

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

подпись

31 мая 2024 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.18 Электроника и компоненты электронной техники

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки / специальность

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация

Интегральная электроника, фотоника и нанoeлектроника

(наименование направленности (профиля) / специализации)

Форма обучения _____ очная

Квалификация выпускника _____ бакалавр

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины Б1.О.18 «Электроника и компоненты электронной техники» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

Рабочая программа дисциплины «Квантовая радиофизика» утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий
протокол № 4 «18» 04 2024 г.

И.О Заведующего кафедрой
Доктор физ.-мат. наук, доцент.

Строганова. Е.В.
фамилия, инициалы

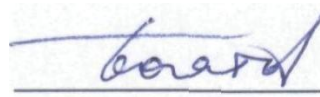


Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 5 «18» 04.2024 г.

Председатель УМК факультета
Богатов Н.М.

фамилия, инициалы



1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель дисциплины: формирование комплекса устойчивых знаний о материалах электронной техники, их структурах, свойствах, физических, технологических и химических процессах, происходящих в проводниковых, полупроводниковых и диэлектрических материалах

1.2 Задачи дисциплины

- изучение электрофизических свойств, характеристик и областей использования материалов, применяемых в электронной технике и нанотехнологии;
- формирование навыков использования новых достижений в области электроники и нанoeлектроники, прогнозирования свойств элементов электроники, нанoeлектроники и оптоэлектроники с учетом физических, химических и технологических свойств используемых материалов.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электроника и компоненты электронной техники» для бакалавриата по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля «Интегральная электроника, фотоника и нанoeлектроника» является составной частью блока Б1.О. обязательной части дисциплин учебного плана.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных по дисциплинам электричество и магнетизм, оптика, атомная физика, химия и является основой для изучения следующих дисциплин: нанoeлектроника, наносенсоры, основы технологии электронной компонентной базы и нанокompозитные радиопоглощающие материалы. Знания, приобретенные в курсе «Электроника и компоненты электронной техники», необходимы для создания широкого класса элементов электроники, оптоэлектроники и нанoeлектроники и их правильного эксплуатирования.

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

Изучение учебной дисциплины «Материалы молекулярной электроники» направлено на формирование у обучающихся следующих профессиональных компетенций:

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности. | |
| ИОПК-1.1 Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы | Знает фундаментальные законы природы, основные физические и математические законы |
| | Умеет использовать информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную и приборную базу для проведения исследований в радиофизике, использовать информационные ресурсы при разработке методик и освоению новых методов научных исследований, анализировать полученные в опытах результаты с использованием методов математической статистики |
| ИОПК-1.2 Способен применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера | Владеет навыками формулирования результатов, полученных в ходе решения исследовательских задач новыми методами исследования, навыками формулирования результатов, полученных в ходе решения исследовательских задач. |
| | Знает основные методы и средства обработки результатов экспериментов |
| | Умеет определять требуемые методы и способы обработки результатов экспериментов |

| | |
|--|--|
| | Владеет практической обработки результатов экспериментов |
| ИОПК-1.3 Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач | Знает основные законы физики, описывающие процессы в компонентах электроники |
| | Умеет использовать знания на практике при расчетных и практических заданиях |
| | Владеет навыками применения своих теоретических знаний физики процессов в полупроводниках в прикладных задачах и исследованиях |
| ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных | |
| ИОПК-2.1 Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи | Знает методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения |
| | Умеет реализовывать на практике методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения |
| | Владеет навыками экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения |
| ИОПК-2.2 Способен выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования | Знает способы и методы поверки, настройки и калибровки электронной измерительной аппаратуры |
| | Умеет выбирать и применять необходимые методы и способы для настройки аппаратуры |
| | Владеет навыками практической настройки, поверки и калибровки электронной измерительной аппаратуры |
| ИОПК-2.3 Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений | Знает основные принципы и критерии метрологического сопровождения технологических процессов |
| | Умеет выбирать методики метрологического сопровождения процессов |
| | Владеет практическими навыками метрологического сопровождения технологических процессов |

Результаты обучения по дисциплине «Материалы молекулярной электроники» достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа) для очной формы обучения, их распределение по видам работ представлено в таблице.

| Виды работ | Всего часов | Семестры (часы) | |
|--|--------------|-----------------|-------------|
| | | 5 | 6 |
| Контактная работа, в том числе: | 122,5 | 64,2 | 58,3 |
| Аудиторные занятия (всего): | 116 | 60 | 56 |
| Занятия лекционного типа | 30 | 16 | 14 |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) | 28 | 14 | 14 |
| Лабораторные занятия | 58 | 30 | 28 |

| | | | | |
|---|--------------------------------------|--------------|-------------|-------------|
| Иная контактная работа: | | | | |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | | 6 | 4 | 2 |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | | 0,5 | 0,2 | 0,3 |
| Самостоятельная работа, в том числе: | | | | |
| Курсовая работа | | | | |
| Проработка учебного (теоретического) материала | | 57,8 | 43,8 | 14 |
| Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций) | | | | |
| Реферат | | | | |
| Подготовка к текущему контролю | | | | |
| Контроль: | | 35,7 | - | 35,7 |
| Подготовка к экзамену | | 35,7 | | 35,7 |
| Общая трудоемкость | час. | 216 | 108 | 108 |
| | в том числе контактная работа | 122,5 | 64,2 | 58,3 |
| | зач. ед. | 6 | 3 | 3 |

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 8 семестре:

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|-----------|--|------------------|-------------------|----|----------------------|----|
| | | Всего | Аудиторная работа | | Внеаудиторная работа | |
| | | | Л | ПЗ | | ЛР |
| 1 | Основные сведения о материалах электронной техники, применяемых в микроэлектронике, нано-электронике и оптоэлектронике. | | 2 | | 6 | 3 |
| 2 | Классификация материалов электронной техники по их физическим, технологическим и химическим свойствам | | 2 | 2 | | 4 |
| 3 | Проводниковые материалы. Параметры и свойства проводниковых материалов | | 2 | 2 | | 3 |
| 4 | Металлическая связь. Зонная теория твердых тел. Кристаллические решетки металлов | | 2 | 2 | 8 | 4 |
| 5 | Проводниковые материалы с высокой электропроводностью, их физические и химические и технологические свойства и области применения. | | 2 | 2 | 8 | 3 |
| 6 | Проводниковые материалы с низкой электропроводностью их физико-химические свойства и области применения. | | 2 | 2 | | 4 |
| 7 | Полупроводниковые материалы. Ковалентная связь. Понятие о монокристаллах и эпитаксиальных структурах, методы их получения. | | 2 | 2 | | 3 |
| 8 | Способы получения, применения и свойства полупроводниковых монокристаллов. | | 2 | 2 | | 4 |
| 9 | Диэлектрические материалы. Молекулярная и ионная связь. Поляризация диэлектриков. | | 2 | 2 | 8 | 3 |
| 10 | Электрические и химические свойства ди- | | 2 | 2 | | 4 |

| | | | | | | |
|----|---|--|-----------|-----------|-----------|-------------|
| | электриков. Электропроводность. Диэлектрические потери. | | | | | |
| 11 | Полимерные материалы, их строение, свойства и области применения. | | 2 | 2 | 8 | 3 |
| 12 | Пластические массы. Структуры линейных, разветвленных и сетчатых полимеров, их основные химические и физико-технические свойства. Достоинства и недостатки пластмасс. | | 2 | 2 | | 4 |
| 13 | Стеклообразное состояние веществ. Кристаллохимическое описание строения стекол. Кварцевое стекло, его структура и свойства. | | 2 | 2 | 8 | 3 |
| 14 | Многокомпонентные силикатные стёкла. Основные физико-химические свойства стекол. | | 2 | 2 | 6 | 4 |
| 15 | Керамические материалы. Техническая керамика. Технология изготовления керамических изделий. Химические свойства керамики. | | 1 | 1 | 6 | 4 |
| 16 | Магнитные материалы. Классификация магнитных материалов, их свойства и области применения. | | 1 | 1 | | 4,8 |
| | ИТОГО по разделам дисциплины | | 30 | 25 | 58 | 57,8 |

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

2.3. Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

| № | Наименование Раздела (темы) | Содержание раздела (темы) | Форма текущего контроля |
|---|---|--|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Основные сведения о материалах электронной техники, применяемых в микроэлектронике, наноэлектронике и оптоэлектронике | Общие теплофизические, электрические и механические свойства материалов, применяемых в электронике, наноэлектронике и оптоэлектронике. | ПЗ, ЛР |
| 2 | Классификация материалов электронной техники по их физическим, технологическим и химическим свойствам. | Классификация материалов электронной техники по их физическим, технологическим и химическим свойствам. Виды химической связи в строении твердых тел. | КВ |
| 3 | Проводниковые материалы. Параметры и свойства проводниковых материалов | Носители электрического тока в металлах. Параметры проводниковых материалов, удельная проводимость, удельное сопротивление, температурный коэффициент сопротивления. | КВ / Д |

| | | | |
|----|---|--|--------------|
| 4 | Металлическая связь. Зонная теория твердых тел. Кристаллические решетки металлов. | Металлическая связь. Зонная теория твердых тел. Кристаллические решетки металлов. Объемно центрированная кубическая решетка, гране центрированная кубическая решетка, плотная гексагональная упаковка. | КВ / ЛР / ПЗ |
| 5 | Проводниковые материалы с высокой электропроводностью, их физические, химические и технологические свойства и области применения. | Медь, алюминий, серебро, золото, их физические, химические и технологические свойства и области применения. | КВ / ЛР / ПЗ |
| 6 | Проводниковые материалы с низкой электропроводностью их физико-химические свойства и области применения. | Железо, никель, хром, вольфрам, тантал, молибден, марганец, константан. Физические, химические и технологические свойства металлов и сплавов с высоким удельным сопротивлением и области применения | КВ / ЛР / ПЗ |
| 7 | Полупроводниковые материалы. Ковалентная связь. Понятие о монокристаллах и эпитаксиальных структурах, методы их получения | Понятие о монокристаллах и эпитаксиальных структурах, методы их получения. Электронная и дырочная проводимость, собственная и примесная проводимость полупроводников | КВ / ЛР / ПЗ |
| 8 | Способы получения, применения и свойства полупроводниковых монокристаллов. | Способы получения полупроводниковых монокристаллов: Метод Бриджмена, метод зонной плавки, метод Чохральского. Достоинства и недостатки перечисленных методов получения монокристаллов. Эпитаксия, методы проведения эпитаксии. | КВ / ЛР / ПЗ |
| 9 | Диэлектрические материалы. Молекулярная и ионная связь. Поляризация диэлектриков. | Поляризация диэлектриков. Электрические свойства диэлектриков, диэлектрическая проницаемость. | КВ / ЛР / ПЗ |
| 10 | Электрические и химические свойства диэлектриков. Электропроводность. Диэлектрические потери. | Зависимость диэлектрической проницаемости от частоты и температуры. Электропроводность. Диэлектрические потери. Электрическая прочность диэлектриков. Основные диэлектрические материалы электронной техники | КВ / ЛР / ПЗ |
| 11 | Полимерные материалы, их строение, свойства и области применения. | Полиэтилен, полистирол, полипропилен, полиметилметакрилат, поливинилхлорид, фторопласт фторрезист. Свойства перечисленных материалов и области применения | КВ / ЛР / ПЗ |
| 12 | Пластические массы. Структуры линейных, разветвленных и сетчатых полимеров, их основные химические и физико-технические свойства. Достоинства и недостатки пластмасс. | Структура полимерных материалов. Влияние структуры на механические и физические свойства полимерных материалов. Армированные пластики, стеклотекстолит | КВ / ЛР / ПЗ |
| 13 | Стеклообразное состояние веществ. Кристаллохимическое описание строения стекол. Кварцевое стекло, его структура и свойства. | Стеклообразное состояние веществ. Кристаллохимическое описание строения стекол. Кварцевое стекло и его свойства. | КВ / ЛР / ПЗ |
| 14 | Многокомпонентные силикатные стекла. Основные физико-химические свойства стекол. | Стеклообразователи и модификаторы стекол, свойства стекол и их применение в электронике. | КВ / ЛР / ПЗ |

| | | | |
|----|---|---|--------------|
| 15 | Керамические материалы. Техническая керамика. Технология изготовления керамических изделий. Физические, химические и технологические свойства керамики. | Керамические материалы, их свойства и классификация. Применение керамических материалов в электронике. | КВ / ЛР / ПЗ |
| 16 | Магнитные материалы. Классификация магнитных материалов, их свойства и области применения. | Основные характеристики магнитных материалов. Магнитная проницаемость, температура Кюри. Зависимость магнитных свойств материалов от частоты приложенного магнитного поля и от температуры. Использование магнитных материалов. | КВ / ЛР / ПЗ |

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

2.3.2 Занятия семинарского типа.

| № | Наименование раздела | Содержание раздела | Форма текущего контроля |
|---|--|---|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Классификация материалов электронной техники по их физическим, технологическим и химическим свойствам | Расчет физических, технологических и химических параметров материалов электронной техники. | ПГЗ |
| 2 | Проводниковые материалы. Параметры и свойства проводниковых материалов | Расчетные задания характеристик проводниковых материалов. | ПГЗ |
| 3 | Металлическая связь. Зонная теория твердых тел. Кристаллические решетки металлов | Определение структуры и электрофизических свойства материалов молекулярной электроники (на примере имеющихся образцов). | ПГЗ |
| 4 | Проводниковые материалы с высокой электропроводностью, их физические и химические и технологические свойства и области применения. | Расчет параметров донорно-акцепторных комплексов фуллеренов с органическими донорами. Определение характеристик органических светящихся структур. | ПГЗ |
| 5 | Проводниковые материалы с низкой электропроводностью их физико-химические свойства и области применения. | Расчеты параметров и характеристик электропроводности различных проводников. Расчет электронных спектров поглощения и люминесценции. | ПГЗ |
| 6 | Полупроводниковые материалы. Ковалентная связь. Понятие о монокристаллах и эпитаксиальных структурах, методы их получения. | Расчеты параметров и характеристик электропроводности различных проводников. Расчет электронных спектров. | ПГЗ |
| 7 | Способы получения, применения и свойства полупроводниковых монокристаллов. | Расчет шихты загрузки химических компонентов для получения полупроводниковых материалов различного состава. | ПГЗ |
| 8 | Диэлектрические материалы. Молекулярная и | Расчет диэлектрических свойств материалов | ПГЗ |

| | | | |
|----|---|--|-----|
| | ионная связь. Поляризация диэлектриков. | | |
| 9 | Электрические и химические свойства диэлектриков. Электропроводность. Диэлектрические потери. | Исследование электрических и химических свойств диэлектриков, расчет электропроводности. | ПГЗ |
| 10 | Полимерные материалы, их строение, свойства и области применения. | Исследование свойств полимерных материалов | ПГЗ |
| 11 | Пластические массы. Структуры линейных, разветвленных и сетчатых полимеров, их основные химические и физико-технические свойства. Достоинства и недостатки пластмасс. | Исследование структуры полимерных соединений. | ПГЗ |
| 12 | Стеклообразное состояние веществ. Кристаллохимическое описание строения стекол. Кварцевое стекло, его структура и свойства. | Расчет шихты загрузки технологических процессов варки стекла различного состава. | ПГЗ |
| 13 | Многокомпонентные силикатные стёкла. Основные физико-химические свойства стекол. | Расчет шихты загрузки технологических процессов варки стекла различного многокомпонентного состава, расчет параметров их физических свойств | ПГЗ |
| 14 | Керамические материалы. Техническая керамика. Технология изготовления керамических изделий. Химические свойства керамики. | Расчет шихты состава мишени для лазерной абляции керамического слоя вещества на подложке. Расчет оптимальной геометрии пространственного расположения структурных элементов технологического процесса. | ПГЗ |

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

2.3.3 Лабораторные занятия.

В основе построения лабораторных занятий по учебной дисциплине «Материалы наноэлектроники» лежит последовательность поэтапных действий инженера-исследователя по планированию, подготовке, проведению исследований свойств наноматериалов для электронных устройств.

| № | Наименование лабораторных работ | Кол-во часов | Форма текущего контроля |
|---|--|--------------|-------------------------|
| 1 | Основы оптических измерений элементов интегральных микросхем и интегральной оптики | 6 | ЛР |
| 2 | Термическое вакуумное нанесение металлических пленок | 6 | ЛР |
| 3 | Термическое вакуумное нанесение пленок алюминия | 6 | ЛР |
| 4 | Изучение фотолитографического процесса | 6 | ЛР |

| | | | |
|---------------|---|----|----|
| 5 | Изучение безмаскового фотолитографического процесса | 6 | ЛР |
| 6 | Изучение структуры и свойств кристаллических материалов (на примере диэлектриков и полупроводников) | 6 | ЛР |
| 7 | Изучение оптических свойств полимерных материалов | 6 | ЛР |
| 8 | Получение стекловидного материала с заданными параметрами (на примере боратных матриц) | 6 | ЛР |
| 9 | Получение керамических материалов при помощи технологии лазерной абляции | 6 | ЛР |
| 10 | Исследование оптических свойств стекловидного материала и керамического образца, полученных в работах № 8,9 | 4 | ЛР |
| <i>Итого:</i> | | 58 | |

ЛР - защита лабораторной работы.

Лабораторные работы выполняются в специализированных научно-исследовательских лабораториях физико-технического факультета в аудиториях 144 С и 119 С, 131 С Кубанского государственного университета.

В результате выполнения лабораторных работ у студентов формируется и оценивается требуемая ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля «Интегральная электроника, фотоника и нанoeлектроника» профессиональная компетенция – ПК-5, ПК-6.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану, курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены.

1.4 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: ДиректМедиа, 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 с 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.

Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по темам программы для проработки теоретического материала

| № | Наименование раздела | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|----|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | Основы оптических измерений элементов интегральных микросхем и интегральной оптики. | 1. Описание лабораторной работы. 2. Никитин В.А. Материалы электронной техники: учеб. пособие / В.А. Никитин, Н.А. Яковенко. Краснодар, КубГУ, 2015. 3. Коледов, Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок: учеб. пособие — Электрон.дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 400 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/192 . |
| 2. | Термическое вакуумное нанесение металлических пленок. | 4. Физические технологии интегральной оптики: лабораторный практикум / В.А. Никитин, Н.А. Яковенко, А.С. Левченко Краснодар, 2013. 5. Сорокин, В.С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники: учеб. пособие / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 384 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/71735 |

| | | |
|----|--|---|
| 3. | Термическое вакуумное нанесение пленок алюминия. | 1. Физические технологии интегральной оптики: лабораторный практикум / В.А. Никитин, Н.А. Яковенко, А.С. Левченко Краснодар, 2013. 2. Сорокин, В.С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники: учеб. пособие / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 384 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/71735 |
| 4. | Изучение основ фотолитографии. | 1. Михеева, Е.В. Материалы и компоненты электронных средств : лабораторный практикум / Е.В. Михеева ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2014. - 164 с. : табл., граф., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8158-1317-5 ; - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439241 |
| 5. | Изучение безмаскового фотолитографического процесса. | 1. Техническое описание и порядок работы на установке безмасковой литографии μ PG 101. 2. Сорокин, В.С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники: учеб. пособие / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 384 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/71735 |

3. Образовательные технологии

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения дисциплины «Материалы молекулярной электроники» используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование и развитие продуктивных познавательных действий студентов (на основе психолого-педагогической теории поэтапного формирования умственных действий). Активизации и интенсификации познавательного процесса способствуют использование педагогической эвристики и моделирование проблемных ситуаций.

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

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

В рамках лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы, метод конкретных ситуаций. В процессе само-

стоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют передовой научно-исследовательский опыт, используя имеющуюся литературу и информационные технологии, знакомятся с основными научными журналами по вопросам изучения материалов нанoeлектроники, 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:

- работа в малых группах.

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

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

Оценочными средствами для текущего контроля успеваемости являются: ответы на контрольные вопросы, выполнение практических заданий, выполнение и защита лабораторных задач, реферат, доклад.

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме доклада-презентации по проблемным вопросам, расчетные графические работы, рефераты, лабораторные работы, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену (зачету).

| № п/п | Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4) | Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4) | Наименование оценочного средства | |
|-------|--|--|--|--------------------------------|
| | | | Текущий контроль | Промежуточная аттестация |
| 1 | ИОПК-1.1 Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы | <p>Знает фундаментальные законы природы, основные физические и математические законы</p> <p>Умеет использовать информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную и приборную базу для проведения исследований в радиофизике, использовать информационные ресурсы при разработке методик и освоению новых методов научных исследований, анализировать полученные в опытах ре-</p> | <p><i>Опрос</i> <i>Рефераты</i> <i>КП</i> <i>ЛР 1-10</i></p> | <p>Вопрос на экзамене 1-42</p> |

| | | | | |
|---|---|--|--|---------------------------------|
| | | <p>зультаты с использованием методов математической статистики</p> <p>Владет навыками формулирования результатов, полученных в ходе решения исследовательских задач новыми методами исследования, навыками формулирования результатов, полученных в ходе решения исследовательских задач.</p> | | |
| 2 | ИОПК-1.2 Способен применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера | <p>Знает основные методы и средства обработки результатов экспериментов</p> <p>Умеет определять требуемые методы и способы обработки результатов экспериментов</p> <p>Владет практической обработки результатов экспериментов</p> | <p><i>Опрос</i> <i>Рефераты</i> <i>Расчетные графические работы</i></p> | <p>Вопрос на экзамене 1-42</p> |
| 3 | ИОПК-1.3 Владет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач | <p>Знает основные законы физики, описывающие процессы в компонентах электроники</p> <p>Умеет использовать знания на практике при расчетных и практических заданиях</p> <p>Владет навыками применения своих теоретических знаний физики процессов в полупроводниках в прикладных задачах и исследованиях</p> | <p><i>Опрос</i> <i>Рефераты</i> <i>Расчетные графические работы</i> <i>ЛР № 1-10</i></p> | <p>Вопрос на экзамене 16-25</p> |
| 4 | ИОПК-2.1 Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи | <p>Знает методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения</p> | <p><i>Опрос</i> <i>Рефераты</i> <i>Расчетные графические работы</i> <i>ЛР № 7-10</i></p> | <p>Вопрос на экзамене 17-35</p> |
| 5 | | <p>Умеет реализовывать на практике методики исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения</p> | | |

| | | | | |
|----|--|--|--|-----------------------------|
| 6 | | Владеет навыками экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения | | |
| 7 | ИОПК-2.2 Способен выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования | Знает способы и методы поверки, настройки и калибровки электронной измерительной аппаратуры | <i>Опрос</i> <i>Рефераты</i> <i>Расчетные графические работы</i> <i>ЛР № 1-10</i> | Вопрос на экзамене 18-30 |
| 8 | | Умеет выбирать и применять необходимые методы и способы для настройки аппаратуры | | |
| 9 | | Владеет навыками практической настройки, поверки и калибровки электронной измерительной аппаратуры | | |
| 10 | ИОПК-2.3 Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений | Знает основные принципы и критерии метрологического сопровождения технологических процессов | <i>Расчетные графические работы</i> <i>ЛР № 5-10</i> | Вопрос на экзамене 35-42 |
| 11 | | Умеет выбирать методики метрологического сопровождения процессов | | |
| 12 | | Владеет практическими навыками метрологического сопровождения технологических процессов | | |

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

4.1.1 Темы рефератов и докладов

В процессе подготовки докладов и рефератов по дисциплине «Материалы нанoeлектроники» формируется и оценивается требуемая ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля «Интегральная электроника, фотоника и нанoeлектроника».

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).

Критерии оценки доклада:

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

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

Критерии оценки реферата:

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

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

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

– оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если в реферате присутствует плагиат, студент не проявил самостоятельности при выполнении научной работы, заимствовал материал, отсутствует соответствие между темой реферативной работы и изученными научными источниками; работа выполнена с грубыми нарушениями требований к оформлению, при защите реферата студентом продемонстрировано отсутствие знаний необходимого материала по теме.

4.1.2. Примеры контрольных вопросов при защите лабораторных работ

1. Общие сведения о проводниках
2. Физическая природа электропроводности металлов
3. Температурная зависимость удельного сопротивления металлических проводников
4. Влияние примесей и других структурных дефектов на удельное сопротивление металлов
5. Электрические свойства металлических сплавов
6. Сопротивление проводников на высоких частотах
7. Сопротивление тонких металлических пленок. Размерные эффекты
8. Контактные явления и термоэлектродвижущая сила
9. Классификация проводниковых материалов
10. Материалы высокой проводимости
11. Сверхпроводящие металлы и сплавы
12. Сплавы высокого сопротивления и сплавы для термопар
13. Металлы и сплавы различного назначения
14. Физические процессы в полупроводниках и их свойства
15. Собственные и примесные полупроводники. Основные и неосновные носители заряда
16. Температурная зависимость удельной проводимости полупроводников

17. Неравновесные носители заряда и механизмы рекомбинации
18. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках
19. Полупроводниковые материалы
20. Классификация полупроводниковых материалов
21. Германий
22. Кремний
23. Твердые растворы на основе соединений АЗВ5
24. Физические процессы в диэлектриках и их свойства
25. Поляризация диэлектриков
26. Токи смещения и электропроводность диэлектриков
27. Потери в диэлектриках
28. Пробой диэлектриков
29. Пассивные диэлектрики
30. Основные сведения о строении и свойствах полимеров
31. Линейные полимеры
32. Композиционные порошковые пластмассы и слоистые пластики
33. Электроизоляционные компаунды
34. Неорганические стекла
35. Ситаллы
36. Керамика
37. Активные диэлектрики
38. Классификация активных диэлектриков
39. Сегнетоэлектрики
40. Пьезоэлектрики
41. Пироэлектрики
42. Электреты
43. Фоторезисты
44. Физические процессы в магнитных материалах и их свойства
45. Общие сведения о магнетизме
46. Классификация веществ по магнитным свойствам
47. Природа ферромагнитного состояния
48. Процессы при намагничивании ферромагнетиков
49. Влияние температуры на магнитные свойства ферромагнетиков
50. Поведение ферромагнетиков в переменных магнитных полях
51. Особенности ферромагнетиков
52. Доменные структуры в тонких магнитных пленках
53. Магнитные материалы
54. Классификация магнитных материалов
55. Магнитомягкие материалы для постоянных и низкочастотных магнитных полей
56. Магнитомягкие высокочастотные материалы
57. Магнитные материалы специализированного назначения.
58. Магнитотвердые материалы

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

4.2.1 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Основные сведения о материалах.

2. Классификация материалов, применяемых для изготовления элементов микроэлектроники и нанoeлектроники.
3. Особенности строения твердых тел и их свойства.
4. Элементы зонной теории твердого тела.
5. Полупроводниковые материалы их свойства и области применения.
6. Собственная и примесная проводимость в полупроводниках.
7. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках.
8. Электронно-дырочный переход, вольтамперная характеристика p-n-перехода.
9. Способы получения и свойства полупроводниковых монокристаллов.
10. Проводниковые материалы.
11. Общие сведения о проводниках.
12. Физическая природа электропроводности металлов.
13. Температурная зависимость удельного сопротивления металлических проводников
14. Проводниковые материалы с высокой электропроводностью.
15. Серебро, его электрические свойства и области применения.
16. Медь и сплавы на основе меди, их свойства и применение.
17. Золото, его свойства и применение.
18. Алюминий и сплавы алюминия, использование алюминия и его сплавов в электронике.
19. Проводниковые материалы с низкой электропроводностью.
20. Железо, сплавы железа с углеродом и их свойства и применение.
21. Титан, его свойства и применение.
22. Тантал, вольфрам и хром, их свойства и области применения в электронике и микроэлектронике.
23. Сплавы высокого сопротивления, их свойства и области применения.
24. Диэлектрические материалы (диэлектрики), их применение в электронике.
25. Диэлектрики и их свойства.
26. Поляризация диэлектриков, виды поляризации.
27. Диэлектрическая проницаемость и ее физический смысл.
28. Зависимость диэлектрической проницаемости от частоты и температуры для полярных и неполярных твердых диэлектриков.
29. Электропроводность диэлектриков, ток утечки диэлектрика.
30. Диэлектрические потери, тангенс диэлектрических потерь.
31. Зависимость диэлектрических потерь от температуры и частоты приложенного напряжения для полярных и неполярных диэлектриков.
32. Электрическая прочность диэлектриков, виды электрического пробоя.
33. Неорганические стекла и ситаллы, их свойства и использование в электронике.
34. Керамические материалы, их свойства и использование.
35. Слюда и неорганические диэлектрические пленки, их свойства и области применения.
36. Основные виды органических электроизоляционных материалов, их свойства и применение.
37. Полиэтилен, виды полиэтилена, его свойства и использование в электронике.
38. Полистирол и полиметилметакрилат, их свойства и области применения.
39. Фторопласт, его свойства и использование.
40. Армированные пластики и их использование.
41. Магнитные материалы и их классификация

42. Основные характеристики магнитных материалов и их использование в электронике.

Оценка знаний на экзамене производится по следующим *критериям*:

– отметка «отлично» выставляется студенту, если ответ полный, правильный, самостоятельный, материал изложен в определенной логической последовательности демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение аргументировать собственную точку зрения;

– отметка «хорошо» выставляется студенту, если ответ полный и правильный на основе изученных концепций и теорий, материал изложен в определённой логической последовательности, при этом допускаются несущественные ошибки или трактовки ситуаций;

– отметка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответ полный, но допущена существенная смысловая ошибка или ответ неполный, несвязный, не проявляются умения обобщать, анализировать, формулировать выводы;

– отметка «неудовлетворительно» выставляется, если ответ обнаруживает незнание основного содержания учебного материала.

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:

1. Никитин В.А. Материалы электронной техники: учеб. пособие / В.А. Никитин, Н.А. Яковенко. Краснодар, КубГУ, 2015.

2. Физические технологии интегральной оптики: лабораторный практикум /

В.А. Никитин, Н.А. Яковенко, А.С. Левченко Краснодар, 2013.

3. Коледов, Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/192> .

4. Михеева, Е.В. Материалы и компоненты электронных средств : лабораторный практикум / Е.В. Михеева ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2014. - 164 с. : табл., граф., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5- 8158-1317-5 ; - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439241>

5. Сорокин, В.С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники: учеб. пособие / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71735>

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

5.2. Дополнительная литература

1. Акулова, Л.Ю. Материаловедение : учебное пособие / Л.Ю. Акулова, А.Н. Бормотов, И.А. Прошин ; Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенский государственный технологический университет». - Пенза : ПензГТУ, 2013. - 234 с. : табл., схем., ил. - ISBN 978-5-98903-200-6 ; -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437130>

2. Ефимов, И.Е. Основы микроэлектроники [Электронный ресурс] : учеб. / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/709>.

3. Давыдов, В.Н. Физические основы оптоэлектроники : учебное пособие / В.Н. Давыдов ; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Томск : ТУСУР, 2016. - 139 с. : ил.,табл., схем. - Библиогр. в кн. ; - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480763>

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».

5.4 Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>

2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
9. Springer Journals <https://link.springer.com/>
10. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
11. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springer-nature.com/sources/springer-protocols>
12. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
13. zbMath <https://zbmath.org/>
14. Nano Database <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Российская патентная база данных <https://www.fips.ru/>
2. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
4. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
7. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
8. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
9. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
10. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
11. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
12. Образовательный портал "Учеба" <http://www.uceba.com/>;
13. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

На самостоятельную работу студентов по дисциплине «Материалы молекулярной электроники», согласно требованиям ФГОС ВО по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля «Интегральная электроника, фотоника и нанoeлектроника», отводится 29 часов от общей трудоемкости дисциплины (144 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 «Материалы нанoeлектроники».

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

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

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

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

Занятия лекционного типа являются одной из основных форм обучения студентов по дисциплине «Материалы молекулярной электроники», 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 по дисциплине «Материалы молекулярной электроники». 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 оформления 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.

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 выполняются 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.

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. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|---|---|---|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | 1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации |

| | | |
|---|--|---|
| | | управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран. |
| Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | 1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран. |
| Лабораторный практикум: Учебные аудитории 144С, 119С, 131 С | <p>1.оборудование вакуумного напыления металлических пленок для проведения лабораторных работ по изучению свойств металлов (ВУП-5, АдфаН-1, УВР-3М); 2.оборудование для изучения процесса фотолитографии (установки нанесения фоторезиста SPIN-1200T, SPIN- 1200D, установка совмещения и экспонирования 830-II, комплекс лазерной безмасочной литографии µPG101). Помещение с достаточным количеством посадочных мест: №144С</p> <p>Две технологические лаборатории с лабораторной и промышленной установками по росту монокристаллов методом Чохральского: (Кристалл 603).</p> <p>Лаборатория по исследованию контроля качества интегральных схем, укомплектованная терагерцовым спектрометром Tera K15 для анализа целостности и качества поверхности исследуемых образцов.</p> <p>Спектрально-измерительный комплекс в спектральном диапазоне от 150 до 20000 нм, состоящий из монохроматора MSDD 1000 с комплектом приемников и излучателей на указанный спектральный диапазон.</p> <p>Квантовые генераторы: YAG:Nd (средняя энергия в импульсе 200мДж, длительность импульса 15 нс), YLF:Nd (средняя энергия в импульсе 300мкДж, длительность импульса 10 нс), полупроводниковый лазер мощностью 10кВт с</p> | <p>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. Microsoft Corporation: Word, Excel, Power Point и др).</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | длиной волны генерации 980 нм, титан-сапфировый лазер, мало-мощный полупроводниковый лазер с длиной волны генерации 980 нм. | |
|--|---|--|

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|---|---|--|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | 1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран. |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 203) | Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | 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. |