

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.05 Физика и технология радиоэлектронных
материалов, компонентов и устройств
(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки/специальность 03.03.03 Радиофизика
(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация Физика и технология
радиоэлектронных приборов и устройств
(наименование направленности (профиля) / специализации)

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины Б1.В.05 Физика и технология радиоэлектронных материалов, компонентов и устройств составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 03.03.03 Радиофизика профиль «Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств»
код и наименование направления подготовки

Программу составил(и):

В.В. Галуцкий, профессор, д.ф.-м.н., доцент



Рабочая программа дисциплины Б1.В.05 Физика и технология радиоэлектронных материалов, компонентов и устройств утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий протокол № 4 «18» апреля 2025 г.

и.о. заведующего кафедрой,

д.ф.-м.н., доцент

Строганова Е.В.

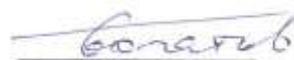


Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 11 «21» апреля 2025 г.

Председатель УМК факультета,

д.ф.-м.н., профессор

Богатов Н.М.



Рецензенты:

В.А. Никитин, к.т.н., доцент кафедры оптоэлектроники

Л.Р. Григорян, генеральный директор ООО НПФ «Мезон» кандидат физико-математических наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Учебная дисциплина «Б1.В.05 Физика и технология радиоэлектронных материалов, компонентов и устройств» ставит своей целью сформировать у студентов базовые теоретические и практические знания о способах получения, методах оптимизации и областях применения радиоэлектронных материалов, компонентов и устройств.

1.2 Задачи дисциплины

– изучение теоретических основ, понятий, законов и методов экспериментального исследования характеристик материалов электроники и полупроводниковых приборов;
изучение основных положений и принципов микроэлектроники;
изучение технологий изготовления основных радиоэлектронных компонентов и устройств.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Б1.В.05 Физика и технология радиоэлектронных материалов, компонентов и устройств» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления подготовки 03.03.03 Радиофизика направленности "Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств".

В соответствии с учебным планом, занятия проводятся на третьем году обучения. Настоящая дисциплина находится на стыке дисциплин. Необходимыми предпосылками для успешного освоения дисциплины является следующее: в цикле математических дисциплин: знание молекулярной физики, электричества и магнетизма, физика твердого тела. Освоение дисциплины необходимо для изучения дальнейших дисциплин: Полупроводниковая и твердотельная электроника, Схемотехника, Основы компоновки РЭА, Квантовая электроника и приборы на квантовых эффектах.

Вид промежуточной аттестации: дифференцированный зачет, экзамен.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине (<i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i>)
ПК-2 Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по изучению и созданию новых элементов и компонентов для систем передачи информации	
ИПК-2.1 Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Знает физические явления, процессы в полупроводниковых структурах
	Умеет применять знания о физических явлениях, процессах в полупроводниковых структурах
	Владеет методиками проведения исследований параметров полупроводниковых материалов и приборов
ИПК-2.2 Осуществляет выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок	Знает физические явления и процессы в пленочных структурах.
	Умеет применять технологические основы полупроводниковой микро и нанoeлектроники
	Владеет теоретическими основами контактных свойств полупроводниковых структур
ИПК-2.3 Подготавливает элементы документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	Знает конструктивно-технологические особенности и элементы конструкций интегральных микросхем
	Умеет проводить сборку, монтаж и контроль печатных плат
	Владеет знаниями о технологических процессах изготовления интегральных микросхем
ПК-1 Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследований с целью создания новых перспективных средств для систем передачи информации	
ИПК-1.1 Владеет современными	Знает современные информационные системами и

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине (<i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i>)
информационными системами и технологиями с целью моделирования сложных технических систем	технологии для моделирования сложных технических систем
	Умеет моделировать сложные радиотехнические системы.
	Владеет методами моделирования сложных технических систем.
ИПК-1.2 Способен применять современное материально-техническое оборудование для исследовательских целей	Знает прикладные аспекты структурного и спектрального анализа информации
	Умеет проводить обработка сигналов, структурный и спектральный анализ информации
	Владеет методами обработки сигналов в современных цифровых технологиях

**Вид индекса индикатора соответствует учебному плану.*

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

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

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

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно-заочная	заочная
		6 семестр (часы)	X семестр (часы)	X семестр (часы)	X курс (часы)
Контактная работа, в том числе:	86,3	86,3			
Аудиторные занятия (всего):					
занятия лекционного типа	32	32			
лабораторные занятия	32	32			
практические занятия					
семинарские занятия					
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	12	12			
КРП	10	10			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:	31	31			
Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)					
Контрольная работа					
Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)					
Реферат/эссе (подготовка)					
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	31	31			
Подготовка к текущему контролю					

Контроль:		26,7	26,7			
Подготовка к экзамену		26,7	26,7			
Общая трудоемкость	час.	144	144			
	в том числе контактная работа	86,3	86,3			
	зач.ед.	4	4			

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Физические явления, процессы в полупроводниковых структурах, контактные свойства	18	4		10	4
2.	Физические явления и процессы в пленочных структурах.	18	6		10	2
3.	Конструктивно-технологические особенности и элементы конструкций интегральных микросхем	14	6			8
4.	Технологические основы полупроводниковой микро и наноэлектроники	14	6			8
5.	Технологические процессы изготовления интегральных микросхем	14	6			8
6.	Сборка, монтаж и контроль печатных плат	17	4		12	1
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	95	32		32	31
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	12				
	КРП	10				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	26,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144				

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

Курсовой проект: дифференцированный зачет

Форма проведения аттестации по дисциплине: экзамен

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Физические явления, процессы в полупроводниковых структурах, контактные свойства	Этапы развития материалов радиоэлектроники. Классификация изделий. Новые направления развития. Контактные явления в микроэлектронных структурах. Физические процессы в электронно-дырочных переходах. Туннельный эффект. Явление пробоя.	Опрос, тестирование, проверка домашнего задания
2.	Физические явления и процессы в пленочных структурах.	Размерные эффекты и основные свойства тонких пленок. Токи надбарьерной эмиссии в контактирующих тонкопленочных системах. Туннельная эмиссия в контактирующих тонкопленочных системах. Токи в диэлектрических пленках, ограниченные объемным зарядом. Металлические пленки как конструктивный материал микросхем. Диэлектрические пленки и области их применения в микроэлектронике.	Опрос, тестирование, проверка домашнего задания
3.	Конструктивно-технологические	Классификация и система условных обозначений. Полупроводниковые, пленочные и гибридные	Опрос, тестирование,

	особенности и элементы конструкций интегральных микросхем	интегральные микросхемы. Микросборки. Сравнение различных типов. Назначение и классификация подложек. Типовые процессы очистки пластин и подложек.	<i>проверка домашнего задания</i>
4.	Технологические основы полупроводниковой микро и нанoeлектроники	Получение слоев оксида и нитрида кремния. Литография. Легирование полупроводников диффузией. Ионное легирование полупроводников. Эпитаксиальное наращивание полупроводниковых слоев.	<i>Опрос, тестирование, проверка домашнего задания</i>
5.	Технологические процессы изготовления интегральных микросхем	Особенности, этапы и классификация процессов изготовления полупроводниковых интегральных микросхем. Изготовление биполярных с изоляцией р-п переходом. Изготовление биполярных с диэлектрической изоляцией. Изготовление биполярных с комбинированной изоляцией. Изготовление совмещенных. Изготовление МДП- интегральных микросхем. Изготовление тонко и толсто пленочных микросхем.	<i>Опрос, тестирование, проверка домашнего задания</i>
6.	Сборка, монтаж и контроль печатных плат	Особенности, классификация процессов и основные этапы изготовления плат. Методы и этапы сборки. Монтаж кристаллов и плат. Микроконтактирование. Основные понятия теории качества. Методы неразрушающего контроля качества микросхем.	<i>Опрос, тестирование, проверка домашнего задания</i>

2.3.2 Занятия семинарского типа (лабораторные занятия)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1	Физические явления, процессы в полупроводниковых структурах, контактные свойства	Лабораторная работа № 1 Измерение удельного сопротивления полупроводников четырехзондовым методом. Лабораторная работа № 2 Изучение характеристик и параметров полупроводниковых диодов Лабораторная работа № 3 Изучение эффекта Холла	Защита ЛР
2	Физические явления и процессы в пленочных структурах.	Лабораторная работа № 4 Полупроводниковые датчики физических величин Лабораторная работа № 5 Полупроводниковые фотоприемники Лабораторная работа № 6 Изучение биполярных транзисторов. Лабораторная работа № 7 Изучение полевых транзисторов	Защита ЛР
6	Сборка, монтаж и контроль печатных плат	Лабораторная работа № 8 Изучение пакета программ схемотехнического анализа MicroCAP Лабораторная работа № 9 Изучение системы моделирования и анализа электрических схем NI Multisim Лабораторная работа № 10 Изучение программ для разработки печатных плат	Защита ЛР

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Электронные приборы СВЧ.
2. Детектирование.
3. Исследование аналоговых сигналов. Применение их в модуляторах.
4. Исследование модулированных сигналов и их применение в аналоговых и цифровых модуляторах.
5. Крiоэлектроника. Сверхпроводные цифровые и импульсные устройства.

6. Интегральные микросхемы, их классификация и технология изготовления.
7. Расчет фрактальных антенн.
8. Фотоэффект и приборы на его основе.
9. Усиление сигнала в лазерных и полупроводниковых материалах.
10. Технология радиоэлектронных материалов
11. Физика радиоэлектронных компонентов
12. Технология радиоэлектронных устройств

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	Методические указания по изучению теоретического материала, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017. Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.
2	Подготовка к текущему контролю	Методические указания по изучению теоретического материала, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017. Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, модульная технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Б1.В.05 Физика и технология радиоэлектронных материалов, компонентов и устройств».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме отчетов по лабораторным работам и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к дифференциальному зачету по курсовому проекту и экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ 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	ИПК-2.1 Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Знает физические явления, процессы в полупроводниковых структурах Умеет применять знания о физических явлениях, процессах в полупроводниковых структурах Владеет методиками проведения исследований параметров полупроводниковых материалов и приборов	Лабораторная работа – по теме, разделу Опрос Защита курсового проекта	Вопрос на экзамене 1-6
2	ИПК-2.2 Осуществляет выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок	Знает физические явления и процессы в пленочных структурах. Умеет применять технологические основы полупроводниковой микро и наноэлектроники Владеет теоретическими основами контактных свойств	Лабораторная работа – по теме, разделу Опрос Защита курсового проекта	Вопрос на экзамене 7-12

		полупроводниковых структур		
3	ИПК-2.3 Подготавливает элементы документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	Знает конструктивно-технологические особенности и элементы конструкций интегральных микросхем Умеет проводить сборку, монтаж и контроль печатных плат Владеет знаниями о технологических процессах изготовления интегральных микросхем	Лабораторная работа – по теме, разделу Опрос Защита курсового проекта	Вопрос на экзамене 13-20
4	ИПК-1.1 Владеет современными информационными системами и технологиями с целью моделирования сложных технических систем	Знает современные информационные системы и технологии для моделирования сложных технических систем Умеет моделировать сложные радиотехнические системы. Владеет методами моделирования сложных технических систем.	Лабораторная работа – по теме, разделу Опрос Защита курсового проекта	Вопрос на экзамене 21-27
5	ИПК-1.2 Способен применять современное материально-техническое оборудование для исследовательских целей	Знает прикладные аспекты структурного и спектрального анализа информации Умеет проводить обработку сигналов, структурный и спектральный анализ информации Владеет методами обработки сигналов в современных цифровых технологиях	Лабораторная работа – по теме, разделу Опрос Защита курсового проекта	Вопрос на экзамене 28-32

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Этапы развития материалов радиоэлектроники.
2. Классификация изделий.
3. Новые направления развития.
4. Контактные явления в микроэлектронных структурах.
5. Физические процессы в электронно-дырочных переходах.
6. Туннельный эффект.
7. Явление пробоя.
8. Размерные эффекты и основные свойства тонких пленок.
9. Токи надбарьерной эмиссии в контактирующих тонкопленочных системах.
10. Туннельная эмиссия в контактирующих тонкопленочных системах.
11. Токи в диэлектрических пленках, ограниченные объемным зарядом.
12. Металлические пленки как конструктивный материал микросхем.

13. Диэлектрические пленки и области их применения в микроэлектронике.
14. Классификация и система условных обозначений.
15. Полупроводниковые, пленочные и гибридные интегральные микросхемы. Микросборки.
16. Сравнение различных типов.
17. Назначение и классификация подложек. Типовые процессы очистки пластин и подложек.
18. Получение слоев оксида и нитрида кремния.
19. Литография.
20. Легирование полупроводников диффузией.
21. Ионное легирование полупроводников.
22. Эпитаксиальное наращивание полупроводниковых слоев.
23. Особенности, этапы и классификация процессов изготовления полупроводниковых интегральных микросхем.
24. Изготовление биполярных с изоляцией p-n переходом.
25. Изготовление биполярных с диэлектрической изоляцией.
26. Изготовление биполярных с комбинированной изоляцией.
27. Изготовление совмещенных.
28. Изготовление МДП- и КМДП интегральных микросхем.
29. Изготовление тонко и толстопленочных микросхем.
30. Особенности, классификация процессов и основные этапы изготовления плат. Методы и этапы сборки. Монтаж кристаллов и плат.
31. Микроконтактирование.
32. Основные понятия теории качества. Методы неразрушающего контроля качества микросхем.

Критерии оценивания результатов обучения
дифференцированный зачет (курсовой проект)

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценивания по дифференцированному зачету</i>
<i>Высокий уровень «5» (отлично)</i>	<i>оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.</i>
<i>Средний уровень «4» (хорошо)</i>	<i>оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.</i>
<i>Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)</i>	<i>оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.</i>
<i>Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)</i>	<i>оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.</i>

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценивания по экзамену</i>
<i>Высокий уровень «5» (отлично)</i>	<i>оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.</i>
<i>Средний уровень «4» (хорошо)</i>	<i>оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.</i>
<i>Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)</i>	<i>оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.</i>
<i>Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)</i>	<i>оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.</i>

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Сигов, А.С. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Ионно-плазменные технологии : учебник для вузов / А. С. Сигов , В. И. Иванов , П. А. Лучников , А. П. Суржиков ; под ред. А. С. Сигова. - Москва : Юрайт, 2022. - 270 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/490270> (дата обращения: 15.06.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-9916-7153-8. - Текст : электронный.
2. Плотников, Г. С. Микроэлектроника: основы молекулярной электроники : учебное пособие для вузов / Г. С. Плотников, В. Б. Зайцев. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 166 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/492445> (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-03637-4. - Текст : электронный.
3. Красников, Геннадий Яковлевич. Общая теория технологий и микроэлектроника / Г. Я. Красников, Е. С. Горнев, И. В. Матюшкин. - Москва : Техносфера, 2020. - 433 с. : ил. - Библиогр.: с. 412-430. - ISBN 978-5-94836-611-1 : 500 р. - Текст : непосредственный.
4. Галперин, Вячеслав Александрович. Процессы плазменного травления в микро- и нанотехнологиях : учебное пособие / В. А. Галперин, Е. В. Данилкин, А. И. Мочалов ; под ред. С. П. Тимошенкова. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018. - 283 с. : ил. - (Нанотехнологии). - Библиогр.: с. 275-280. - ISBN 978-5-9963-0032-7 : 205 р. 96 к. - Текст : непосредственный.
5. Воротынцев, Владимир Михайлович. Базовые технологии микро- и нанoeлектроники : учебное пособие / В. М. Воротынцев, В. Д. Скупов. - Москва : Проспект, 2018. - 519 с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-392-28208-1 : 447 р. 75 к. - Текст : непосредственный.
6. Старосельский, Виктор Игоревич. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : учебник для академического бакалавриата : учебное пособие / В. И. Старосельский ; Нац. исслед. ун-т. - Москва : Юрайт, 2016. - 463 с. : ил. - (Основы наук). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-9916-0808-4. - ISBN 978-5-9692-0962-6 : 796 р. 14 к. - Текст : непосредственный.
7. Киреев, Валерий Юрьевич. Нанотехнологии в микроэлектронике. Нанолитография - процессы и оборудование : [учебно-справочное руководство] / В. Ю. Киреев. - Долгопрудный : Интеллект, 2014. - 319 с. : ил. - Библиогр.: с. 314-319. - ISBN 978-5-91559-215-4 : 985 р. 05 к. - Текст : непосредственный.
8. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств : учебное пособие для студентов вузов / [Ю. Л. Муромцев и др.]. - М. : Академия, 2010. - 381 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование . Радиоэлектроника). - Библиогр.: с. 376-378 . - ISBN 9785769562563 : 508.20. - Текст : непосредственный.
9. Смирнов, Юрий Александрович. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. - Изд. 2-е, испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2013. - 495 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785811413799 : 1499.96. - Текст : непосредственный.
10. Головицына, Майя Владимировна. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств : учебник для студентов вузов / М. В. Головицына. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. - 431 с. : ил. - (Основы информационных технологий). - Библиогр.: с. 425-431. - ISBN 9785947748475 : 336.00. - Текст : непосредственный.
11. Баканов, Геннадий Федорович. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств : учебное пособие для студентов вузов / Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский ; под ред. И. Г. Мироненко. - М. : Академия, 2007. - 365 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Радиотехника). - Библиогр.: с. 361-362. - ISBN 9785769528859. - Текст : непосредственный.

5.2. Периодическая литература

Указываются печатные периодические издания из «Перечня печатных периодических изданий, хранящихся в фонде Научной библиотеки КубГУ» <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>, и/или электронные периодические издания, с указанием адреса сайта электронной версии журнала, из баз данных, доступ к которым имеет КубГУ:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>
3. ScienceDirect – ведущая информационная платформа Elsevier <https://www.elsevier.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Известия высших учебных заведений. Радиофизика.
6. Информатизация и связь
7. Успехи физических наук
8. Журнал экспериментальной и теоретической физики
9. Письма в "Журнал экспериментальной и теоретической физики"
10. Радиотехника и электроника

5.3. 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. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>

18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

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

Ресурсы свободного доступа:

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

Лекция является одной из форм изучения теоретического материала по дисциплине. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных подходов и теорий. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. Записи должны быть избирательными. В конспекте применяют сокращение слов, что ускоряет запись.

Вопросы, возникающие в ходе лекции, если не заданы сразу, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения.

Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, подготовки к выполнению лабораторных работ и оформлению технических отчётов по ним, а так же подготовки к практическим занятиям изучением краткой теории в задачниках и решении домашних заданий. Методика самостоятельной работы предварительно разъясняется преподавателем и в последующем может уточняться с учетом индивидуальных особенностей студентов. Время и место самостоятельной работы выбираются студентами по своему усмотрению планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять равномерно на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Самостоятельную работу над дисциплиной следует начинать с изучения программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам обучаемых. Обязательно следует вспомнить рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем следует приступить к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой. Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал по теме, изложенный в учебнике. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем (или более продуктивно – дополнить конспект лекции).

Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно. Необходимо изучить список рекомендованной литературы и убедиться в её наличии в личном пользовании или в подразделениях библиотеки в бумажном или электронном виде. Всю основную учебную литературу желательно изучать с составлением конспекта. Чтение литературы, не сопровождаемое конспектированием, мало результативно. Цель написания конспекта по дисциплине – сформировать навыки по поиску, отбору, анализу и формулированию учебного материала. Эти навыки обязательны для любого специалиста с высшим образованием независимо от выбранного направления.

Написание конспекта должно быть творческим – нужно не переписывать текст из источников, но пытаться кратко излагать своими словами содержание ответа, при этом максимально его структурируя и используя символы и условные обозначения (в этом Вам помогут вопросы выносимые на зачетное тестирование и экзамен). Копирование и заучивание неосмысленного текста трудоемко и по большому счету не имеет познавательной и практической ценности. При работе над конспектом обязательно выявляются и отмечаются трудные для самостоятельного изучения вопросы, с которыми уместно обратиться к преподавателю при посещении занятий и консультаций, либо в индивидуальном порядке.

При чтении учебной и научной литературы необходимо всегда следить за точным и полным пониманием значения терминов и содержания понятий, используемых в тексте. Всегда следует уточнять значения по словарям или энциклопедиям, при необходимости записывать.

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)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

При заполнении таблицы учитывать все виды занятий, предусмотренные учебным планом по данной дисциплине: лекции, занятия семинарского типа (практические занятия, лабораторные работы), а также курсовое проектирование, консультации, текущий контроль и промежуточную аттестацию.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа 300С, 201С, 227С, 209 С, 315 С	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Программное обеспечение в рамках программы компании Microsoft "Enrollment for Education Solutions" для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов, Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 227С, 209 С, 133 С, 311 С	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	Операционная система MS Windows. Офисный пакет приложений MicrosoftOffice. Система MATLAB

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 информационно-коммуникационной 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)	Программное обеспечение в рамках программы компании Microsoft "Enrollment for Education Solutions" для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов, Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.207С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная	Программное обеспечение в рамках программы компании Microsoft "Enrollment for Education Solutions" для

	техника с подключением к информационно-коммуникационной 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)	компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов, Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.
--	---	---