

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет физико-технический



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.ДВ2.2 МОЛЕКУЛЯРНЫЕ УСТРОЙСТВА В ЭЛЕКТРОНИКЕ

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль): Нанотехнологии в электронике

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины «Молекулярные устройства в электронике» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

Программу составил:

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


подпись

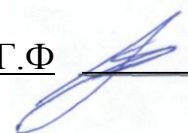
Рабочая программа дисциплины

«Молекулярные устройства в электронике» утверждена

на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий

протокол № 9 « 02 » мая 2017 г.

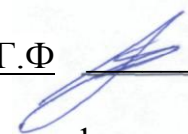
Заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий Копытов Г.Ф



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий

протокол № 9 «2» мая 2017 г.

Заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий Копытов Г.Ф



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 6 «16» мая 2017 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.

фамилия, инициалы


подпись

Рецензенты:

А.А. Басов, доктор медицинских наук, профессор кафедры фундаментальной и клинической биохимии КубГМУ

Исаев В.А., заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий КубГУ, д-р физ.-мат. наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины "Молекулярные устройства в электронике" является формирование у бакалавра профессиональных знаний об электронных свойствах молекулярных материалов и закономерностях переноса энергии в органических и нанокompозитных 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 нанокompозитных структурах;
- формирование владений методами и навыками экспериментального исследования и теоретического расчета параметров и характеристик организованных ансамблей органических молекул и нанокompозитов;
- формирование знаний практического использования организованных ансамблей органических молекул и нанокompозитов в электронной аппаратуре различного функционального назначения.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Молекулярные устройства в электронике» в цикл дисциплин по выбору (Б1.В.ДВ.01.02) и изучается студентами 4 курса бакалавриата во 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.	ОПК7	способность 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.	ПК8	способность 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.	ПК14	готовность 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:					
Аудиторные занятия (всего):	78,2	78,2			
Занятия лекционного типа	44	44	—	—	—
Лабораторные занятия	32	32	—	—	—
Иная контактная работа:					

Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		29,8	29,8			
Подготовка доклада		9	9	–	–	–
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)		10,8	10,8		–	–
Самостоятельное изучение разделов		10,8	10,8	–	–	–
Общая трудоемкость	час.	108	108	–	–	–
	в том числе контактная работа	78,2	78,2			
	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	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Молекулярные материалы в электронике	17	7	–	5	5
2.	Механизмы передачи информации в молекулярных системах	17	7	–	5	5
3.	Элементная база молекулярной электроники	18	7	–	6	5
4.	Молекулярные материалы для оптоэлектроники	18	8		5	5
5.	Электроника молекулярных систем на поверхности полупроводников	16,8	7		5	4,8
6.	Принципы построения действующих и перспективных устройств молекулярной электроники	19	8		6	5
	Итого по дисциплине:	108(+ КСР 2 часа+ ИКР 0,2 часа)	44	–	32	29,8

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

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 молекулярных системах	Движение носителей заряда в молекулярных системах. Безызлучательный перенос энергии в 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. Лонорно-акцепторные комплексы фуллеренов с органическими донорами. Органические светоизлучающие структуры. OLED-технологии. Молекулярные светодиоды (OMLED).	
5.	Электроника молекулярных систем на поверхности полупроводников	Электронно-возбужденные молекулы органических красителей на поверхности полупроводников, пути диссипации энергии возбужденных адсорбированных молекул. Электронные спектры потлощения и люминесценции. Влияние гетерогенности поверхности полупроводников на спектры флуоресценции адсорбированных молекул красителей.	
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.	

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	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

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

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

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Все разделы	1. 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		2. 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		3. 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.

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

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

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

4.1.2 Примеры тем докладов

1. Виды межмолекулярного взаимодействия, сравнение с ковалентной связью.
2. Силы Ван-дер-Ваальса. Молекулярные кристаллы.
3. Взаимодействие со светом: структура молекулярных орбиталей, экситоны Френкеля.
4. Тонкие молекулярные плёнки на примере пентацена, фуллерена, фталоцианинов: методы получения (жидкостные, вакуумные).

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Молекулярная микроэлектроника. 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. Пирозлектрический 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.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Кафедра радиофизики и нанотехнологий
11.03.04 Электроника и наноэлектроника
2017–2018 уч.год

Дисциплина «Молекулярные устройства в электронике»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Молекулярная макроэлектроника. Молекулярная микроэлектроника.
2. Правило Гунда. Магнетики на основе комплексов переходных металлов. Полностью органические ферромагнетики.

Зав. кафедрой
радиофизики и нанотехнологий
д.ф.-м. н., проф.

Копытов Г.Ф.

Оценка знаний на экзамене производится по следующим критериям:

- оценка «отлично» выставляется, если студент глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

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. Дисплей 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.

Текущая аттестация проводится по результатам изучения лекций, отчётов лабораторных работ, защиты лабораторных работ.

Критерии оценивания конспекта лекций:

- оценки «отлично» заслуживает студент, который при вел развёрнутые ответы на все вопросы конспектирования с приведением фактов и примеров;
- оценки «хорошо» заслуживает студент, который привел развёрнутые ответы на все вопросы конспектирования с незначительным числом фактов и примеров;
- оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, который привел ответы на все вопросы конспектирования;
- оценки «неудовлетворительно» заслуживает студент, который не предоставил конспект.

Критерии оценивания собеседования (устного опроса):

- оценки «отлично» заслуживает студент, который полно и развернуто ответил на вопрос;
- оценки «хорошо» заслуживает студент, который полно ответил на вопрос;
- оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, который не полно ответил на вопрос;
- оценки «неудовлетворительно» заслуживает студент, не ответил на вопрос.

Критерии оценивания отчета и защиты лабораторной работы:

- оценки «отлично» заслуживает студент, выполнивший отчет по лабораторной работе, полно ответивший на контрольные вопросы;
- оценки «хорошо» заслуживает студент, выполнивший отчет по лабораторной работе, не полно ответивший на контрольные вопросы;
- оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, выполнивший отчет по лабораторной работе не в установленные сроки, не полно ответивший на контрольные вопросы;
- оценки «неудовлетворительно» заслуживает студент, не выполнивший отчет по лабораторной работе.

Критерии оценивания защиты лабораторной работы:

- оценка «отлично» соответствует 80%- 100% правильных ответов тестов;
- оценка «хорошо» 60%- 79%. правильных ответов тестов;
- оценка «удовлетворительно» соответствует 41%- 59% правильных ответов тестов;

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

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно–двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

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

5.1 Основная литература:

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

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).

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

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

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

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

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта

между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

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

(Не предусмотрено)

8.1 Перечень информационных технологий.

(Не предусмотрено)

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

(Не предусмотрено)

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 «Znaniy.com» – по заявкам преподавателей КубГУ доступны полные тексты коллекции (<http://znaniy.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.	Семинарские занятия	Специальное помещение, оснащенное презентационной техникой (проектор, экран)(ауд.320С). Компьютерный класс, оборудованный техническими средствами обучения (16 рабочих станций, лаборантская машина и два сервера. Все компьютеры подключены к локальной сети)(ауд.320С)
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория ауд.320С
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.320С)
--	--	---