике / под ред. Ю.А. Чаплыгина. - Москва: Техносфера, 2013. - 688 с.: ил.,табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-94836-353-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443325.

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 курса 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 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 изучения свойств наносистем, 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.

Интерактивные образовательные технологии

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
7	Лекция № 1-3. Молекулярные материалы в электронике	**Проблемная лекция.** 1. Молекулярные проводники – комплексы с переносом заряда. 2. Молекулярная упаковка. 3. Комплексы с переносом заряда.	6
	Лекция №5-6. Механизмы передачи информации в молекулярных системах	**Проблемная лекция.** 1. Движение носителей заряда в молекулярных системах. 2. Безызлучательный перенос энергии электронного возбуждения.	4
	Лекция № 8-9. Элементная база молекулярной электроники	**Лекция-пресс-конференция.** 1. Молекулярные кристаллы. 2. Структура и электрофизические свойства полимеров.	4
	Лекция №11-13. Молекулярные материалы для оптоэлектроники.	**Лекция-пресс-конференция.** 1. Органические светоизлучающие структуры. 2. Молекулярные светодиоды.	6
	Занятие лабораторного типа № 1-2. Молекулярные материалы в электронике	**Организационо-деятельностная игра на тему:** «Изучение характеристик электропроводности микропленок полианилина»	4
		Итого:	*24*

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, проверка конспекта, вопросы по конспекту, групповой опрос по изучаемой теме, реферат.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

4.1.1 Темы рефератов

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-8.

Ниже приводятся примеры докладов и рефератов для рабочей программы.

1. Полимерная электроника. Органические светодиоды.
3. Жидкие кристаллы и приборы на их основе.
4. Молекулярные материалы для оптоэлектроники.
5. Виды межмолекулярного взаимодействия, сравнение с ковалентной связью.
6. Силы Ван-дер-Ваальса. Молекулярные кристаллы.
7. Взаимодействие со светом: структура молекулярных орбиталей, экситоны Френкеля.
8. Тонкие молекулярные плёнки на примере пентацена, фуллерена, фталоцианинов:

методы получения (жидкостные, вакуумные).

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ОПК-7: уметь логически верно, аргументировано использовать знания вычислительной техники, программирования при работе с измерительной техникой.

ПК-8: уметь составлять маршрутные карты и технологическую документацию для проведения отдельных операций и процессов сборки изделий; владеть навыками выполнения технологических операций по подготовке и проведению технологических процессов при производстве и использовании материалов и изделий электронной техники.

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.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

4.2.1 Вопросы, выносимые на экзамен по дисциплине «Материалы молекулярной электроники» для направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике».

Вопросы для подготовки к зачёту

1. Молекулярная макроэлектроника. Молекулярная микроэлектроника.
2. Углерода и отдельных органических молекул. Электронное строение атома углерода (азота, кислорода) и кремния. Ароматические углеводороды.
3. Физические эксперименты, подтверждающие наличие делокализованной системы электронов в ароматических соединениях.
4. Внутримолекулярный перенос заряда. Межмолекулярный перенос заряда. Молекулярные сверхпроводники.
5. Сопряженные полимеры. Понятие длины сопряжения в полимерах и олигомерах.
6. Зонная схема полиацетилена. Солитоны. Поляроны. Экспериментальные доказательства существования солитонов, поляронов и биполяронов.
7. Электропроводность сильно легированных полимеров. Полинитрид серы. Полианилин. Полидиацетилен.
8. Применения легированных полимеров. Применения, использующие электрохимическое легирование.
9. Полимерная электроника. Органические светодиоды.
10. Пьезоэлектрический эффект. Пироэлектрический эффект. Пиро- и пьезоэлектрики на основе полимеров.

11. Типы жидких кристаллов. Применение жидких кристаллов в дисплеях. Дисплеи с активной матрицей. Сегнетоэлектрические дисплеи.

12. Правило Гунда. Магнетики на основе комплексов переходных металлов. Полностью органические ферромагнетики.

13. Органические материалы с нелинейными оптическими свойствами. Фоторефрактивные органические материалы. Фотохромные органические материалы.

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ОПК-7: знать основные информационные технологии и методы работы с информационными.

ПК-2: уметь составлять маршрутные карты и технологическую документацию для проведения отдельных операций и процессов сборки изделий; владеть навыками выполнения технологических операций по подготовке и проведению технологических процессов при производстве и использовании материалов и изделий электронной техники.

ПК-8: владеть методиками испытаний; правилами составления и заполнения протоколов испытаний; средствами обработки и представления информации.

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.

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

5.1 Основная литература:

Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва: Физматлит, 2009. – 416 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2173.

2. Рамбиди, Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.Г. Рамбиди, А.В. Берёзкин. – Электрон. дан. – Москва: Физматлит, 2009. – 456 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2291.

3. Игнатов, А.Н. Микросхемотехника и наноэлектроника [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. Дан – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 528 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2035.

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

5.2 Дополнительная литература:

1. Остроумова, Ю.С. Физические основы и достижения современных наукоемких технологий в содержании уровневой подготовки педагогических кадров [Электронный ресурс] // Физическое образование в вузах. – Электрон. дан. – 2014. – № 1. – С. 89-97. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/journal/issue/290418.

2. Легостаев, Н.С. Микросхемотехника. Аналоговая микросхемотехника : учебное пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. - 238 с. : схем., табл., ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480511

3. Дробот, П.Н. Наноэлектроника : учебное пособие / П.Н. Дробот ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : ТУСУР, 2016. - 286 с. : ил.,табл., схем. - Библиогр.: с.261-275. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480771

4. Драгунов, В.П. Микро- и наноэлектроника : учебное пособие / В.П. Драгунов, Д.И. Остертак. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - 38 с. - ISBN 978-5-7782-2095-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228941

5. Брусенцов, Ю.А. Материалы твердотельной микро- и наноэлектроники : учебное пособие / Ю.А. Брусенцов, А.М. Минаев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - 80 с. : табл., граф., схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8265-1087-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437072.

6. Троян, П.Е. Наноэлектроника : учебное пособие / П.Е. Троян, Ю.В. Сахаров. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. - 88 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208663

7. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур : учебное пособие / А.А. Барыбин, В.А. Бахтина, В.И. Томилин, Н.П. Томилина. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2011. - 236 с. - ISBN 978-5-7638-2396-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229593

8. Нанотехнологии в электронике / под ред. Ю.А. Чаплыгина. - Москва : Техносфера, 2013. - 688 с. : ил.,табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-94836-353-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443325

5.3. 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. Научно–производственный журнал «Нанотехнологии. Экология. Производство».
6. Научно–технический обзорный журнал «Российские нанотехнологии».
7. Междисциплинарный научно–технический журнал «Нано– и микросистемная техника».

6. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Электронная библиотека: http://elibrary.ru
2. Электронный журнал “Квантовая электроника”: http://www.quantum–electron.ru
3. Электронный журнал «Современная электроника»: http://www.soel.ru/
4. Электронный журнал "Электроника: НТБ”: http://www.electronics.ru/

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

По курсу предусмотрено проведение занятий лекционного и семинарского типа. Распределение занятий по часам представлено в РПД. Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа с использованием научной литературы.

Типовые задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Тема или задание текущей работы	Кол-во часов	Форма представления результатов	Сроки выполнения (недели)
1.	Молекулярные материалы в электронике	6	Проверка конспекта	1
2.	Механизмы передачи информации в молекулярных системах	6	Вопросы по конспекту	1
3.	Элементная база молекулярной электроники	6	Групповой опрос по изучаемой теме. ЛР	1
4.	Молекулярные материалы для оптоэлектроники	6	Реферат. ЛР	1
5.	Электроника молекулярных систем на поверхности полупроводников	5,8	Реферат. ЛР	1
6.	Принципы построения действующих и перспективных устройств молекулярной электроники	6	Реферат. ЛР	1
Итого:		35,8		6

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.

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; с) заключение; в) 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.

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

8.1 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 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 онлайн или оффлайн 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.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
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.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно–правовая система «Консультант Плюс» (http://www.consultant.ru)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru)/
3. Электронный каталог (212.192.128.113/marcweb/index.asp)
4. Электронная библиотечная система издательства «Лань» – тематические коллекции (http://e.lanbook.com)
5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – базовая коллекция (www.biblioclub.ru)
6. Электронная библиотечная система «ibooks.ru» – коллекция для высшего профессионального образования (http://ibooks.ru)
7. Электронная библиотечная система «Znanium.com» – по заявкам преподавателей КубГУ доступны полные тексты коллекции (http://znanium.com)
8. Полнотекстовые образовательные и научные базы данных: перечень, описание и условия доступа (www.kubsu.ru/University/library/resources/Poisk2013.php)

9. Материально–техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально–техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран) (ауд.320С)
2.	Лабораторные занятия	Научно-образовательный центр «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» КубГУ, оснащенный соответствующим исследовательским оборудованием.
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Помещение с достаточным количеством посадочных мест и меловой или маркерной доской (ауд. 317С)
4.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно–образовательную среду университета (ауд. 208С)

НОЦ «ДССН» КубГУ		
Лабораторные занятия по дисциплине: «Материалы молекулярной электроники»	Оборудование и программно-техническое оснащение учебно-научной лаборатории:	Кол-во
	Персональные электронно-вычислительные машины: CPU с частотой более 2,4 ГГц , LCD	3
	Microsoft Office 2003, 2010	3
	Операционная система Windows XP	3
	Вытяжные шкафы химические	2
	Электроплитки химические	2
	Электронные весы	1
	Сушильный шкаф	1
	Растровый электронный микроскоп сверхвысокого разрешения JEOL JSM7500F	1
	Спектрометр электронного парамагнитного резонанса JEOL JES-FA300	
	Установка магнетронного напыления Q150T ES	1
	Установка для осаждения тонких пленок CCR Copra Cube ISSA	1
	Микроинтерферометр МИИ-4М	1
	Рабочий стол	4
	Стулья	8