

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)**

**Северодонецкий технологический институт
Кафедра информационных технологий, приборостроения и электротехники**

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.В. Бородач
(подпись)
« 26 » 2024 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники»

По направлению подготовки: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Магистерская программа «Промышленная электроника
и микропроцессорная техника»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (магистерская программа «Промышленная электроника и микропроцессорная техника») – 20 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» разработана в соответствии Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 сентября 2017 г. № 959 (с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами Министерства образования и науки Российской Федерации № 1456 от 26.11.2020 г., № 82 от 08.02.2021 г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.т.н., доцент Чебан В.Г.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники « 05 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой ИТПЭ  В.Г. Чебан

Переутверждена: « » 20 г., протокол № .

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» « 16 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Председатель учебно-методической комиссии
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля»



Ю.В. Бородач

1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины – изучение передовых достижений, основных направлений, тенденций, перспектив и проблем развития современной электроники и нанoeлектроники, а также формирование навыков оценки новизны исследований и разработок.

Задачи: получение знаний по основным направлениям развития электроники и нанoeлектроники; умений применять данные знания для создания новых твердотельных, в том числе наноразмерных гетероструктур, при разработке электронных устройств нового поколения; получение знаний о современных технологиях изготовления устройств нанoeлектроники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, дисциплин учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание о проблемах современной электроники и нанoeлектроники; основных направлениях развития электроники и нанoeлектроники;

умения определять основные тенденции развития отечественной и зарубежной электроники; применять полученные знания при разработке электронных устройств нового поколения;

навыки определения основных тенденций развития отечественной и зарубежной электроники.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: программа бакалавриата или специалитета.

Служит основой для изучения следующих дисциплин: «Получение первичных навыков научно-исследовательской работы» (учебная практика), «Научно-исследовательская работа» (производственная практика), «САПР электронных устройств и систем», «Импульсно-модуляционные системы», «Проектирование и технология электронной компонентной базы», «Электромагнитная совместимость электронных устройств», «Полупроводниковые ключи в силовых схемах».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи УК-1.2. Использует системный подход для решения поставленных задач УК-1.3. Проводит критический анализ и синтез информации, применяет системный подход для решения поставленных задач	Знать: методы поиска и критического анализа необходимой информации Уметь: применять системный подход для решения поставленных задач Владеть: навыками проведения критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач

ПК-1. Способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-1.1. Знает принципы построения и функционирования изделий микро- и нанoeлектроники, физические процессы, протекающие в микроволновых и квантовых приборах и устройствах ПК-1.2. Умеет рассчитывать предельно-допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и нанoeлектроники ПК-1.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и нанoeлектроники	Знать: принципы построения и функционирования изделий микро- и нанoeлектроники, физические процессы, протекающие в микроволновых и квантовых приборах и устройствах Уметь: рассчитывать предельно-допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и нанoeлектроники Владеть: навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и нанoeлектроники
---	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед)	144 (4 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	56	28
Лекции	28	16
Семинарские занятия	—	—
Практические занятия	28	12
Лабораторные работы	—	—
Курсовая работа (курсовой проект)	—	—
Другие формы и методы организации образовательного процесса	—	—
Самостоятельная работа студента (всего)	88	116
Форма аттестации	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Современное состояние и тенденции развития электроники и нанoeлектроники. Введение. Цели и задачи дисциплины. Мировой рынок электроники. Рынок отечественной электроники. Закон Мура и тенденции развития электроники. Современное состояние отечественной и зарубежной электроники.

Тема 2. Современная литография. Ионно-плазменные технологии и молекулярно-лучевая эпитаксия. Проекционная фотолитография. Иммерсионная литография КУФ диапазона. Литография ЭУФ диапазона. Электронно-лучевая литография. Основы электронно-лучевой литографии. Применение ЭЛЛ для изготовления структур нанoeлектроники. Наноимпринтиговая литография.

Тема 3. Термоэлектрические и фотоэлектрические преобразователи энергии. Термоэлектрические преобразователи: параметры и характеристики. Фотоэлектрические преобразователи: параметры и характеристики.

Тема 4. Детекторы ионизирующих излучений в науке и технике. Трековые детекторы. Счетчики и интегральные приборы.

Тема 5. Физические основы криоэлектроники. Физические основы сверхпроводимости. Куперовские пары. Приборы криоэлектроники.

Тема 6. Магнитная и сегнетоэлектрическая память. Память на магнитных сердечниках. Сегнетоэлектрические запоминающие устройства.

Тема 7. Высокотемпературная полупроводниковая электроника. Материалы высокотемпературной полупроводниковой электроники. Технологии получения. Электрофизические свойства. Структура карбида кремния. Радиационная, механическая, химическая стойкость, теплопроводность, верхний предел рабочих температур для приборов на основе карбида кремния. Измерители температуры на основе облученного алмаза и карбида кремния. Приборы на основе карбида кремния.

Тема 8. Пористый кремний и его применение в кремниевой микрофотонике. Формирование и функциональные свойства наноструктур на основе пористого кремния. Его применения.

Тема 9. Технология аморфного и поликремния для электроники. Материалы электроники: аморфный и поликремний. Методы получения. Применение в электронике.

Тема 10. Углеродные кластеры и их применение в нанoeлектронике. Кластеры углерода. Фуллерены: открытие и применение. Строение и свойства фуллеренов. Графен: строение и свойства.

Тема 11. Методы анализа наноструктур и материалов. Дифракционные методы. Масс-спектрометрия. Микроскопические методы. Спектроскопические методы.

Тема 12. Гетеро- и нанoeлектроника. Нанонаука как совокупность знаний о свойствах вещества в нанометровом масштабе. Нанотехнологии, наноинженерия. Полупроводниковые гетеропереходы; общая характеристика и особенности полупроводниковых лазеров.

Тема 13. Интеллектуальная силовая электроника. История возникновения компонентов интеллектуальной силовой электроники. Современные компоненты интеллектуальной силовой электроники. Развитие интеллектуальной силовой электроники.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Современное состояние и тенденции развития электроники и нанoeлектроники	2	2
2	Современная литография. Ионноплазменные технологии и молекулярнолучевая эпитаксия	2	—
3	Термоэлектрические и фотоэлектрические преобразователи энергии	2	2
4	Детекторы ионизирующих излучений в науке и технике	2	2
5	Физические основы криоэлектроники	2	—
6	Магнитная и сегнетоэлектрическая память	2	—
7	Высокотемпературная полупроводниковая электроника	2	2
8	Пористый кремний и его применение в кремниевой микрофотонике	2	—
9	Технология аморфного и поликремния для электроники	2	2
10	Углеродные кластеры и их применение в нанoeлектронике	2	2
11	Методы анализа наноструктур и материалов	2	2
12	Гетеро- и нанoeлектроника	4	2
13	Интеллектуальная силовая электроника	2	—
Итого:		28	16

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Современная литография	2	—
2	Ионно-плазменные технологии. Эпитаксия	2	—
3	Термоэлектрические преобразователи энергии	2	2
4	Детекторы ионизирующих излучений	2	2
5	Основы криоэлектроники	2	—
6	Магнитная и сегнетоэлектрическая память	2	—
7	Высокотемпературная полупроводниковая электроника	2	2
8	Пористый кремний и диоксид кремния в электронике	2	—
9	Технология углеродных кластеров и их применение в нанoeлектронике	2	2
10	Дифракционный анализ и сканирующая зондовая микроскопия	2	2
11	Квантово-размерные эффекты – основа нанoeлектроники	2	—
12	Приборы нанoeлектроники. Гетероструктурная электроника	4	2
13	Интеллектуальная силовая электроника	2	—
Итого:		28	12

4.5 .Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

4.6 Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Современное состояние и тенденции развития электроники и нанoeлектроники	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	4	6
2	Современная литография. Ионно-плазменные технологии и молекулярно-лучевая эпитаксия	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	5	6
3	Термоэлектрические и фотоэлектрические преобразователи энергии	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	5	6
4	Детекторы ионизирующих излучений в науке и технике	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	5	6
5	Физические основы криоэлектроники	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	4	6
6	Магнитная и сегнетоэлектрическая память	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	5	6

7	Высокотемпературная полупроводниковая электроника	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	5	6
8	Пористый кремний и его применение в кремниевой микрофотонике	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	5	7
9	Технология аморфного и поликремния для электроники	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	4	6
10	Углеродные кластеры и их применение в нанoeлектронике	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	5	6
11	Методы анализа наноструктур и материалов	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	5	6
12	Гетеро- и нанoeлектроника	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	5	7
13	Интеллектуальная силовая электроника	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	4	6
14	Подготовка к экзамену.	Проработка изученного материала	27	36
Итого:			88	116

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине

Курсовые работы/проекты не предусмотрены учебным планом

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде, самостоятельная работа, проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники: Учебное пособие / П. Е. Троян - 2013. 224 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10969>.
2. Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники. [Электронный ресурс]: учебное пособие / Пащенко А.С. - Новочеркасск. ЮРГПУ им. М.И.Платонова. 2016. 60 с.
3. Фролов В. Я. Силовая полупроводниковая элементная база. Технология производства. Конструктивные решения: Учебное пособие для вузов / В.Я. Фролов, А.М. Сурма, К.Н. Васерина, А.А.Черников. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 228 с. – URL: <https://7books.ru/v-frolov-a-surma-a-chernikov-k-vaserina-silovaya-poluprovodnikovaya-yelementnaya-baza-tekhnologiya-proizvodstva-konstruktivnyeresheniya-978-5-8114-3507-4/> — Текст : электронный.
4. Игнатов А. Н., Фадеева Н. Е., Савиных В. Л., Вайспапир В. Я., Воробьева С. В. Классическая электроника и нанoeлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Москва: ФЛИНТА, 2017. - 728 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106860>

б) Дополнительная литература:

1. Щука А. А. Нанoeлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 345 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/135510>.
2. Технология кремниевой нанoeлектроники: Учебное пособие / Е. В. Анищенко, Т. И. Данилина, В. А. Кагадей - 2011. 263 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/552>.
3. Лозовский В. Н., Константинова Г. С. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность: учебное пособие для вузов. - Санкт-Петербург: Лань, 2008. - 328 с.

Интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф>
2. Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации – <http://www.mnr.gov.ru>
3. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru>
4. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
5. Министерство природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР – <https://www.mprlnr.su>
6. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
7. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
8. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru>
9. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru>
10. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru>

Электронные библиотечные системы и ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU» – <http://elibrary.ru>
4. ЭБС Издательства «ЛАНЬ» – <https://e.lanbook.com>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации:

1. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам. Лекционные и практические занятия могут проводиться в компьютерном классе (компьютеры с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде) или с применением презентационной техники (проектор, экран, компьютер).

Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники»

Перечень компетенций, формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по дисциплине)	Темы учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода,	УК-1.1. Выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения	Тема 1. Современное состояние и тенденции развития электроники и наноэлектроники	1
				Тема 2. Современная литография.	1

		вырабатывать стратегию действий	поставленной задачи УК-1.2. Использует системный подход для решения поставленных задач УК-1.3. Проводит критический анализ и синтез информации, применяет системный подход для решения поставленных задач	Ионно-плазменные технологии и молекулярно-лучевая эпитаксия	
				Тема 3. Термоэлектрические и фотоэлектрические преобразователи энергии	1
				Тема 4. Детекторы ионизирующих излучений в науке и технике	1
				Тема 5. Физические основы криоэлектроники	1
				Тема 6. Магнитная и сегнетоэлектрическая память	1
				Тема 7. Высокотемпературная полупроводниковая электроника	1
				Тема 8. Пористый кремний и его применение в кремниевой микрофотонике	1
				Тема 9. Технология аморфного и поликремния для электроники	1
				Тема 10. Углеродные кластеры и их применение в нанoeлектронике	1
				Тема 11. Методы анализа наноструктур и материалов	1
				Тема 12. Гетеро- и нанoeлектроника	1
				Тема 13. Интеллектуальная силовая электроника	1
2	ПК-1	Способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами	ПК-1.1. Знает принципы построения и функционирования изделий микро- и нанoeлектроники, физические процессы,	Тема 1. Современное состояние и тенденции развития электроники и нанoeлектроники	1
				Тема 2. Современная литография. Ионноплазменные	1

		развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	протекающие в микроволновых и квантовых приборах и устройствах ПК-1.2. Умеет рассчитывать предельно-допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и наноэлектроники ПК-1.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и наноэлектроники	технологии и молекулярнолучевая эпитаксия	
				Тема 3. Термоэлектрические и фотоэлектрические преобразователи энергии	1
				Тема 4. Детекторы ионизирующих излучений в науке и технике	1
				Тема 5. Физические основы криоэлектроники	1
				Тема 6. Магнитная и сегнетоэлектрическая память	1
				Тема 7. Высокотемпературная полупроводниковая электроника	1
				Тема 8. Пористый кремний и его применение в кремниевой микрофотонике	1
				Тема 9. Технология аморфного и поликремния для электроники	1
				Тема 10. Углеродные кластеры и их применение в наноэлектронике	1
				Тема 11. Методы анализа наноструктур и материалов	1
				Тема 12. Гетеро- и наноэлектроника	1
				Тема 13. Интеллектуальная силовая электроника	1

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	УК-1	УК-1.1. Выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи УК-1.2. Использует системный подход для решения поставленных задач УК-1.3. Проводит критический анализ и синтез информации, применяет системный подход для решения поставленных задач	Знать: методы поиска и критического анализа необходимой информации Уметь: применять системный подход для решения поставленных задач Владеть: навыками проведения критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10. Тема 11. Тема 12. Тема 13.	Вопросы для контроля усвоения теоретического материала, тестовые задания, выполнение задания на практических занятиях
2	ПК-1	ПК-1.1. Знает принципы построения и функционирования изделий микро- и наноэлектроники, физические процессы, протекающие в микроволновых и квантовых приборах и устройствах ПК-1.2. Умеет рассчитывать предельно-допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и наноэлектроники ПК-1.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов	Знать: принципы построения и функционирования изделий микро- и наноэлектроники, физические процессы, протекающие в микроволновых и квантовых приборах и устройствах Уметь: рассчитывать предельно-допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и наноэлектроники Владеть: навыками выбора теоретических и экспериментальных методов	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10. Тема 11. Тема 12. Тема 13.	Вопросы для контроля усвоения теоретического материала, тестовые задания, выполнение задания на практических занятиях

		исследования изделий микро- и наноэлектроники	исследования изделий микро- и наноэлектроники		
--	--	---	---	--	--

8.1. Тестовые задания (низкий уровень)

1. Какая компания стала самым крупным поставщиком интегральных схем в 2011 г.?
 - а) Samsung Electronics;
 - б) Intel;
 - в) Elpida Memory;
 - г) Globalfoundries.
2. В какой области применения технологии наногетероструктур является массовым?
 - а) волоконно-оптическая связь;
 - б) спутниковая связь;
 - в) сотовая связь;
 - г) цифровое ТВ.
3. Что по мнению Ж. Алфéroва является перспективными направлениями в области гетероструктурной электроники?
 - а) солнечные элементы на гетероструктурах и фотоприемные приборы и устройства;
 - б) кремниевые солнечные элементы и полупроводниковые инжекционные лазеры;
 - в) сверхъяркие светодиоды и кремниевые солнечные элементы;
 - г) полупроводниковые инжекционные лазеры и оптопары.
4. О чем гласит закон Г. Мура?
 - а) число транзисторов на кристалле будет удваиваться приблизительно каждый год;
 - б) число транзисторов на кристалле будет удваиваться приблизительно каждые 2 года;
 - в) число транзисторов на кристалле будет утраиваться приблизительно каждый год;
 - г) число транзисторов на кристалле будет утраиваться приблизительно каждые 2 года.
5. На основе чего новые развивающиеся технологии переориентируют электронную промышленность от транзисторов?
 - а) кремниевых наноразмерных молекул к устройствам из нанопроводов;
 - б) кремниевых нанопроводов к устройствам из наноразмерных кластеров;
 - в) кремниевых нанопроводов к устройствам из наноразмерных молекул;
 - г) кремниевых наноразмерных молекул к устройствам из наноразмерных кластеров.
6. Какая компания по производству кремниевых пластин на 2011 г. являлась лидером?
 - а) SMIC;
 - б) UMS;
 - в) TowerJazz;
 - г) TSMC.
7. Какая компания в 2011 году не вошла в десятку лидеров по производству кремниевых пластин?
 - а) Samsung;
 - б) Intel;
 - в) UMS;
 - г) Globalfoundries.
8. Какой процент рынка гетероструктур занимает военная электроника?
 - а) 1-2 %;
 - б) 2-3%;
 - в) 3-4%;
 - г) 4-5%.

9. С чем связано уменьшение минимального размера элемента при проекционной литографии?
- с увеличением числовой апертуры;
 - с уменьшением числовой апертуры;
 - с уменьшением радиуса линз;
 - с увеличением расстояния от пластины до линзы.
10. Чему равнялось максимальное значение величины числовой апертуры на 1990 г.?
- 0,25;
 - 0,5;
 - 0,75;
 - 1.
11. Какое травление обусловлено удалением поверхностных слоев материала в результате химических реакций между химически активными частицами (ХАЧ), к которым относятся свободные атомы и радикалы, и поверхностными атомами материалов?
- ионное травление;
 - реактивное ионное травление;
 - плазмохимическое травление;
 - жидкостное травление.
12. Каким параметром процесс травления не характеризуется?
- минимальный размер при травлении;
 - скорость травления;
 - анизотропия травления;
 - селективность травления.
13. Что относится к параметрам ионного легирования?
- масса ионов и энергия;
 - масса ионов и доза облучения;
 - доза облучения и плотность ионного тока;
 - доза облучения и энергия ионов.
14. При каком типе столкновений налетающий электрон передает свою энергию электрону кристалла?
- упругое столкновение;
 - неупругое столкновение;
 - при всех типах столкновений.
 - таких соударений не существует.
15. По каким направлениям ограничено движение заряженных частиц в квантовых точках?
- только по направлению X;
 - только по направлению Y;
 - только по направлению Z;
 - по направлениям XYZ.
16. По каким направлениям ограничено движение заряженных частиц в квантовых нитях (шнурах)?
- по направлениям X и Y;
 - по направлению Y и Z;
 - только по направлению Z;
 - по направлениям X и Z.
17. Какой из методов эпитаксии, позволяет получать качественную гетерограницу в гетроструктурах?
- молекулярно – лучевая;
 - химическое осаждение из газовой фазы металлоорганических соединений (MOCVD);
 - жидкостная;

- г) газовая.
18. Какое практическое применение целочисленного эффекта Холла?
- эталон силы тока;
 - эталон сопротивления;
 - эталон напряжения;
 - эталон заряда.
19. Какой квантовый эффект лежит в основе работы сверхпроводящего квантового интерференционного датчика (СКВИД)?
- эффект Штарка;
 - эффект Джозефсона;
 - эффект Холла;
 - эффект Ааронова – Бома.
20. Какой из методов эпитаксии может быть использован при изготовлении транзисторов с высокой подвижностью НЕМТ?
- молекулярно – лучевая;
 - химическое осаждение из газовой фазы металлоорганических соединений (МОСVD);
 - жидкостная;
 - газовая.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Тестовые задания»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5 (отлично)	85 – 100% правильных ответов
4 (хорошо)	71 – 85% правильных ответов
3 (удовлетворительно)	61 – 70% правильных ответов
2 (неудовлетворительно)	60% правильных ответов и ниже

8.2. Вопросы для контроля усвоения теоретического материала (средний уровень)

- Охарактеризуйте современное состояние мировой электроники.
- Охарактеризуйте современное состояние отечественной электроники.
- Основные идеи микроэлектроники и наноэлектроники, функциональной электроники.
- Закон Мура и тенденции развития мировой электроники.
- Молекулярно-лучевая эпитаксия.
- Ионно-лучевые технологии.
- Литография: электронная, рентгеновская, ионная.
- Плазмохимическое осаждение пленок.
- Эффекты Джозефсона.
- Изменение свойств кремния по мере увеличения пористости.
- Технологии получения пористого кремния.
- Области применения пористого кремния.
- Приборы на основе SiC.
- IGBT-транзисторы.
- Понятие кластера. Углеродные кластеры.
- Задачи, решаемые высокотемпературной электроникой.
- Материалы высокотемпературной сверхпроводимости.
- Сверхмощные полупроводниковые ключи новых технологий.
- Гетеролазеры и их применение.
- Интеллектуальные силовые модули.

Лектор или преподаватель, ведущий практические занятия по дисциплине производит устный опрос по пройденным теоретическим материалам и выставляет оценку в журнале с текущей успеваемостью.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству
«Вопросы для контроля усвоения теоретического материала»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5 (отлично)	Обучающийся глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
4 (хорошо)	Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

8.3 Практическое (прикладное) задание

(высокий уровень)

Задания, выполняемые на практических занятиях:

Задание 1. Современная литография

Задание 2. Ионно-плазменные технологии. Эпитаксия

Задание 3. Термоэлектрические преобразователи энергии

Задание 4. Детекторы ионизирующих излучений

Задание 5. Основы криоэлектроники

Задание 6. Магнитная и сегнетоэлектрическая память

Задание 7. Высокотемпературная полупроводниковая электроника

Задание 8. Пористый кремний и диоксид кремния в электронике

Задание 9. Технология углеродных кластеров и их применение в нанoeлектронике

Задание 10. Дифракционный анализ и сканирующая зондовая микроскопия

Задание 11. Квантово-размерные эффекты – основа нанoeлектроники

Задание 12. Приборы нанoeлектроники. Гетероструктурная электроника

Задание 13. Интеллектуальная силовая электроника

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Практическое задание»

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
5 (отлично)	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание. Показал отличные знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала.
4 (хорошо)	Обучающийся выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся выполнил задание неправильно. При выполнении обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала.

8.4 Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Вопросы к экзамену:

1. Этапы развития электроники.
2. Основные идеи микроэлектроники и наноэлектроники, функциональной электроники.
3. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
4. Ионно-лучевые технологии.
5. Литография: электронная, рентгеновская, ионная.
6. Ионное легирование полупроводников.
7. Инструментальные методы нанотехнологии.
8. Материалы для высокотемпературной полупроводниковой электроники: SiC, TiC, ВС.
9. Свойства карбида кремния.
10. Приборы на основе SiC.
11. Квантово-размерные эффекты. Сверхрешетки, квантовые точки.
12. Эволюция развития силовых полупроводниковых ключей.
13. IGBT-транзисторы.
14. Интеллектуальные силовые модули.
15. Сверхмощные полупроводниковые ключи новых технологий.
16. Нанонаука: нанотехнологии, наноинженерия.
17. АСМ, СТМ.
18. Гетеролазеры и их применение.
19. Высокотемпературная сверхпроводимость.
20. Материалы высокотемпературной сверхпроводимости.

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации «экзамен»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5 (отлично)	Обучающийся глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.

4 (хорошо)	Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
 - продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
 - продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;
 - продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)
1.			
2.			
3.			
4.			